universität wien

# DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

Protein -

Experimente und Schulversuche für die Sekundarstufe

verfasst von / submitted by

Katharina Koll

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

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2018 / Vienna, 2018

| | |
|---|---|
| Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree programme code as it appears on the student record sheet: | A 190 477 445 |
| Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears on the student record sheet: | 190 Lehramt<br>477 UF Haushaltsökonomie und Ernährung<br>445 UF Biologie und Umweltkunde |
| Betreut von / Supervisor: | Univ.-Prof. Mag. Dr. Karl-Heinz Wagner |

**Danksagung**

Diese Stelle möchte ich nutzen, um mich bei einigen Menschen zu bedanken, die mir während des Verfassens meiner Diplomarbeit beigestanden, mich motiviert und inspiriert haben.

Allen voran möchte ich mich bei meinem Betreuer Univ. Prof. Dr. Karl-Heinz Wagner für die tolle fachliche Unterstützung bedanken.

Ein weiterer Dank gilt Frau Mag. Borota-Buranich die mir stets mit Tipps und ihrer hilfsbereiten Art zur Seite stand.

Zudem bedanke ich mich bei meiner Familie, die während meines Studiums immer ein offenes Ohr für mich hatte und mir in meinem Leben stets ein großer Halt war und ist.

Abschließend möchte ich meinem Freund Maximilian noch danke sagen. Danke dass du immer die richtigen, aufmunternden Worte parat hattest und an mich geglaubt hast.

# INHALTSVERZEICHNIS

**1. EINLEITUNG ..... 1**

**2. PROTEIN ..... 3**

2.1 FUNKTIONEN ..... 3

2.2 EINTEILUNG ..... 4

2.3 AUFBAU ..... 4

**3. AMINOSÄUREN ..... 5**

3.1 CHEMISCHE EINTEILUNG DER AMINOSÄUREN ..... 6

3.2 D- UND L-AMINOSÄUREN ..... 6

3.3 ESSENTIALITÄT DER AMINOSÄUREN ..... 7

**4. STOFFWECHSEL VON PROTEIN ..... 9**

4.1 VERDAUUNG, TRANSPORT UND ABSORPTION ..... 9

4.2 PROTEIN TURNOVER ..... 10

4.3 DESAMINIERUNG UND TRANSAMINIERUNG VON AMINOSÄUREN ..... 11

*4.3.1 Oxidative Desaminierung der Aminosäuren ..... 11*

*4.3.2 Transaminierung der Aminosäuren ..... 11*

4.4 GLUKOGENE UND KETOGENE AMINOSÄUREN ..... 12

4.5 HARNSTOFFZYKLUS ..... 12

**5. PROTEINQUALITÄT ..... 12**

5.1 BESTIMMUNG DER PROTEINQUALITÄT ..... 12

*5.1.1 Chemische Parameter ..... 13*

*5.1.2 Biologische Parameter ..... 13*

*5.1.3 Chemisch-biologische Parameter ..... 14*

**6. PROTEIN IN DER ERNÄHRUNG ..... 15**

6.1 ERMITTLUNG DES PROTEINBEDARFS ..... 15

6.2 PROTEINBEDARF ..... 17

6.3 ZUFUHREMPFEHLUNGEN ..... 17

6.4 PROTEINHALTIGE LEBENSMITTEL ..... 19

6.5 PROTEINVERSORGUNG IN ÖSTERREICH ..... 21

*6.5.1 Konsum von proteinhaltigen Lebensmittelgruppen in Österreich ..... 21*

6.6 VORTEILE & RISIKEN EINER PROTEINREICHEN ERNÄHRUNG ..... 22

**7. TRENDS IM PROTEINKONSUM ..... 23**

7.1 PROTEINHYPE ..... 23
7.2 VEGGIE-BOOM ..... 25
7.3 ESSBARE INSEKTEN ..... 29
*7.3.1 Leitlinie für Insekten als Nahrungsmittel ..... 33*
**8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS ..... 33**
**9. LITERATURVERZEICHNIS ..... 35**
**10. ZUSAMMENFASSUNG ..... 43**
**11. ABSTRACT ..... 44**
**12. UNTERRICHTSMATERIALIEN ..... 45**

# 1. EINLEITUNG

Protein ist ein wichtiger Bestandteil unserer Ernährung und für viele Funktionsabläufe im menschlichen Körper von großer Bedeutung. Aufgrund dieser Tatsache muss Eiweiß regelmäßig mit der Nahrung aufgenommen werden. Die vorliegende Diplomarbeit ist in zwei Teile gegliedert: in einen theoretischen Teil zu Beginn und einen darauffolgenden praktischen Teil, zusammen mit einer Auswahl an Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe.

Im ersten Teil werden Grundlagen zu Protein vermittelt. Darauf aufbauend folgt die Betrachtung von Protein aus ernährungsphysiologischer Sicht. Abschließend werden im Theorieteil Trends zum Proteinkonsum vorgestellt. Im Konkreten handelt es sich dabei um den Hype um Eiweiß, welcher sich durch eine Supplementierung mittels diverser Eiweißprodukte auszeichnet. Vegetarismus und Veganismus als ein bereits länger bestehender Ernährungstrend, wobei auf tierische Proteinquellen teilweise oder gänzlich verzichtet wird. Gefolgt von Insekten als mögliche Proteinquelle der Zukunft.

Im praktischen Teil findet sich eine Auswahl an Unterrichtsmaterialien inklusive Experimenten rund um Protein, welche in vier Themenblöcke (klassische Experimente, lebensmitteltechnologische Experimente, ökologische und sensorische Experimente) unterteilt sind. Hierbei wurde im Besonderen darauf Wert gelegt, dass diese in der Durchführung einfach und mit geringem Aufwand zu bewerkstelligen sind. Am Anfang von jedem Themenblock befindet sich eine Tabelle zur Übersicht. Diese gibt an, wie lange das Experiment dauert, welche Arbeitsmaterialien enthalten sind und welche Sozialform sich für die Ausführung eignet. Im Anschluss daran sind Lernziele formuliert, die der Lehrperson als Inspiration für eigene Zielformulierungen dienen oder auch direkt übernommen werden können. Dem folgend findet sich eine kurze theoretische Einführung für die Lehrperson. In dieser werden die wichtigsten

Informationen zu den unterschiedlichen Themengebieten kurz und prägnant geschildert. Teilweise bieten auch die Textpassagen aus dem Theorieteil die Grundlage dafür, diese sind jedoch an den Wissensstand der Schüler und Schülerinnen angepasst. Bei den Arbeitsblättern wurde vor allem auf eine übersichtliche sowie schülerinnen- und schülerfreundliche Gestaltung geachtet. Zudem wurden diese so konzipiert, dass sie von Lehrpersonen ohne weiteren Aufwand direkt als Kopiervorlage verwendet werden können. Nach den Arbeitsmaterialien folgt schließlich eine kurze Erläuterung. In dieser stehen Hinweise zur Vorbereitung und Durchführung des Versuchs oder des Arbeitsblatts. Am Ende jedes Themenblocks sind Lösungen ausgearbeitet.

# 2. PROTEIN

Die Bezeichnung „Protein“ stammt vom griechischen Wort „proteno“ ab und bedeutet „den ersten Platz einnehmend“. Protein, oder auch umgangssprachlich Eiweiß-Moleküle genannt, versorgen unseren Körper mit wichtigen Bausteinen, ohne die ein Leben unmöglich wäre (Biesalski et al, 2015). Eiweiß-Moleküle zeichnen sich durch eine facettenreiche und flexible Struktur aus, weshalb sie an einer Vielzahl von vitalen Geschehen in unserem Organismus involviert sind (Rehner & Daniel, 2010).

## 2.1 Funktionen

Protein stellt den Grundbaustein unserer Zellen dar und ist daher lebensnotwendig. Durch die Nahrung aufgenommen, versorgt Protein unseren Körper mit essentiellen und nicht essentiellen Aminosäuren. Die Hauptaufgabe von Protein ist die Neubildung und die Wiederherstellung von körpereigenen Eiweiß-Molekülen (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Protein erfüllt im Körper folgende Aufgaben:

- Aufbau von Körpermasse. Aus Protein werden beispielsweise Muskeln, Bindegewebe und Organgewebe aufgebaut. Besonders wichtig ist diese Funktion vor allem während Wachstumsprozessen, der Gestation und bei Erneuerungsvorgängen in Zellen.
- Transport von Substanzen.
- Bereitstellung von Enzymen, Hormonen und Immunproteinen.
- Erzeugung von Botenstoffen wie zum Beispiel Neurotransmittern.
- Synthese von biogenen Aminen.
- Bei Hunger kann Glucose aus den glykogenen Aminosäuren gebildet werden.
- Bereitstellung von Energie. Protein hat einen durchschnittlichen Brennwert von 17 Kilojoule oder 4 Kilokalorien pro Gramm (Elmadfa & Meyer, 2015).

## 2.2 Einteilung

Aufgrund des Facettenreichtums von Protein ist die Systematisierung komplex, trotzdem gibt es zwei Methoden Protein einzuteilen. Zum einen nach der Löslichkeit, wobei man zwischen Albuminen, Globulinen, Prolaminen, Glutelinen und Histionen unterscheidet (Ebermann & Elmadfa, 2011). Zum anderen kann Protein laut Elmadfa & Leitzmann anhand des chemischen Aufbaus systematisiert werden. Es gibt einfaches, komplexes oder auch konjugiertes sowie sekundäres, beziehungsweise abgeleitetes Protein (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Die Einteilung der Aminosäuren befindet sich im Kapitel 3. Aminosäuren.

Einfaches Protein besteht aus Aminosäuren und deren Derivaten wie zum Beispiel Albumin, Globulin, Prolamin, Glutelin und Albuminoide. Bei komplexen Protein handelt es sich um Aminosäuren und deren Derivate, die mit Nichtprotein-Gruppen verbunden sind. Beispiele dafür sind Nukleoprotein, Lipoprotein oder Glykoprotein. Sekundäres Protein wird häufig im Rahmen der Verdauung gebildet (Elmadfa & Meyer, 2015). Basierend darauf, wird zwischen Protein tierischer und pflanzlicher Herkunft unterschieden. Protein tierischen Ursprungs kann in fibröses und globuläres Protein gegliedert werden, welches einfachheitshalber ebenso als Struktur- und Funktionsprotein bezeichnet werden kann. Bei Protein pflanzlicher Herkunft gestaltet sich die Einteilung jedoch komplizierter. Grundsätzlich entstehet diese aber aus Gluteilinen und Prolaminen (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

## 2.3 Aufbau

Heutzutage kennt man etwa um die 1000 Eiweiß-Moleküle, welche in tierischen sowie in pflanzlichen Lebensmitteln vorkommen. Protein setzt sich aus Wasserstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff und anderen Bestandteilen wie zum Beispiel Schwefel zusammen (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Für den menschlichen Organismus stellt Protein die einzig verwendbare Quelle an Stickstoff dar (Biesalski et al., 2015). Protein ist ein komplexer Naturstoff,

welcher aus Aminosäuren besteht. Obwohl nur zwanzig unterschiedliche Aminosäuren am Aufbau von Eiweiß-Molekülen beteiligt sind, handelt es sich trotzdem um vielseitige Moleküle (Elmadfa & Meyer, 2015). Bei Protein handelt es sich also um Polymere aus Aminosäuren, die durch Peptidbindungen zusammenhängen. Beim Vorgang der Polymerisation verbindet sich die Carboxylgruppe einer Aminosäure unter Wasserabspaltung mit der α-Aminogruppe einer anderen Aminosäure. Dadurch entsteht eine Säureamidbindung, welche auch Peptidbindung genannt werden kann (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Jedes Protein enthält eine Anzahl an Aminosäuren, die in einer für das Protein spezifischen Sequenz, der Primärstruktur, verbunden sind (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Die Sekundärstruktur wird durch Wasserstoffbrücken bestimmt. Die dreidimensional gefaltete, meist auch biologisch aktive Konformation wird als Tertiärstruktur bezeichnet. Zudem gibt es auch Proteinmoleküle, die eine Quartärstruktur ausbilden (Rehner & Daniel, 2010).

## 3. AMINOSÄUREN

Bei Aminosäuren handelt es sich um chemische Verbindungen, welche sich aus einer Aminogruppe (NH 2), einer Säuregruppe und einer Carboxylgruppe (-COOH) zusammensetzen (Ebermann & Elmadfa, 2011). Die Seitenkette oder auch der Rest des Moleküls - (R) genannt - variiert von einer Aminosäure zur anderen (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

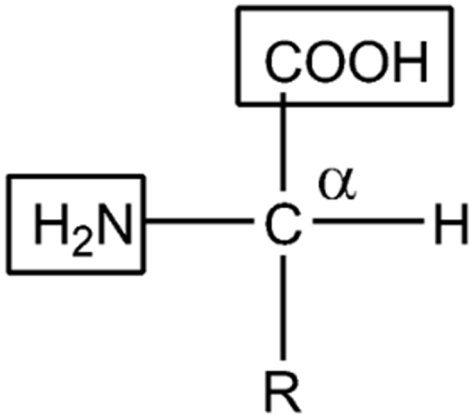



**Abbildung 1:** Grundgerüst einer Aminosäure (Elmadfa & Meyer, 2015)

Weniger als hundert bis zu mehreren tausend Aminosäuren können in einem Protein vorkommen. In den meisten Nahrungsproteinen kommen um die zwanzig vor (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Sind zwei bis neun Aminosäuren in der Peptidkette enthalten so spricht man von einem Oligopeptid. Von Polypetptiden ist die Rede, wenn zehn bis hundert Aminosäuren vorkommen. Wenn mehr als hundert in der Kette vorhanden sind, spricht man von Protein (Rehner & Daniel, 2010).

## 3.1 Chemische Einteilung der Aminosäuren

Aminosäuren unterscheiden sich nur in ihrer Seitenkette. Je nach Beschaffenheit dieser, kann man die proteinogenen Aminosäuren aufgrund ihrer Seitenkettenstruktur, die im Wesentlichen die Eigenschaften der Aminosäure bestimmt, einteilen (Rehner & Daniel, 2010).

Die proteinogenen Aminosäuren können in vier Gruppen eingeteilt werden:

- *„alipathische (offenkettige) AS: Glycin, Alanin, Valin, Leucin, Isoleucin, Serin, Threonin, Cystein, Methionin*
- *aromatische (ringförmig – nur C-Atome) und heterozyklische (ring-förmig – auch andere als C-Atome) AS: Phenylalanin, Tyrosin, Tryptophan, Prolin*
- *basische AS: Histidin, Lysin und Arginin*
- *saure Aminosäuren und ihre Amide (OH-Gruppe der Carboxylgruppe wird durch NH 2 ersetzt): Asparaginsäure, Asparagin, Glutaminsäure und Glutamin“* (Elmadfa & Meyer, 2015).

## 3.2 D- und L-Aminosäuren

Alle Aminosäuren haben am C-Atom vier unterschiedliche Bindungspartner. Bei Clycin handelt es sich um eine Ausnahme, welche diese Grundlage nicht erfüllt. Aufgrund dieser Tatsachen kann es zur Entstehung von identischen Aminosäuren kommen, die in ihrer räumlichen Struktur wie ein Bild und sein Spiegelbild auftreten. Dabei spricht man von D- und L-Aminosäuren. Vor allem

Letztere kommen in der Natur vor. Protein welches mittels Nahrungsmittel aufgenommenen wird, besteht gänzlich aus L-Aminosäuren (Elmadfa & Meyer, 2015).

## 3.3 Essentialität der Aminosäuren

Die Begriffe „unbedingt essentiell“, „bedingt essentiell“ und „nicht essentiell“ unterteilen die zwanzig Aminosäuren, die der Mensch zur Proteinbiosynthese benötigt, in drei Gruppen (Rehner & Daniel, 2010).

Essentielle Aminosäuren sind für den menschlichen Organismus unentbehrlich. Da unser Körper die Kohlenstoffgerüste dieser Aminosäuren nicht herstellen kann, müssen sie durch Nahrung zugeführt werden. Wenige essentielle Aminosäuren kann der Körper selbst synthetisieren – vor allem nur dann, wenn angemessene Kohlenstoffgerüste aufgenommen werden. Bedingt essentielle Aminosäuren sind nur unter bestimmten Lebensbedingungen essentiell, da sie dann vom Körper in unzureichenden Mengen synthetisiert werden. Nicht essentielle Aminosäuren können vom menschlichen Organismus jederzeit aus Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen gebildet werden (Elmadfa & Meyer, 2015).

Neben dieser Einteilung gibt es bezüglich der Relevanz von Aminosäuren laut der DGE eine weitere. Es gibt „unentbehrliche“ und „entbehrliche“ Aminosäuren. Zu den „unentbehrlichen“ Aminosäuren zählen Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenyl-alanin, Threonin, Tryptophan, Valin sowie für Kinder im Säuglinsalter Histidin. Alanin, Arginin, Asparagin, Asparagin-säure, Cystein, Glutamin, Glutamin-säure, Glycin, Prolin, Serin und Tyrosin gehören folglich zu den „entbehrlichen“ Aminosäuren, welche der Körper selbst synthetisieren kann (DGE, 2017a).

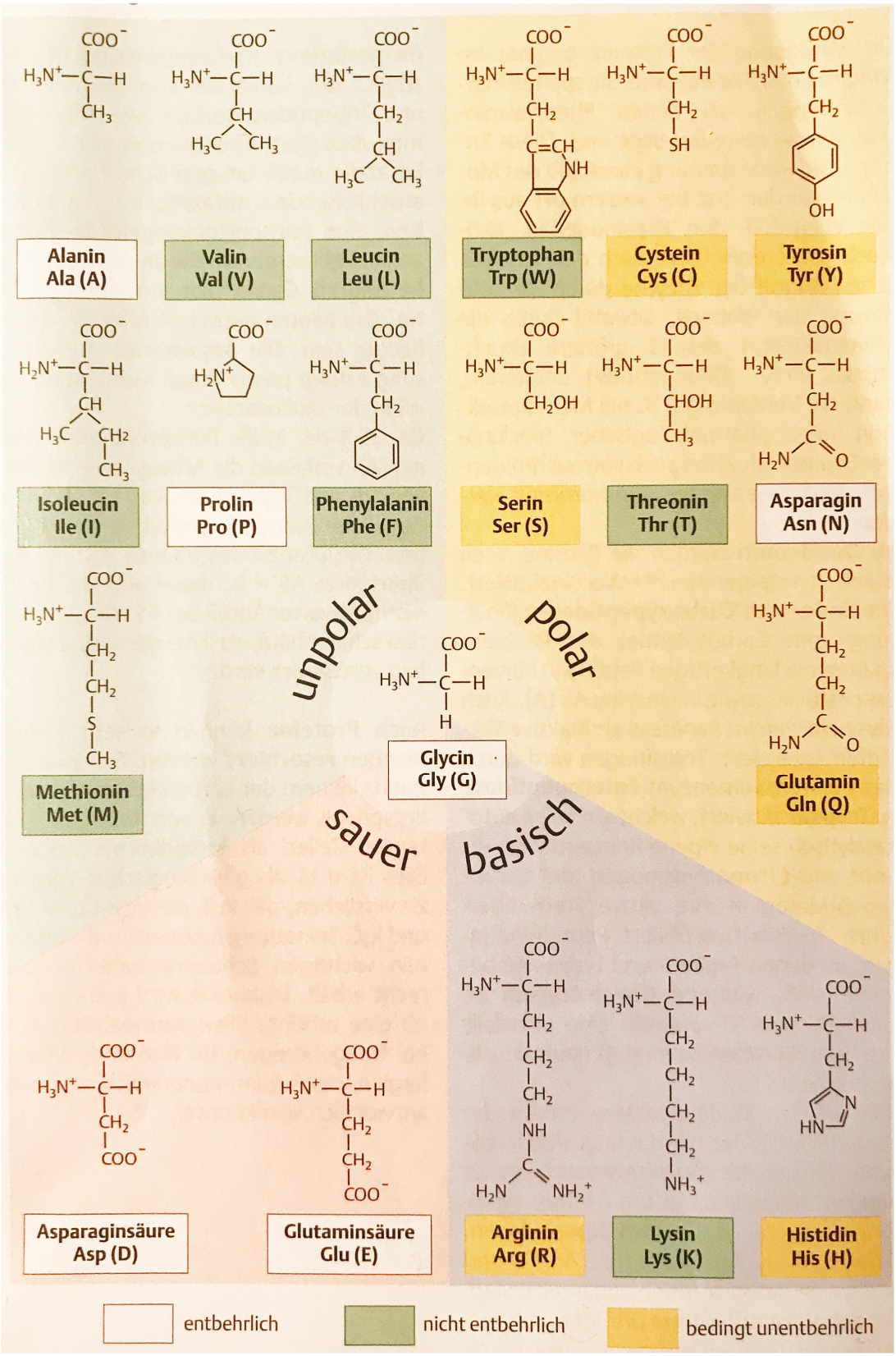



**Abbildung 2:** Proteinogene Aminosäuren (Biesalski et al., 2015)

# 4. STOFFWECHSEL VON PROTEIN

## 4.1 Verdauung, Transport und Absorption

Die Verdauung von Eiweiß-Molekülen setzt im Magen durch Pepsine ein. Dabei handelt es sich um eine teilweise und nicht wesentliche Verdauung. Durch die Freisetzung von Salzsäure im Magen wird Protein zu Peptiden gespalten und Pepsin wird aus seiner Vorstufe (Pepsinogen) aktiviert. Erst bei einem sauren pH-Wert zwischen 1,4 und 4 wird Pepsin aktiv. Das Pepsinogen ist ein Enzym, welches von den Hauptzellen der Magenschleimhaut gebildet wird (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Durch die Salzsäure können Enzyme besser wirken, da das Protein dadurch denaturiert wird.
Mit steigendem pH-Wert im Duodenum wird Pepsin inaktiv. Das Trypsinogen wird durch das Bürstensaumenzym Enteropeptidase in seine aktive Form Trypsin umgewandelt. Trypsin ist das Hauptenzym im Pankreassaft, welches langkettige Peptide in kürzere Ketten und einzelne Aminosäuren spaltet (Biesalski et al., 2015). Bestmöglich ist die Wirkung von Trypsin bei einem neutralen pH-Wert. Aromatische Aminosäuren werden bevorzugt durch Chymotrypsin gespalten. Im Duodenum gibt es auch noch weitere proteolytische Enzyme neben der Enteropeptidase wie zum Beispiel Elastase, Dipeptidase und Aminopeptidase, welche ebenso Peptide abbauen (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Die Aufnahme von Aminosäuren erfolgt mittels diverser Carrierproteine. Für jede spezifische Aminosäuregruppe gibt es ein eigenes Transportprotein. Freie Aminosäuren werden über einen $Na^+$ gekoppelten Symport aufgenommen. Bei Di- und Tripeptiden werden zwei Mechanismen zur Aufnahme diskutiert. Zum einen die Einschleusung in die Mukosazelle durch unspezifische Carrier und die folgende Hydrolyse in der Zelle. Zum anderen eine transportgekoppelte Hydrolyse an der Zellmembran. Die in die Aufnahme involvierten Carrier können $Na^+$-Gradientengesteuert oder unabhängig sein. Bei etwa 25 Prozent der Aminosäuren, die von der Mukosazelle in die Pfortader und weiter an die

Leber abgegeben werden, handelt es sich um Di- und Tripeptide (Biesalski et al., 2015).

## 4.2 Protein Turnover

Protein unterliegt in unserem Organismus einem ständigen Turnover. Der sogenannte „steady state“ sorgt dafür, dass ein Gleichgewicht zwischen der Synthese und dem Abbau von Protein eingehalten wird. Der menschliche Körper kann Protein speichern, die Menge davon ist jedoch von der Versorgung abhängig. Je nach Höhe und Qualität der Proteinzufuhr, steigt oder sinkt die gespeicherte Proteinmenge im Organismus. Eine durchschnittlich schwere erwachsene Person beinhaltet circa zehn bis elf Kilogramm Köperprotein. Davon können rund drei Kilogramm ohne gesundheitliche Risiken abgebaut werden. Der Grund dafür ist, dass in diesen drei Kilogramm vor allem Abfallprodukte von Zellsubstanz enthalten sind. Wird nach einen Zeitraum mit proteinreicher Nahrungszufuhr weniger Protein zugeführt, sinkt die Ausscheidung von Stickstoff im Harn erst nach mehreren Tagen merklich. Nach etwa vier bis sechs Tagen ist die im Urin enthaltene Menge an Stickstoff gleich der Menge der Proteinzufuhr durch die Ernährung. Eine Steigerung der Proteinaufnahme erhöht die Ausscheidung von Stickstoff innerhalb mehrerer Tage (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Sogar bei einer eiweißlosen Ernährungsform kommt es zur Ausscheidung von Stickstoff, da Protein abgebaut werden. Diese nimmt jedoch nach kurzer Zeit ab und pendelt sich auf ein Stickstoffminimum ein. Um also einen Proteinabbau im Körper zu vermeiden, muss somit eine adäquate Menge an Eiweiß aufgenommen werden (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Das Gesamtprotein kann bei Menschen mit stabilen Isotopen markiert und mittels einer Massenspektrometrie gemessen werden. Im Anschluss daran können die Umsatzrate, der Gesamtproteinabbau und die Rate der Gesamtproteinsynthese berechnet werden. Im Allgemeinen ist der Turnover so groß, dass die beim Abbau entstehenden Aminosäuren teilweise wieder für den Aufbau von neuen Protein verwendet werden können. Zudem ist die Rate der

Erneuerung von Protein in unserm Organismus mit etwa 250-350 Gramm pro Tag deutlich höher als die durchschnittliche, tägliche Zufuhr an Protein (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

## 4.3 Desaminierung und Transaminierung von Aminosäuren

Bei Stoffwechselvorgängen im Zusammenhang mit Protein entsteht Stickstoff, welcher jedoch nicht wie Kohlenstoff zur Gewinnung von Energie herangezogen werden kann. Die anfallenden Aminogruppen werden entweder zur Bereitstellung anderer Substanzen verwendet, oder als Ammoniak (umgewandelt in Harnstoff) über den Urin ausgeschieden (Elmadfa & Meyer, 2015).

### 4.3.1 Oxidative Desaminierung der Aminosäuren

*„Bei der oxidativen Desaminierung [...] wird die Aminogruppe, katalysiert durch Dehydrogenasen, abgespalten und als Ammoniak freigesetzt“ (Elmadfa & Meyer, 2015).*

Diese erfolgt in zwei Schritten. Zu Beginn wird Wasser von der Aminogruppe abgespalten wodurch eine Iminosäure entsteht. Das dabei entstehenden $H^+$ wird auf $NAD^+$ und $NADP^+$ abgegeben. Im nächsten Schritt kommt es durch die Abtrennung der Iminogruppe zu einer α-Ketosäure (Elmadfa & Meyer, 2015).

### 4.3.2 Transaminierung der Aminosäuren

Bei der Transaminierung können einerseits Ketosäuren in Aminosäuren andererseits aber auch Aminosäuren in Ketosäuren umfunktioniert werden. Zudem ist es auch die Aufgabe der Transaminierung D- in L-Aminosäuren umzuwandeln, wodurch eine Aufnahme von D-Aminosäuren ermöglicht wird (Ebermann & Elmadfa, 2011).

## 4.4 Glukogene und Ketogene Aminosäuren

Aus glukogenen Aminosäuren kann im menschlichen Organismus Glucose hergestellt werden. Alle zwanzig Aminosäuren, mit Ausnahme von Lysin und Leucin, haben diese Funktion. Lysin und Leucin sind ketogene Aminosäuren, welche zum Aufbau von Fettsäuren, Ketonkörpern und Isoprenoiden verwendet werden können (Elmadfa & Meyer, 2015).

## 4.5 Harnstoffzyklus

In der Leber wird der anfallende Stickstoff eliminiert und in Form von Harnstoff ausgeschieden. Der Köper wandelt Ammoniak in Ammonium um und überträgt dieses unter einem hohen energetischen Aufwand auf den Harnstoff. Über die menschlichen Nieren wird nur ein geringer Ammoniumanteil abgesondert (Biesalski et al., 2015).

# 5. PROTEINQUALITÄT

Die Proteinqualität wird durch vielfältige Einflussfaktoren bestimmt. Einerseits ist Protein, das körpereigenes Protein bilden kann, qualitativ hochwertiger. Andererseits spielt aber auch die Tatsache eine Rolle, ob es sich um essentielle, bedingt essentielle oder nicht essentielle Aminosäuren handelt (Elmadfa & Meyer, 2015). Die Qualität eines Proteins korreliert somit nicht mit der Quantität des aufgenommenen Proteins. Die meisten pflanzlichen Lebensmittel haben eine geringere Proteinqualität als tierische Produkte (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

## 5.1 Bestimmung der Proteinqualität

Um die Qualität von Protein bestimmen zu können, werden in der Praxis zwei unterschiedliche Methoden angewendet. Es kommen sowohl biologische als auch chemische Tests zum Einsatz, bei denen sich die Ergebnisse oftmals stark unterscheiden. Deswegen gehört es zur guten wissenschaftlichen

Arbeitsweise, die Proteinqualität mittels beider Methoden zu analysieren. Zudem ist auch eine Kombination beider Praktiken, wobei es sich um chemisch-biologische Tests handelt, zur Qualitätsermittlung von Eiweiß einsetzbar (Elmadfa & Meyer, 2015).

### 5.1.1 Chemische Parameter

Unter gängige chemische Bestimmungsmethoden zur Ermittlung der Proteinqualität fallen beispielsweise folgende Tests: Das E/N Verhältnis und der Chemical Score (CS) - oder auch Amino Acid Score (AAS) genannt.

Die E/N Ratio untersucht den Gehalt an Stickstoff von essentiellen und nicht essentiellen Aminosäuren und vergleicht diesen untereinander. Der CS beziehungsweise der AAS vergleicht die Menge von jeder einzelnen, essentiellen Aminosäure im Nahrungsprotein mit dem Gehalt an essentiellen Aminosäuren im Referenzprotein (Elmadfa & Meyer, 2015). Die Welternährungsorganisation (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) und die Weltgesundheitsorganisation (WHO) haben ein Referenzprotein ermittelt, um Vergleiche bezüglich der Proteinqualität, welche auch die Essentialität beinhaltet, zu ermöglichen (Elmadfa & Meyer, 2015). *„Demnach beträgt der Anteil an essenziellen Aminosäuren im Referenzprotein 38–40 %“* (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

### 5.1.2 Biologische Parameter

Zu den biologischen Bestimmungsverfahren für die Ermittlung der Proteinqualität zählt unter anderem die biologische Wertigkeit, welche angibt, inwieweit ein mit der Nahrung aufgenommenes Protein zur Biosynthese von Protein beitragen kann (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Genauer gibt die biologische Wertigkeit also darüber Auskunft, wie viel körpereigenes Protein aus 100 Gramm mit der Nahrung aufgenommenen Protein gebildet werden kann (ÖGE, 2007).

Das Hühnerei stellt für die biologische Wertigkeit einen Referenzwert dar, welcher bei 100 liegt. Fleisch liegt mit einer biologischen Wertigkeit von 80-85 ein wenig darunter. Roggenmehl, Reis und Weizenmehl haben eine deutlich geringere biologische Wertigkeit mit Werten zwischen 78 und 47. Je nach Kombination der unterschiedlichen Proteinquellen, kann die Qualität von Protein erhöht werden. Beispielsweise erreicht die Kombination von 36 Prozent Vollei und 64 Prozent Kartoffeln einen Wert von 136. Dies ist auf die ergänzende Wirkung diverser Aminosäuren zurückzuführen. Beispielsweise unterscheiden sich Hülsenfrüchte und Getreide in ihrer Aminosäurezusammensetzung. Getreide enthält wenig Lysin, Threonin sowie Tryptophan, ist jedoch reich an Methionin, welches in Leguminosen limitiert ist. Aufgrund dieser Tatsache kann die biologische Wertigkeit durch Mischung unterschiedlicher Proteinquellen gesteigert werden (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

### 5.1.3 Chemisch-biologische Parameter

*„Ein in der Praxis gebräuchlicher chemisch-biologischer Parameter ist der PDCAAS Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (deutsche Übersetzung: ‚um die Proteinverdaulichkeit korrigierte Aminosäurenbewertung')“* (Elmadfa & Meyer, 2015).

Beginnend wird dabei die Qualität von Protein mithilfe von chemischen Bestimmungsmethoden (CS, ASS) ermittelt. Weiters wird der Wert des ASS mit der tatsächlichen Verdaubarkeit, welche mittels Experimenten an Tieren untersucht wurde, multipliziert. Aufgrund der Tatsache, dass die Verdaulichkeit von Eiweiß nur in Tierversuchen ermittelt wird, unterscheidet sich diese Methode von der Messung der biologischen Wertigkeit, welche an Menschen sowie Tieren durchgeführt wird (Elmadfa & Meyer, 2015).

# 6. PROTEIN IN DER ERNÄHRUNG

Protein ist sowohl in tierischen (Milchprodukte, Fisch sowie Fleisch- und Wurstwaren) als auch in pflanzlichen Lebensmitteln (Hülsenfrüchte, Nüsse und Getreide) enthalten (Markova et al., 2016).

Aufgrund des Aminosäuremusters und der Verfügbarkeit von essentiellen, bedingt essentiellen und nicht essentiellen Aminosäuren, unterscheidet sich Protein aus tierischen Quellen von Protein aus pflanzlichen Quellen. Die meisten pflanzlichen Eiweißquellen enthalten nicht alle für den Menschen lebenswichtigen Aminosäuren, tierische Produkte im Gegensatz dazu aber schon (DGE, 2017a).

## 6.1 Ermittlung des Proteinbedarfs

Laut Elmadfa und Leitzmann kann der Proteinbedarf durch zwei unterschiedliche Messungen analysiert werden: Zum einen gibt es die faktorielle Methode, welche eine Vielzahl an Faktoren, die zum Stickstoffverlust beitragen, beinhaltet. Es werden alle Stickstoffabsonderungen berücksichtigt und zusätzlich auch die geschätzte Menge an Stickstoff in Form von biologisch hochwertigem Eiweiß miteinbezogen, was notwendig ist, um den Verlust an Stickstoff zu kompensieren (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Bei einer eiweißfreien aber mit ausreichend Energie versorgenden Ernährungsweise, nimmt die Stickstoffausscheidung über den Urin in kürzester Zeit deutlich ab. Innerhalb weniger Tage stellt sich anschließend ein Minimum der Stickstoffausscheidung ein, welches auf dem Stickstoffverlust des Körpers basiert. Die Mindestausscheidung von Stickstoff pendelt sich bei einem Wert von 37 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht ein. Stickstoff wird auch über den Kot abgegeben. Bei erwachsenen Menschen sind es pro Kilogramm Körpergewicht in etwa 12 Gramm. Im Weiteren wird auch über die menschliche Haut Stickstoff abgesondert, was mit Werten zwischen 4-8 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht eher gering ist. Zudem gibt es noch weitere

Ausscheidungswege, wie zum Beispiel über die Atmung, die Monatsblutung oder Flüssigkeiten, die von den Schleimhäuten produziert werden. Alles im Allem lässt sich dadurch ein täglicher Stickstoffverlust von 54 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht ermitteln, welcher eine Einbuße von 0,34 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht an Protein ergibt (Elmadfa & Leitzmann, 2015).
*„Die Empfehlungen zur Proteinaufnahme werden daraus errechnet, indem die 2-fache Standardabweichung und Korrekturfaktoren einkalkuliert werden“*
(Elmadfa & Meyer, 2015).

| **Errechnung der Empfehlung zur Proteinaufnahme aus dem Mindestproteinbedarf** | **Proteinmenge (g/kg KG)** |
|---|---|
| Proteinmenge, welche die obligatorischen N-Verluste ausgleicht (Mittelwert, MW) = täglicher Mindestproteinbedarf | 0,34 |
| Mindestproteinbedarf + 2× Standartabweichung zu Berücksichtigung individueller Schwankungen (= 2×15% = 30% vom MW) | 0,45 |
| Korrekturfaktor für Verluste bei der Proteinverwertung im Körper am Beispiel von Vollei-Protein | 0,59 |
| Korrekturfaktor für Verluste bei der Proteinverwertung im Körper bei Proteinen mit geringerer Qualität als Vollei-Protein; z.B. ein Protein weist 75% der Qualität von Vollei-Protein auf, so wird noch einmal mit 100/75 multipliziert: 0,59×100/57 | 0,80 |

**Abbildung 3:** Proteinbedarf (Datengrundlage: Elmadfa & Meyer, 2015 & D-A-CH, 2018; eigene Darstellung)

Der Proteinbedarf kann auch mittels der Stickstoff-Bilanz-Methode herausgefunden werden, wobei es sich um eine unmittelbare Erhebung der Mindestmenge an Proteinzufuhr für die Erhaltung einer ausgewogenen

Stickstoffbilanz bei „normalen“ Erwachsenen handelt (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

*„Die Differenz zwischen Stickstoffaufnahme und Stickstoffausscheidung bezeichnet man als Stickstoffbilanz“ (Ebermann & Elmadfa, 2011).*

## 6.2 Proteinbedarf

Umgangssprachlich wird der Begriff „Proteinbedarf“ verwendet, obwohl es im eigentlichen die Aminosäuren und deren Aminostickstoffe sind, die unser Körper dringend benötigt (Elmadfa & Meyer, 2015).

Im Durchschnitt besteht unser Organismus je nach Alter aus sieben bis dreizehn Kilogramm Eiweiß (DGE, 2017b). Säuglinge benötigen pro Kilogramm Körpergewicht nahezu fünfmal so viel Eiweiß wie Personen im Erwachsenenalter. Im Kinder- und Jugendlichenalter ergibt sich aufgrund einer Wachstumsperiode ebenso ein Mehrbedarf an Protein. Zudem muss auch während der Gestation und des Stillens an einen höheren Proteinbedarf gedacht werden. Bei Senioren wird wiederum eine höhere Proteinaufnahme empfohlen, um dem Abbau von Muskelmasse entgegenzuwirken (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Ebenso ist bei sportlich aktiven Menschen ein erhöhter Proteinbedarf, den es zu decken gilt, zu berücksichtigen. Dieser ist aber erst bei Extremsportlern deutlich erhöht (Deibert et al., 2005).

## 6.3 Zufuhrempfehlungen

Die folgende Tabelle zeigt den Proteinbedarf verschiedener Altersgruppen.

[a] Die Zahlen in der Tabelle sind auf ein gängiges, normales Körpergewicht bezogen. Für die Errechnung bei übergewichtigen Personen mit einem Body-Mass-Index von über 25 kg/m$^2$ bei Erwachsenen, sollte das Normalgewicht verwendet werden.

[b] Die Zahlenwerte in der Tabelle sind auf ein Referenzgewicht bezogen.

[c] Die Werte beziehen sich auf eine Vermutung, die konkreten Werte sind von den genauen Inhaltstoffen der Muttermilch abhängig.

[d] Diese Zahlen sind geschätzt, da der Bedarf an Portein nicht konkret ermittelt werden konnte (D-A-CH, 2018).

| Alter | Protein | | | |
|---|---|---|---|---|
| | g/kg Körpergewicht/ Tag[a] | | g/ Tag[b] | |
| | m | w | m | w |
| **Säuglinge** | | | | |
| 0 bis unter 1 Monat[c] | 2,5 | | 8 | |
| 1 bis unter 2 Monate[c] | 1,8 | | 8 | |
| 2 bis unter 4 Monate[c] | 1,4 | | 8 | |
| **Kinder und Jugendliche** | | | | |
| 1 bis unter 4 Jahre | 1,0 | | 14 | |
| 4 bis unter 7 Jahre | 0,9 | | 18 | |
| 7 bis unter 10 Jahre | 0,9 | | 26 | |
| 10 bis unter 13 Jahre | 0,9 | 0,9 | 37 | 38 |
| 13 bis unter 15 Jahre | 0,9 | 0,9 | 50 | 49 |
| 15 bis unter 19 Jahre | 0,9 | 0,8 | 62 | 58 |
| **Erwachsene** | | | | |
| 19 bis unter 25 Jahre | 0,8 | 0,8 | 57 | 48 |
| 25 bis unter 51 Jahre | 0,8 | 0,8 | 57 | 48 |
| 51 bis unter 65 Jahre | 0,8 | 0,8 | 55 | 47 |
| 65 Jahre und älter[d] | 1,0 | 1,0 | 67 | 57 |
| **Schwangere** | | | | |
| 2. Trimester | | 0,9 | | +7 |
| 3. Trimester | | 1,0 | | +21 |
| **Stillende** | | 1,2 | | +23 |

**Abbildung 4:** Zufuhrempfehlungen (Datengrundlage: D-A-CH, 2018; eigene Darstellung)

*„Die empfohlene Zufuhr von Protein liegt bei 0,8 g pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag, was bei einer vollwertigen Mischkost einem Anteil an Protein von 9 bis 11 % der Gesamtenergiezufuhr pro Tag entspricht“* (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017b). Diese Angaben sind auf erwachsene Menschen zu beziehen.

Im Allgemeinen wird ein Proteinanteil von bis zu 15 Prozent der Nahrungsenergie toleriert (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017b). Eine deutlich höhere Zufuhr an Eiweiß wird nicht empfohlen, da es insbesondere durch einen hohen Anteil an tierischen Protein zu Folgeerkrankungen kommen kann (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Etwa ein Drittel des mit der Nahrung aufgenommenen Proteins sollte eine hohe biologische Wertigkeit aufweisen, um zu gewährleisten, dass unser Körper eine optimale Versorgung erhält. Hat das zugeführte Protein eine optimale Zusammensetzung von essentiellen, bedingt essentiellen und nicht essentiellen Aminosäuren, so muss dieser Wert nicht zwingend erreicht werden. Protein spielt üblicherweise bei der Energieversorgung des Körpers nur eine geringe Rolle, werden jedoch zu wenig energieliefernde Makronährstoffe (Fett und Kohlenhydrate) aufgenommen, wird der Energiebedarf durch Eiweiß gedeckt (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

## 6.4 Proteinhaltige Lebensmittel

| **Lebensmittel** | **Portionsgröße (verzehrbarer Anteil)** | **Proteingehalt** | |
|---|---|---|---|
| | | **pro 100 g** | **in g pro Portion in g** |
| **Pflanzliche Lebensmittel** | | | |
| Tofu, gegart | 100 g | 16 | 16 |
| Vollkornnudeln, gegart | 200 g | 6 | 12 |
| Linsen, gegart | 120 g | 9 | 11 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Erbsen, grün, gegart | 150 g | 7 | 10,5 |
| Champignons, gegart | 200 g | 4 | 8 |
| Haferflocken | 6 Esslöffel (60 g) | 13 | 8 |
| Sojadrink | 1 Glas (200 ml) | 3,5 | 7 |
| Rosenkohl, gegart | 150 g | 4 | 6 |
| Kartoffel, geschält, gegart | 250 g | 2 | 5 |
| Bohnen, grün, gegart | 150 g | 3 | 4,5 |
| Walnüsse | 25 g | 16 | 4 |
| Vollkornbrot | 1 Scheibe (50 g) | 7 | 3,5 |

| **Lebensmittel** | **Portionsgröße (verzehrbarer Anteil)** | **Proteingehalt** | |
|---|---|---|---|
| | | **pro 100 g** | **in g pro Portion in g** |
| **Tierische Lebensmittel** | | | |
| Schweinefleisch, gegart | 1 Stück (150 g) | 24 | 42 |
| Forelle, gegart | 150 g | 23 | 35 |
| Quark (mind. 20% Fett i. Tr.) | 150 g | 14 | 19 |
| Emmentaler (mind. 20% Fett i. Tr.) | 1 Scheibe (30 g) | 34 | 10 |
| Ei, gekocht | 1 Stück (60 g) | 12 | 7 |
| Kuhmilch | 1 Glas (200 ml) | 3 | 6 |
| Joghurt | 1 kleiner Becher (150 g) | 3 | 4,5 |

**Abbildung 5:** Unterschiedliche Lebensmittel und ihre Proteingehalte (Datenvorlage: DGE, 2017a; eigene Darstellung)

## 6.5 Proteinversorgung in Österreich

Der österreichische Ernährungsbericht zeigt eine befriedigende Versorgung der österreichischen Bevölkerung mit Protein. Im Durchschnitt beträgt die Eiweißzufuhr innerhalb aller teilnehmenden Altersgruppen (18–64 Jahre) 14,9 Energieprozent, welche sich somit im Rahmen der Empfehlung befindet (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017b).

### 6.5.1 Konsum von proteinhaltigen Lebensmittelgruppen in Österreich

Aus dem österreichischen Ernährungsbericht geht hervor, dass sich die Österreicher und Österreicherinnen nicht an Empfehlungen für unterschiedliche Lebensmittelgruppen halten.
Die österreichische Ernährungspyramide empfiehlt den täglichen Konsum von circa 200 Millilitern fettarmer Milchprodukten wie zum Beispiel Buttermilch oder Joghurt sowie zwei handflächengroße aber dünne Scheiben Käse (Ministerium Frauen Gesundheit, 2016a). Milch- und Milchprodukte enthalten wertvolles Protein sowie Vitamine und Calcium. Verglichen mit den Empfehlungen wird tatsächlich gerade einmal die Hälfte davon konsumiert (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017b).

Für Fleisch, Wurst und Eier gibt es ebenso Empfehlungen. Wöchentlich sollten nicht mehr als drei Portionen fettarme Fleisch- oder Wurstwaren sowie drei Eier konsumiert werden. Zudem wird zweimal pro Woche zum Konsum von Fisch geraten. Eine Portion Fleisch oder Fisch entspricht etwa der Handfläche und sollte nicht dicker als ein Finger sein (Ministerium Frauen Gesundheit, 2016a). Daten aus dem österreichischen Ernährungsbericht zeigen, dass der Konsum von Fleisch und Wurst deutlich höher als die Empfehlung ist. Zudem werden mehr als die drei empfohlenen Eier pro Woche gegessen. Im Gegensatz dazu erreicht der Fischkonsum nicht annähernd die empfohlene Verzehrmenge (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017b).

Bei den Proteinquellen pflanzlicher Herkunft weicht die tatsächlich aufgenommene Menge an Nahrungsmitteln ebenso von der Empfehlung ab, da Alles in Allem zu wenig pflanzliche Proteinlieferanten konsumiert werden (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017b).

## 6.6 Vorteile & Risiken einer proteinreichen Ernährung

In den vergangen Jahren wurde eine proteinreiche Ernährung von den unterschiedlichsten Medien immer mehr hervorgehoben. Vor allem die positiven Auswirkungen auf das Körpergewicht sind vielversprechend. Laut der DGE sind diese Effekte aber nur auf die ersten drei bis sechs Monate begrenzt und nehmen im Anschluss wieder ab (DGE, 2017a). Von einem hohen Proteinanteil spricht man, wenn über 20 Prozent des Energiebedarfs durch Eiweiß gedeckt werden (Zentrum der Gesundheit, 2017).

Eine große europäische Studie begleitete Erwachsene aus acht unterschiedlichen Ländern nach einer Gewichtsabnahme bei fünf verschiedenen Ernährungsweisen. Ergebnisse zeigten, dass ein hoher Proteingehalt in der Nahrung und eine eingeschränkte Fett- und Kohlenhydratzufuhr eine längerfristige Gewichtserhaltung von über 26 Wochen ermöglichen. Zudem konnte ein positiver Zusammenhang zwischen einer moderaten Erhöhung der Proteinzufuhr und der minimalen Reduktion des glykämischen Index ermittelt werden (Larsen et al., 2010). Eine weitere Studie zeigte, dass sich bei übergewichtigen Jugendlichen im Alter von 18–20 Jahren ein proteinreiches Frühstück positiv auf die Gewichtskontrolle auswirken kann. Die Aufnahme eines proteinhaltigen Frühstücks verhinderte die Erhöhung des Körperfettanteils in einem Zeitfenster von über 12 Wochen - im Vergleich zum Auslassen des Frühstücks oder einer normalen Proteinzufuhr (Leidy et al., 2015).

Eine weitere Studie verdeutlicht, dass sich eine proteinreiche Ernährung bei gesunden Personen positiv auf den Triglyceridspiegel aber nicht auf den Glucosestoffwechsel auswirken kann. Zudem fand die Studie heraus, dass eine

proteinhaltige Ernährung auf Dauer zu einer Insulinresistenz und Fettleber führen kann (Rietman, 2015). Ebenso wird eine hohe Proteinzufuhr, speziell von tierischem Eiweiß, mit einem kardiovaskulären Risiko und einer erhöhten Sterblichkeit in Verbindung gebracht. Pflanzliches Protein stellt im Gegensatz dazu jedoch keine Gefährdung der Gesundheit dar (Song et al., 2016). Weiters wird eine proteinreiche Ernährungsform bei jüngeren Menschen (unter 65 Jahren) mit einem erhöhten Risiko an Krebs zu erkranken in Verbindung gebracht. Durch den gesteigerten Eiweißkonsum, insbesondere von Protein tierischer Herkunft, werden vermehrt Wachstumshormone produziert, welche einerseits für den Muskelaufbau, andererseits aber auch für das Tumorwachstum mitverantwortlich sind (Levine et al., 2014).

# 7. TRENDS IM PROTEINKONSUM

Seit einigen Jahren beschäftigen sich immer mehr Menschen mit der Frage was gesundes Essen ausmacht. Vor allem in sozialen Netzwerken tauchen regelmäßig „neue Trends“ auf. Im Speziellen sind auch einige dieser Trends mit dem Makronährstoff Protein in Verbindung zu bringen. Im Folgenden werden neuartige sowie bereits länger bestehende Ernährungstrends vorgestellt und aus ernährungsphysiologischer Sicht betrachtet.

## 7.1 Proteinhype

Seit einigen Jahren steigt das Interesse der breiten Masse an Eiweißprodukten (Ärzte Zeitung, 2018). Vor allem auf Plattformen für soziale Medien scheint es undenkbar zu sein auf Eiweißpulver und Co zu verzichten. Junge Männer und Frauen präsentieren auf Fotos ihre durchtrainierten Körper, während sie dabei einen Eiweißriegel verzehren oder Proteinshakes zubereiten (Zimmermann, 2016).

Laut Angaben des Portals Statista wurden im Jahr 2013 weltweit rund 7,2 Milliarden US-Dollar mit diversen proteinbasierten Nahrungsergänzungsmitteln umgesetzt (Statista, 2015).

Proteinprodukte in unterschiedlichen Formen sind inzwischen in unseren Supermärkten angekommen. Was früher vor allem das Interesse von Bodybuildern weckte und nur in speziellen Shops oder Fitnesscentern erworben werden konnte, kann mittlerweile auch in der Kühlabteilung, im Brotregal oder an der Kasse im Einkaufszentrum erstanden werden (The Guardian, 2016).

Im Jahr 2016 wurde eine Studie durchgeführt, um die Gründe für den ansteigenden Proteinkonsum bei Menschen, die in ihrer Freizeit moderaten Sport betreiben, herauszufinden. Mittels eines Online-Fragebogens wurden 813 Personen interviewt, sowohl Anwender und Anwenderinnen von Protein Supplementen, als auch jene die darauf verzichten. Bei den befragten Frauen und Männern lag der Hauptgrund für eine zur Nahrung zusätzlichen Proteinaufnahme darin, ihre Muskelmasse aufzubauen. Zudem sind Nutzer und Nutzerinnen von Proteinzusätzen auch der Meinung, dass diese eine positive Wirkung auf das körperliche Wohlbefinden und die Gesundheit haben. Die Studie fand ebenso heraus, dass die Proteinzufuhr nicht an das Aktivitätslevel der Probanden und Probandinnen angepasst war. So nahmen weniger aktive Menschen in der Regel mehr Protein zu sich als aktivere. Dies lässt vermuten, dass diese Personen ihre geringe körperliche Aktivität, mittels der Mehreinnahme von Proteinprodukten, wettmachen wollten (Hartmann & Siegrist, 2016.) Ein solches Verhalten lässt sich mithilfe einer anderen Studie erklären, in welcher der Zusammenhang zwischen Nahrungsergänzungsmittel und dem Gesundheitsverhalten erforscht wurde. Man kam zum Ergebnis, dass sich der Konsum von Produkten zur Nahrungsergänzung negativ auf das Gesundheitsverhalten auswirkt (Chiou et al., 2011).

Eiweißpulver können sowohl auf tierischer als auf pflanzlicher Basis hergestellt werden. Im Handel werden Proteinpulver aus Casein, Molke, Eiklar, Soja, Reis und Erbsen angeboten (Fitness Experts, 2017). Fertige Proteindrinks, Müsli mit extra Protein oder Eiweißriegel enthalten neben Protein oftmals künstliche Aromen, Farbstoffe, Zucker oder Zuckeraustauschstoffe sowie Konservierungsmittel (Nowotney, 2017).

Ernährungsexperten und Ernährungsexpertinnen sind sich einig: Für den „Otto Normalverbraucher“ ist die Aufnahme von Eiweißpräparaten oder Lebensmitteln, die mit Eiweiß angereichert sind, nicht notwendig, da über die Ernährung ausreichend Protein aufgenommen wird (Ärzte Zeitung, 2018). Zudem unterstreichen Daten aus dem österreichischen Ernährungsbericht diese Aussage. Mit der Aufnahme von etwa 15 Energieprozent an Eiweiß ist eine ausreichende Versorgung gegeben (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017b).

## 7.2 Veggie-Boom

Vor einigen Jahren wurden vegetarische und vegane Ernährungsformen immer populärer. Aus einem für die meisten Menschen zu Beginn fremdartigen Trend, entstand vor einigen Jahren jedoch ein „neuer“ Lebensstil (Leitzmann, 2011). Historisch gesehen gibt es diese Form der Ernährung bereits seit der Antike. Die Grundidee stammte von einer strenggläubigen Sekte im alten Griechenland, welche von Pythagoras aus ethischer und religiöser Überzeugung weitergeführt wurde (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Laut dem Veggie-Report des Jahres 2017, ernähren sich in Österreich rund 5,7 Prozent der Menschen vegetarisch oder vegan. Davon sind 81 Prozent Vegetarier und Vegetarierinnen und 19 Prozent Veganer und Veganerinnen (Marketagent.com, 2017). Grundsätzlich muss bei der Einteilung dieser Ernährungsform auf verschiedene Lebensmittel geachtet werden, die verzehrt werden dürfen oder eben nicht. Bei einer ovo-Lakto-vegetarischen Lebensweise werden neben Lebensmittel pflanzlichen Ursprungs auch Eier und Milchprodukte konsumiert. Menschen die sich lakto-vegetarisch ernähren nehmen Produkte basierend auf Milch jedoch keine Eier zu sich. Eine weitere Art ist die ovo-vegetarische Ernährungsform, bei der alle Produkte tierischer Herkunft bis auf Eier vermieden werden (Elmadfa & Leitzmann, 2015).
Veganer und Veganerinnen verzichten gänzlich auf Produkte tierischer Herkunft. Zudem versuchen Menschen, die sich für einen veganen Lebensstil entschieden haben, die Verwendung tierischer Rohstoffe - wie beispielsweise

Leder oder Wolle - zu vermeiden. Somit handelt es sich bei der veganen Lebensweise um eine besondere und gleichzeitig strengere Form des Vegetarismus (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Die Motive sich für eine vegetarische Lebensweise auszusprechen sind vielfältig. Im Vordergrund stehen jedoch moralische und religiöse Gründe (Leitzmann, 2011). Rund 47 Prozent der Menschen gaben an, dass sie aufgrund der medialen Berichterstattung über die katastrophalen Zustände der Tierhaltung bewusst auf tierische Produkte verzichten. 26 Prozent schilderten persönliche Erfahrungen im Bereich der Massentierhaltung als Beweggrund auf Fleisch und Co zu verzichten. Etwa 1,9 Prozent änderten ihre Ernährungsweise aufgrund einer religiösen Motivation, wie beispielweise eine Änderung des Religionsbekenntnisses (Marketagent.com, 2017).

Ein weiterer Aspekt, sich für eine vegetarische Ernährungsform zu entscheiden, ist auf gesundheitliche Faktoren zurückzuführen (Elmadfa & Leitzmann, 2015). 26,5 Prozent der Menschen verzichten ihrer Gesundheit zuliebe auf Fleisch und weitere tierische Produkte (Marketagent.com, 2017).
Im Jahr 2016 wurde von der amerikanischen Akademie für Ernährung und Diätetik eine Stellungnahme zu der vegetarischen Lebensform veröffentlicht, in welcher deutlich zu einer Ernährung mit einem eingeschränkten Konsum von tierischen Lebensmitteln beziehungsweise zum Verzicht auf tierische Produkte geraten wird. Egal in welcher Lebensphase oder in welchem Lebensabschnitt man sich gerade befindet, eine vegetarische Ernährungsform bietet eine Menge an gesundheitlichen Vorteilen, wie zum Beispiel ein reduziertes Risiko, an lebensstilbedingten Krankheiten zu erleiden. Dazu zählen unter anderem Diabetes Mellitus Typ-2, Hypertonie, Adipositas, koronarer Herzkrankheit und verschiedene Arten von Krebs (Melina et al., 2016).

Im Allgemeinen äußert sich eine gesunde Ernährungsweise darin, dass man sowohl Makronährstoffe als auch Mikronährstoffe in angemessenen Mengen zu sich nimmt. Je nach Art des Nährstoffs und der Lebenslage gibt es

unterschiedliche Empfehlungen für die Aufnahme (Leitzmann, 2011). Diese wurden bereits im Kapitel „Zufuhrempfehlungen“ aufgezeigt. Vor allem die ovo-lakto-vegetarische Ernährung, bei der neben Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs auch Milchprodukte und Eier gegessen werden dürfen, eignet sich für eine dauerhafte Ernährung (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Bei Kleinkindern, Heranwachsenden sowie bei stillenden und Schwangeren muss jedoch besonders auf eine adäquate und bedarfsgerechte Nährstoffaufnahme geachtet werden (Ministerium Frauen Gesundheit, 2016b).

Bei einer veganen Ernährungsform könnten jedoch Schwierigkeiten auftreten, was die ausreichende Nährstoffversorgung betrifft, da einige Lebensmittelgruppen nicht aufgenommen werden. Veganer und Veganerinnen haben meist eine deutlich geringere Zufuhr an essentiellen Aminosäuren und langkettigen-Omega-3-Fettsäuren. Durch eine sorgfältig ausgewählte Kombination von unterschiedlichen pflanzlichen Proteinlieferanten, kann dem jedoch entgegengewirkt werden. Omega-3-Fettsäuren sind vor allem im fettreichen Fisch zu finden, dieser wird jedoch bei einer veganen Ernährung nicht konsumiert. Um bei Veganern und Veganerinnen eine ausreichende Versorgung zu gewährleisten, wird die Aufnahme von mit Mikroalgenöl angereicherten Nahrungsmitteln empfohlen. Zudem ist auch die Gefahr eines Mangels an Vitamin B12, Vitamin B2 und Vitamin D gegeben. Vor allem bei Vitamin B12 sollte an eine Supplementation gedacht werden, da dieser Mikronährstoff so gut wie gar nicht in pflanzlichen Produkten vorkommt. Bei den Spurenelementen Calcium, Jod, Eisen, Selen und Zink könnte es ebenso zu einer unzureichenden Zufuhr kommen, welche jedoch durch eine facettenreiche Nahrungsmittelaufnahme verhindert werden kann (Richter et al., 2016). Laut der Nationalen Ernährungskommission (NEK) ist es bei einer veganen Lebensweise nicht möglich, beziehungsweise nur begrenzt, den menschlichen Körper mit genügend Nährstoffen zu versorgen. Dies gilt im Besonderen für Vitamin B12 und die im oberen Absatz bereits erwähnten Nährstoffe. Weshalb eine vegane Ernährungsform von der NEK im Gegensatz zu der Empfehlung der amerikanischen Akademie für Ernährung vor allem für Kinder, Jugendliche, Schwangere sowie Stillende nicht empfohlen wird (Ministerium Frauen

Gesundheit, 2016b). Diesen Standpunkt vertritt die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) ebenso. Zusätzlich wird Menschen, die sich dennoch für eine vegane Ernährung entscheiden, zu einer Vitamin B12 Supplementation, regelmäßigen ärztlichen Untersuchungen zur Kontrolle der Versorgung mit Nährstoffen, der Konsum von Lebensmitteln, die reich an sogenannten „Problemnährstoffen“ sind sowie die eventuelle Aufnahme von Nahrungsergänzungsmitteln geraten (DGE, 2016).

Laut Leitzmann steht die ökologische Motivation an dritter Stelle (Leitzmann, 2011). Die weltweit zur Verfügung stehende landwirtschaftliche Nutzfläche beträgt in etwa fünf Milliarden Hektar, wobei rund ein Drittel davon als Agrarfläche und zwei Drittel als Weideland verwendet werden. Zudem werden weitere 10 Prozent des Ackerlandes für die Produktion von Futtermitteln, insbesondere Getreide, beansprucht (Fritz, 2011). Bei etwa einem Drittel der weltweiten Ernte handelt es sich um Futter für die Tiere (Engler et al., 2016). Global gesehen ist der Beitrag zur Energieversorgung - mittels tierischer Produkte - mit nur 13 Prozent jedoch relativ gering. Mit rund 27,9 Prozent tragen tierische Nahrungsmittel zur Deckung des weltweiten Proteinbedarfs bei (FAO, 2011). Diese Zahlen verdeutlichen, dass die Tierhaltung mit einem enormen Flächenverbrauch und einem extrem hohen Futtermittelbedarf einhergeht. In den letzten Jahren ist zudem die Nachfrage nach tierischen Produkten gestiegen. Die Folgen davon sind negative Auswirkungen auf unsere Umwelt. Nahrungsmittel tierischer Herkunft verursachen im Gegensatz zu pflanzlichen Produkten deutlich höhere Emissionen an Treibhausgas, wodurch der Klimawandel begünstig wird. Zusätzlich werden in der Produktion von tierischen Lebensmitteln Ressourcen wie beispielweise Wasser und Düngemittel verschwendet (Engler et al., 2016).

Weitere, jedoch weniger ausschlaggebendere Auslösefaktoren für eine vegetarische Lebensweise, sind unter anderem: Abneigung gegen Fleisch aus geschmacklichen Gründen, Vorbildfunktion von Freunden oder Verwandten, Skandale in der Fleischindustrie, Wunsch nach einer Reduktion des

Körpergewichtes oder eingeengte finanzielle Möglichkeiten (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Wie bereits erwähnt, wirkt sich eine vegetarische Ernährungsform positiv auf die Gesundheit aus. Studien zeigen, dass vegane oder vegetarische Ernährungsweisen eine vorteilhafte Wirkung auf den Cholesterinspiegel haben (Appleby et al, 1999). Zudem haben Vegetarier und Vegetarierinnen gegenüber Fleischessern und Fleischesserinnen ein deutlich geringeres Risiko an Krebs zu erkranken (Key et al., 2009). Im Weiteren ist die Gefahr an Diabetes-Typ-2 oder Übergewicht zu leiden wesentlich geringer als bei Menschen die regelmäßig Fleisch konsumieren (Tonstad et al., 2009). Außerdem fanden Studien heraus, dass Veganer und Veganerinnen sowie Vegetarier und Vegetarierinnen niedrigere Blutdruckwerte aufweisen und somit ein geringeres Risiko für Hypertonie haben (Pettersen et al., 2012).
Aufgrund von vielzähligen gesundheitlichen Vorteilen, steht einer ovo-lakto-vegetarischen Ernährungsweise laut Ernährungsexpertinnen und Ernährungsexperten nichts im Wege. Da bei einer veganen Lebensweise eine angemessene Nährstoffzufuhr allerdings nicht oder nur eingeschränkt möglich ist, wird diese vor allem für Kleinkinder, Jugendliche sowie während des Stillens und der Gestation nicht empfohlen (Ministerium Frauen Gesundheit, 2016b).

## 7.3 Essbare Insekten

Der Begriff Entomophagie beschreibt den Konsum von Insekten durch Menschen. Insekten leisten seit einem langen Zeitraum einen wichtigen Bestandteil zur Ernährung der Weltbevölkerung. Vor allem in Ländern wie Afrika, Asien oder Lateinamerika ist es üblich, Insekten zu verspeisen (FAO, 2013). Zudem werden sie in tropischen Regionen als besonderes Genussmittel angesehen. Neben der kulturellen Prägung kann auch der religiöse Kontext in Bezug auf den Verzehr von Insekten eine wichtige Rolle spielen. Sowohl in christlicher, islamischer als auch in jüdischer Literatur, ist der Konsum dieser

Tiergruppe niedergeschrieben. Historisch gesehen, befindet sich die Wiege der Entomophagie in Griechenland (Van Huis et al., 2013).
Seit einiger Zeit scheint das Interesse an Insekten aber auch auf westliche Länder überzugreifen (FAO, 2013).

In Europa werden Insekten großteils nur als neuartige Nischennahrung vermarktet, die vor allem in exklusiven Restaurants und Onlineshops angeboten wird. Exemplarisch kann Christoph Tohmann als Gründer der Internetseite www.insektenessen.at genannt werden, der sich innerhalb Österreichs als einer der Ersten auf Insekten als Nahrungsmittel spezialisierte (Kunst Essen Kino, 2017). Auf seiner Homepage werden essbare Insekten (Mehlwürmer, Grillen, Heimchen und Buffalowürmer) inklusive Rezepte und Tipps für die Zubereitung verkauft sowie Kochkurse angeboten. Über vierzig Kochkurse zum Thema Insekten fanden bereits im 16. Wiener Gemeindebezirk statt (Zirpinsects, o. J.).

Hinsichtlich dieses Trends stellt sich die Frage, wie Insekten aus ernährungsphysiologischer Sicht zu bewerten sind. Mehlwürmer, Heimchen und Co sind reich an Nährstoffen und bieten sich laut FAO als hervorragende Proteinquelle an (FAO, 2013). Eine Studie, in der 236 für den menschlichen Verzehr geeignete Insekten untersucht wurden, zeigt mehr als zufriedenstellende Ergebnisse. Insekten sind reich an Protein und haben zudem eine ausgewogene Zusammensetzung an essentiellen, bedingt essentiellen und nicht essentiellen Aminosäuren. Rund 31-65 Prozent Proteingehalt weisen Insekten in der Trockenmasse auf (Rempe, 2014). Zudem zeigen sie einen hohen Anteil an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Im Weiteren ist auch eine beachtliche Menge an Mikronährstoffen wie Kupfer, Eisen, Zink, Selen und Riboflavin darin enthalten. Generell muss jedoch darauf Aufmerksam gemacht werden, dass sich die Nährstoffgehalte innerhalb der einzelnen Insektengruppen aufgrund des Einsatzes von unterschiedlichen Futtermitteln stark unterscheiden können (Rumpold & Schlüter, 2013).

In einer anderen in Mexiko durchgeführten Studie, wurde bei 78 genießbaren Insekten die Funktion als Energielieferanten getestet, wobei man zu dem Ergebnis kam, dass 100 Gramm Insekten zwischen 293 bis 762 kcal haben (Ramos-Elorduy et al., 1997). So liefern 100 Gramm Mehlwürmer rund 550 kcal, Buffalowürmer 484 kcal, Heimchen 458 kcal und Wanderheuschrecken 559 kcal (Zirpinsects, o. J.).

Neben interessanten ernährungsphysiologischen Werten liefern Insekten jedoch auch noch weitere relevante Vorteile gegenüber der konventionellen Tierhaltung, vor allem in Bezug auf unsere Umwelt. Die Umwandlungsrate von Futter zu Körpermasse ist beispielsweise bei Rindern deutlich geringer als bei Insekten. Während Insekten aus zwei Kilogramm Futter circa ein Kilogramm reine Körpermasse generieren können, sind es bei Rindern lediglich ein Kilogramm pro acht Kilogramm zugeführtem Futter. Dies ist auf die kaltblütige Lebensweise von Insekten zurückzuführen (FAO, 2013). Zudem liefert der Tierhaltungssektor einen negativen Beitrag zum Klimawandel durch den Ausstoß von Treibhausgasen. In einer Studie wurden Treibhausemissionen von fünf unterschiedlichen Insektenarten erforscht, wobei vier der fünf Arten deutlich niedrigere Werte als Schweine oder Rinder zeigten (Onnincx et al., 2010). Darüber hinaus verdeutlichen weitere Studien, dass Insekten einen geringeren Wasserverbrauch gegenüber Hühnern, Schweinen sowie Wiederkäuern haben. Abschließend muss auch noch der deutlich geringere Flächenverbrauch als ökologischer Vorteil angesprochen werden (Van Huis et al., 2013).

Daten der Welternährungsorganisation (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) zeigen, dass ein Wachstum der Weltbevölkerung bis zum Jahr 2030 auf rund neun Milliarden Menschen möglich ist (FAO, 2016).
Allein im Jahr 2015 litten bereits 815 Millionen Menschen weltweit an Hunger (FAO, 2015). Somit steht die Menschheit vor neuen Herausforderungen im Bereich der Welternährung. Angesichts dieser Tatsache sollten Insekten als Grundnahrungsmittel oder auch als Nahrungsergänzungsmittel in Betracht gezogen werden (Van Huis et al., 2013).

Auch wenn der Verzehr von Insekten in Europa bis dato nur wenig verbreitet ist, steigt trotzdem das Interesse der breiten Masse daran. In den vergangenen fünf Jahren haben sich die Anzahl an wissenschaftlichen Publikationen sowie Fachtagungen zu diesem Thema vervielfacht. Grund dafür sind vor allem die positiven Wirkungen auf den Klimawandel. So sehen Industriestaaten Insekten nicht nur für den menschlichen Verzehr geeignet, sondern auch vermehrt als potentielles Futtermittel, wodurch aufgrund der ökologischen Vorteile (geringere Emission von Treibhausgasen, verminderter Flächen- und Wasserverbrauch) Ziele rund um den Klimaschutz verwirklicht werden könnten (Schäfer et al., 2016). Derzeitig sind Insekten als Futtermittel für Nutztiere in Europa jedoch noch nicht zugelassen. Eine Ausnahme bietet die Verfütterung von Heimchen und Co an Haustiere sowie Aquakulturen (Bundesamt für Ernährungssicherheit, o. J.). Im Gegensatz dazu sind Insekten als Nahrungsmittel in Österreich erlaubt (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017a).
Laut der europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) fehlt es allerdings noch an fundiertem Wissen bezüglich Haltung und Verarbeitung, weshalb eine intensive Forschung auf diesem Gebiet notwendig ist (EFSA, 2015).
In Europa kann allerdings mit einer Änderung der gesetzlichen Lage bezüglich Insekten als Futtermittel gerechnet werden, da Insekten eine qualitative Alternative zu bestehenden Futtermitteln darstellen. Ob sich Insekten in Europa auch als Nahrungsmittel durchsetzen ist derzeit nicht zu beantworten, jedoch besteht in jedem Fall ein großes Potential. Da in Großteilen Europas jedoch eher ein Überschuss bezüglich der Proteinversorgung besteht, wäre eine Reduktion der Aufnahme von tierischen Produkten ebenso eine umweltfreundliche Möglichkeit um Ressourcen der Erde zu schonen (Rumpold & Schlüter, o. J.).

In Bezug auf die Sicherheit von Insekten zeigten Studien bisher, dass der Konsum von essbaren Insekten für die Gesundheit keine Gefahr darstellt (Banjo et al., 2012). Zudem gibt es bis dato auch noch keine vorliegenden Berichte über Krankheiten, die von Insekten auf den menschlichen Organismus

übertragenen werden (FAO, 2013). Allerdings liegen Indizien vor, dass der Verzehr von Insekten Allergien auslösen kann. Für die breite Masse stellt sich der Genuss von Arthropoden aber als unproblematisch dar (Van Huis et al., 2013).

### 7.3.1 Leitlinie für Insekten als Nahrungsmittel

Allgemein kann gesagt werden, dass alle für den menschlichen Konsum geeigneten Tiere - inklusive Insekten - laut dem europäischen Lebensmittelrecht als Nahrungsmittel zu bezeichnen sind. Aufgrund dieser Tatsache ist das Lebensmittel- und Verbraucherschutzgesetz wirksam. Bis zum heutigen Tag gibt es keine konkreten Vorschriften für das Inverkehrbringen von gezüchteten, Insekten wie es sie für andere tierische Produkte gibt. Somit liegt die Verantwortlichkeit für die Sicherheit dieser Lebensmittel also bei den Züchtern (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017a).

Im Weiteren gibt es eine Verordnung für neuartige Lebensmittel, welche auch als „Novel Food“ bezeichnet werden. Hierbei handelt es sich um Nahrungsmittel, die bis zum 15.05.1997 in Europa nur in geringen Mengen oder gar nicht konsumiert wurden. Insekten sind in der Europäischen Union somit als „Novel Food“ einzuordnen, die bis zum Jahr 2020 ohne Zulassungsverfahren verkauft werden dürfen (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017a).

## 8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1: GRUNDGERÜST EINER AMINOSÄURE (ELMADFA & MEYER, 2015)..... 5

ABBILDUNG 2: PROTEINOGENE AMINOSÄUREN (BIESALSKI ET AL., 2015)..... 8

ABBILDUNG 3: PROTEINBEDARF ( DATENGRUNDLAGE: ELMADFA & MEYER, 2015; EIGENE DARSTELLUNG)..... 16

ABBILDUNG 4: ZUFUHREMPFEHLUNGEN (DATENGRUNDLAGE: D-A-CH, 2015; EIGENE DARSTELLUNG)..... 18

ABBILDUNG 5: UNTERSCHIEDLICHE LEBENSMITTEL UND IHRE PROTEINGEHALTE (DATENVORLAGE: DGE, 2017; EIGENE DARSTELLUNG)..... 19-20

# 9. LITERATURVERZEICHNIS


Appleby, P. N., Thorogood, M., Mann, J. I. & Key, T. J. A. (1999): The Oxford Vegetarian Study: an overview, in: *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70 (3), 525-531, DOI: 10.1093/ajcn/70.3.525s.

Ärzte Zeitung (Hrsg.) (2018): Was steckt hinter dem Protein-Hype?, [online] https://www.aerztezeitung.de/panorama/ernaehrung/article/956568/gefaehrlicher-marketingtrend-steckt-hinter-protein-hype.html?sh=2&h=273711950 [06.03.2018].

Banjo, A. D., Lawal, O. A. & Adevemi, A. I. (2012): The Microbial Fauna Associated with the Larvae of Oryctes Monocerus, in: *Journal of Applied Sciences Research*, 2 (11), 837-843.

Biesalski, H.-K., Grimm, P. & Nowitzki-Grimm, S. (2015): *Taschenatlas Ernährung*, Stuttgart: Thieme.

Bundesamt für Ernährung (Hrsg.) (o. J.): Insekten als Futtermittel, [online] https://www.baes.gv.at/futtermittel/fachmeldungen/insekten-als-futtermittel/ [13.04.2018].

Chiou, W.-B., Yang, C.-C. & Wan, C.-S. (2011): Ironic effects of dietary supplementation: illusory invulnerability created by taking dietary supplements licenses health-risk behaviors, in: *Physical Science*, 22 (8), 1081-1086, DOI: 10.1177/0956797611416253.

D-A-CH (Hrsg.) (2018): *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*, 2. Aufl., Neustadt an der Weinstraße: Neuer Umschau Buchverlag.

Deibert, P., König, D. & Berg, A. (2005): Ernährungsempfehlungen für Sporttreibende – Gesundheitsvorteile auch für die Gesamtbevölkerung?, in: *Journal für Ernährungsmedizin*, 7 (1), 14-21.

DGE (Hrsg.) (2017a): Ausgewählte Fragen und Antworten zu Proteinen und unentbehrlichen Aminosäuren, [online] https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/faq/protein/ [02.03.2018].

DGE (Hrsg.) (2016): Position der Deutschen Gesellschaft für Ernährung - Vegane Ernährung, [online] https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/dge-position/vegane-ernaehrung/ [09.04.2018].

DGE (Hrsg.) (2017b): Wie viel Protein brauchen wir?, [online] https://www.dge.de/presse/pm/wie-viel-protein-brauchen-wir/ [27.02.2018].

Ebermann, R. & Elmadfa, I. (2011): *Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung*, 2. Aufl.,Wien: Springer.

EFSA (Hrsg.) (2015): Risk profile related to pro- duction and consumption of insects as food and feed, in: *EFSA Journal*,13 (10), DOI:10.2903/j.efsa.2015.4257 .

Elmadfa, I. & Leitzmann, C. (2015): *Ernährung des Menschen*, 5. Aufl., Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

Elmadfa, I. & Meyer, A. L. (2015): *Ernährungslehre: 110 Tabellen*, 3. Aufl., Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

Engler, S., Stengel, O. & Bommert, W. (2016): Einleitung: Regional, innovativ und gesund, in: Engler, S., Stengel, O. & Bommert, W. (Hrsg.), *Regional, innovativ und gesund: Nachhaltige Ernährung als Teil Der Großen Transformation*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht Gmbh & Co.

FAO (Hrsg.) (2013): Der Beitrag von Insekten zu Nahrungssicherung, Lebensunterhalt und Umwelt, [online] http://www.fao.org/docrep/018/i3264g/i3264g.pdf [06.03.2018].

FAO (Hrsg.) (2016): Food Outlook, [online] https://www.weltagrarbericht.de/fileadmin/files/weltagrarbericht/GlobalAgriculture/02Hunger/FoodOutlook10_2016.pdf [05.02.2018].

FAO (Hrsg.) (2015*):* The State of Food Insecurity in the World, [online] http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf [05.02.2018].

FAO (Hrsg.) (2011): World Livestock 2011. Livestock in food security, [online] http://www.fao.org/docrep/014/i2373e/i2373e.pdf [05.03.2018].

Fitness Experts ( 2017): Welche Proteinpulver gibt es? Eine Übersicht aller Sorten, [online] https://fitness-experts.de/supplements/proteinpulver-uebersicht [ 14.03.2018].

Fritz, T. (2011): *Brot oder Trog Futtermittel, Flächenkonkurrenz und Ernährungssicherheit*. Stuttgart: Diakonisches Werk der EKD.

Hartmann, C. & Siegrist, M. (2016): Benefit beliefs about protein supplements: A comperative study of users and non-users, in: *Appetite,* 103, 229-235, DOI: https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.04.020.

Key, T. J., Appleby, P. N., Spencer, E. A., Travis, R. C., Roddam, A. W. & Allen, N. E. (2009): Cancer incidence in vegetarians: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-Oxford), in: *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89 (5), 1620-1626, DOI: 10.3945/ajcn.2009.26736M

Kunst Essen Kino (2017): Insekten Dinner, [online] https://www.kekinwien.at/essen/05/2017/insekten-dinner-insekten-essen/ [06.03.2018].

Larsen, T. M., Dalskov, S. M., van Baak, M., Jebb, S. A., Papadaki, A., Pfeiffer, A. F., Martinez, J. A., Handjieva-Darlenska, T., Kunesova, M., Pihlsgard, M., Stender, S., Holst, C., Saris, W. H., Astrup, A., Diet, O. & Genes, P. (2010): *Diets with High or Low Protein Content and Glycemic Index for Weight- Loss Maintenance*, in: The New England Journal of Medicine, 363 (22), 2102-2113, DOI: 10.1056/NEJMoa1007137.

Leidy, H. J., Hoertel, H. A., Douglas S., M., Higgins, K. A. & Shafer, R. A.(2015): A high-protein breakfast prevents body fat gain, through reductions in daily intake and hunger, in “Breakfast skipping” adolescents, in: *Obesity A Research Journal*, 23 (9), 1761–1764, DOI: 10.1002/oby.21185.

Leitzmann, C. (2011): Mehr als ein Ernährungsstil: Vegetarismus, in: *Biologie in unserer Zeit*, 41 (2), 124-131, DOI: 10.1002/biuz.201110447.

Levine, M. E., Suarez, J. A., Brandhorst, S., Balasubramanian, P., Cheng, C.-W., Madia, F., Fontana, L., Mirisola, M. G., Guevara- Aguirre, J., Wan, J., Passarino, G., Kennedy, B. K., Cohen, P., Crimmins, E. M. & Longo, V. D. (2014): Low Protein Intake is Associated with a Major Reduction in IGF-1, Cancer, and Overall Mortality in the 65 and Younger but Not Older Population, in: *Cell Metabolism*, 19 (3), 407-417, DOI: 10.1016/j.cmet.2014.02.006.

Markova, M., Sucher, S., Pivovarova, O. & Pfeiffer, A. F. H. (2016): *Proteinreiche Ernährung für die Gesundheit*. LeguAN-Projekt: Tierisches oder pflanzliches Protein*,* in: *Ernährung im Fokus*, 190-195.

Marketagent.com (Hrsg.) (2017): Veggie-Report. Vegetarische und vegange Ernährung in Österreich, [online] http://www.marketagent.com/webfiles/MarketagentCustomer/pdf/015b2445-19d8-4d70-a812-97ab5d6755d8.pdf [05.03.2018].

Melina, V., Craig, W. & Levin, S. (2016): Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diet*s*, in: *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116 (12), 1970–1980, DOI: 10.1016/j.jand.2016.09.025.

Ministerium Frauen Gesundheit (Hrsg.) (2016a): Die österreichische Ernährungspyramide, [online] https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/7/3/0/CH1046/CMS1290513144661/folder_erpyr_web.pdf [09.04.2018].

Ministerium Frauen Gesundheit (Hrsg.) (2016b): Empfehlung der Nationalen Ernährungskommunikation, Arbeitsgruppe: Ernährungsempfehlungen und Ernährungskommunikation: Vegane Ernährung, [online] http://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/3/3/4/CH1364/CMS1347872626120/nek_empfehlung_zur_veganen_ernaehrung_nov_2016.pdf [09.04.2018].

Ministerium Frauen Gesundheit (Hrsg) (2017a): Leitlinie für gezüchtete Insekten als Lebensmittel, [online] https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/buch/codex/beschluesse/Insekten_LL.pdf?5th0ev [25.02.2017].

Ministerium Frauen Gesundheit (Hrsg.) (2017b): Österreichischer Ernährungsbericht. 2017, [online] https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/9/5/0/CH1048/CMS1509620926290/erna_hrungsbericht2017_web_20171018.pdf [28.02.2018].

Nowotney, M. (2017): Proteindrinks: Wer braucht die Extraportion Eiweiß?, [online] http://help.orf.at/stories/2842629/ [14.03.2018].

Onnincx, D. G. A. B., Van Itterbeeck, J, Heetkamp, M. J. W., Van den Brand, H., Van Loon, J. J. & Van Huis, A. (2010): An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption, in: *Public Library of Science*, 5 (12), 1-7, DOI: 1 0.1371/journal.pone.0014445

ÖGE (Hrsg.) (2007): Eiweiß, [online] https://www.oege.at/index.php/bildung-information/nahrungsinhaltsstoffe/eiweiss [27.02.2018].

Pettersen, B. J., Anousheh, R., Fan, J. Jaceldo-Siegl, K. & Fraser, G., E. (2012): Vegetarian diets and blood pressure among white subjects: results from the Adventist Health Study-2 (AHS-2), in: *Public Health Nutrition*, 15 (10), 1909–1916, Doi: 10.1017/S1368980011003454.

Ramos-Elorduy, J., Moreno, J. M. P., Prado, E. E., Perez, M. A., Otero, J. L. & Guevara, O. L. (1997): Nutritional Value of Edible Insects from the State of Oaxaca, Mexico, in: *Journal of Food Composition and Analysis*, 10 (2), 142-157, DOI: 10.1006/jfca.1997.0530.

Rehner, G., & Daniel, H. (2010): *Biochemie der Ernährung*, 3. Aufl., Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Rempe, C. (2014): Hui oder pfui: Insekten in der menschlichen Ernährung, in: *Ernährung im Fokus*, 198-202.

Richter, M., Boeing, H., Grünewald-Funk, D., Heseker, H., Kroke, A., Leischik-Bonnet, E., Oberrritter, H., Strohm, D. & Watzl, B. (2016): Vegane Ernährung. Position der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), in: *Ernährungs Umschau international*, 63 (04), 92-102.

Rietman, A. (2015): *Effect of dietary protein on lipid and glucose metabolism: implications for metabolic health*, Wageningen University, Wageningen.

Rumpold, B. A. & Schlüter, O. K. (o. J.): Insekten: Nahrungsmittel der Zukunft?, [online] https://www.ugb.de/downloads/pdf/articles/Insekten.pdf [13.04.2018].

Rumpold, B. A. & Schlüter, O. K. (2013): Nutritional composition and safety aspects of edible insects, in: *Molecular Nutrition & Food Research*, 57 (5), 802-823, DOI: 10.1002/mnfr.201200735.

Schäfer, B., Bandick, N., Epp, A., Hirsch-Ernst, K. I., Pucher, J., Schumann, R., Spolders, M., Wagner, B. & Lampen, A. (2016): BfR-Symposium ,,Insekten als Lebens- oder Futtermittel: Nahrung der Zukunft?‘‘ Bericht zum Symposium am 24. Mai 2016, in: *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 11, 281-289, DOI: 10.1007/s00003-016-1038-0.

Song, M., Fung, T. T., Hu, F. B., Willet, W. C., Longo, V. D., Chan, A. T. & Giovannucci, E. L. (2016): Association of Animal and Plant Protein Intake With All-Cause and Cause-Specific Mortality, in: *Jama Internal Medicine*, 176 (10), 1453-1463, DOI: 10.1001/jamainternmed.2016.4182.

Statista (Hrsg.) (2015): Umsatz mit proteinbasierten Nahrungsergänzungsmitteln weltweit nach Produktgruppen im Jahr 2013 (in Millionen US-Dollar), [online] https://de.statista.com/statistik/daten/studie/444920/umfrage/umsatz-mit-proteinbasierten-nahrungsergaenzungsmitteln-weltweit-nach-produktgruppen/ [06.03.2018].

The Guardian (Hrsg.) (2016): Protein hype: shoppers flushing money down the toilet, say experts, [online] https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2016/dec/26/protein-hype-shoppers-flushing-money-down-the-toilet-say-experts [06.03.2018].

Tonstad, S., Butler, T., Yan, R. & Fraser, G. E. (2009): Type of Vegetarian Diet, Body Weight, and Prevalence of Type 2 Diabetes, in: *Diabetes Care*, 32 (5), 791-796, DOI: 10.2337/dc08-1886.

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, E., Mertens, Halloran, A., Muir, G. & Vantomme, P. (2013): *Edible insects: future prospects for food and feed security*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Zentrum der Gesundheit (Hrsg.) (2017): Tierisches Eiweiss [sic]: So schädlich wie das Rauchen*,* [online] https://www.zentrum-der-gesundheit.de/tierisches-eiweiss-ia.html [04.03.2018].

Zimmermann, M. (2016): Selbstoptimierung treibt Deutsche in den Eiweiß-Rausch, [online] https://www.welt.de/wirtschaft/article154337524/Selbstoptimierung-treibt-Deutsche-in-den-Eiweiss-Rausch.html [06.03.2018].

Zirpinsects (o. J.): Insektenessen, [online] http://insektenessen.at [06.03.2018].

# 10. ZUSAMMENFASSUNG

Diese Diplomarbeit befasst sich mit Protein, welches seit jeher eine wichtige Rolle in der Ernährung des Menschen spielt. In den vergangen Jahren sind einige Trends entstanden, die den Konsum von Protein beeinflussen. Im Allgemeinen zeigen die Tendenzen vor allem Richtung Lifestyle basierte Trends. Der Hype um Eiweiß, Vegetarismus und Veganismus sowie Insekten als Proteinquelle der Zukunft, werden in der vorliegenden Arbeit aus unterschiedlichen Perspektiven - in Bezug auf ernährungsphysiologische, gesundheitliche und ökologische Faktoren - genauer betrachtet.

Neben der wissenschaftlichen Beurteilung von Protein und dazugehörigen Trends, die sich auf den Verzehr von Eiweiß beziehen, wurden auch Unterrichtsmaterialen inklusive Experimenten ausgearbeitet, welche sich auf den Makronährstoff Eiweiß stützen. Diese gliedern sich in klassische Experimente, lebensmitteltechnologische Versuche, Arbeitsmaterialien zu einem nachhaltigen Proteinkonsum sowie sensorische Versuche. Das Ziel dieser Arbeit ist es Lehrpersonen aufzuzeigen, wie einfach Experimente mit und um das Thema Eiweiß in den Unterricht zu integrieren sind. Deshalb wurde bei der Erstellung der verschiedenen Unterrichtsentwürfe besonders auf eine zeitsparende und unkomplizierte Durchführung der Versuche geachtet.

## 11. ABSTRACT

This diploma thesis deals with protein which is well known for playing an important role in human nutrition. In recent years some trends have emerged which having effects on the consumption of protein. Generally, these trends are mainly on lifestyle based. The hype surrounding protein, vegetarianism and veganism as well as insects as protein source of the future are examined in this thesis detail focusing on nutritional, health as well ecological aspect.

In addition to the scientific evaluation of protein and related, teaching resources including experiments with protein had been developed. These teaching materials are divided into classical experiments, food-technological experiments, working materials on sustainable protein consumption and sensory experiments. The aim of this work is to illustrate teachers the potential of integrating protein experiments into their lessons. Therefore, special attention was paid to time-saving and easy implementation of the presented experiments.

# 12. UNTERRICHTSMATERIALIEN

## 12.1 Klassische Experimente

## Einführung – Sicherheitshinweise

Viele Stoffe, die beim Experimentieren im Labor verwendet werden stellen eine potentielle Gefahrenquelle dar. Deshalb sollten vor dem praktischen Arbeiten Regeln zum Umgang mit diversen Chemikalien besprochen werden. Zudem sollten die folgenden Experimente ausschließlich im Chemiesaal beziehungsweise Schullabor durchgeführt werden, da teilweise mit gesundheitsgefährdenden Chemikalien gearbeitet wird.

### *Sicherheitseinrichtungen*

Informieren Sie sich vorab über den Standort von Feuerlöscheinrichtungen, Erste Hilfe-Einrichtungen und Fluchtwegkennzeichnung. Und zeigen Sie diese Ihren Schülerinnen und Schülern.

### *Allgemeine Sicherheitshinweise zum Experimentieren*

1. Nie alleine experimentieren – lassen Sie ihre SchülerInnen und Schüler niemals ohne Aufsicht in den Chemiesaal.
2. Das Tragen der Schutzbrille ist Pflicht.
3. Lange Haare müssen zusammengebunden werden.
4. In Versuchsräumen darf weder gegessen noch getrunken werden.
5. Das Riechen an den Chemikalien ist verboten.
6. Chemikalien sollten nicht umgefüllt werden, falls dies doch notwendig ist müssen die Gefäße stets korrekt beschriftet werden.
7. Die Entnahme von Chemikalien darf nur mit einer sauberen Pipette erfolgen.
8. Verwendete Chemikalien müssen Fachgerecht entsorgt werden.
9. Nach dem Arbeiten im Labor müssen die Hände gewaschen werden (Kählig, 2015).

***Erste Hilfe-Maßnahmen***

Alle Unfälle müssen dokumentiert werden! Im Zweifelsfall sollte immer die Rettung 144 gerufen werden (Seilnacht, o. J.).

Hautkontakt mit Chemikalien:

Das betroffene Hautareal muss sofort mit Wasser abspült und eventuell mit Seife abgewaschen werden. Wird die Haut dabei verätzt, muss diese steril verbunden werden. Zudem sollte eine sofortige weitere Behandlung durch einen Arzt erfolgen (Seilnacht, o. J.).

Augenkontakt mit Chemikalien:

Das geöffnete Auge muss sofort mit Wasser gespült werden. Der Kopf muss dabei so positioniert sein, dass die Chemikalie nicht in das andere Auge laufen kann. Anschließend muss das Auge im geschlossenen Zustand steril verbunden werden und eine Weiterbehandlung durch den Augenarzt stattfinden (Seilnacht, o. J.).

Schnittverletzungen:

Kleine Wunden werden desinfiziert und steril verbunden. Bei größeren sollte ein Arzt konsultiert werden (Seilnacht, o. J.). Vermeiden Sie blutende Wunden anderen Schülerinnen und Schülern zu zeigen – es besteht die Gefahr, dass jemand kollabiert!

Verbrennungen:

Hitzeeinwirkung unterbrechen. Die Betroffene Stelle mit kaltem Wasser kühlen. Offene Wunden müssen anschließend steril verbunden und durch einen Arzt weiterversorgt werden (Seilnacht, o. J.).

Reizung der Atemwege:

Sofortige Frischluftzufuhr (Seilnacht, o. J.).

# Nachweis von Protein

V: Vorbereitung

D: Durchführung

W: Wartezeit

Ziele

Erläuterung

Informationen für die Lehrperson

Lösung

| Experimente | Zeit | Unterrichtsmaterialien | Sozialform |
|---|---|---|---|
| **Biuret-Reaktion** | V: 10 Min.<br>D: 20 Min.<br>W: 0 Min. | Arbeitsblatt inklusive den benötigten Versuchsmaterialien und der Versuchsanleitung | Kleingruppe ( 2-4 Personen)/Plenum |
| **Die Xanthoproteinreaktion** | V: 10 Min.<br>D: 20 Min.<br>W: 0 Min. | Arbeitsblatt inklusive den benötigten Versuchsmaterialien und der Versuchsanleitung | Kleingruppe (2-4 Personen)/Plenum |

## Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler lernen experimentelle Untersuchungsmethoden zum Nachweis von Protein kennen und können diese anwenden.
- Die Schülerinnen und Schüler experimentieren in Kleingruppen mithilfe der geeigneten Arbeitsanleitung selbstständig.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen den Aufbau von Protein und können diesen beschreiben.

## Informationen für die Lehrperson

### *Allgemeines*

Protein ist ein komplexer Naturstoff, welcher im Vergleich zu Kohlenhydraten und Fetten jedoch keine wichtige Energiequelle für den Menschen darstellen. Protein kommt sowohl in pflanzlichen als auch in tierischen Lebensmitteln vor. Diese bestehen - wie auch Kohlenhydrate und Fett - aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff. Weiters beinhalten sie Stickstoff und andere Elemente wie zum Beispiel Schwefel. Angesichts der chemischen Struktur von Protein wird diese Stoffgruppe in einfaches, komplexes und sekundäres Protein eingeteilt (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Protein besteht aus Aminosäuren, die durch Peptidbindungen miteinander verbunden sind. Aminosäuren sind chemische Strukturen, die aus einer Aminogruppe und einer Carboxylgruppe bestehen. Bei einer Peptidbindung handelt es sich um eine Bindung zwischen der Aminogruppe einer Aminosäure und der Carboxylgruppe einer oder mehrerer Aminosäuren (Ebermann & Elmadfa, 2011).

### *Biuret-Reaktion*

Die Biuret-Reaktion ist eine Nachweisreaktion für Peptidbindungen. Biuret ist ein Stoff - welcher in seinem Aufbau Eiweiß entspricht, weshalb diese Reaktion auch so genannt wird (Klein et al., 2004b).

Durch die Zugabe von Natronlauge zu einer Kupfersulfatlösung bildet sich ein hellblauer Niederschlag. Wird das Reagenzglas anschließend geschüttelt, färbt sich die Flüssigkeit violett. Dieser violette Farbkomplex bildet sich nur dann, wenn Peptide und Protein anwesend sind (Uni Münster, o. J.).

Die hellblaue Färbung am Anfang des Versuchs ist schlecht lösliches Kupferhydroxid, welches sich aus Hydroxidionen der Natronlauge und den Kupferionen des Sulfates bildet. Beim Schütteln der Eprouvette reagieren Kupferionen mit dem Eiklar, Joghurt und der Milch im alkalischen Milieu. In diesen Lebensmitteln ist Eiweiß enthalten. Die Kupferionen bilden mit dem

Stickstoff in den Peptiden einen Komplex, welcher durch seine violette Farbe sichtbar wird (Netexperimente, o. J.).
Grundlage für die Komplexbildung ist die Anwesenheit von mindestens zwei Peptidbindungen, das heißt dass diese Reaktion nur bei Tripeptiden (Peptide, die aus drei Aminosäureresten bestehen) und längeren Aminosäureketten auftritt. Einzelne Aminosäuren und Dipeptide (Peptide, die aus zwei Aminosäureresten bestehen) lassen sich somit nicht mit der Biuret-Reaktion nachweisen (Schunk, 2001).

# Proteinnachweis durch die Biuret-Probe

## Arbeitsanleitung

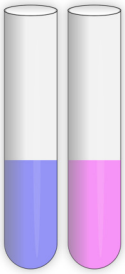


Bild:Pixabay

### Vorbereitung der Versuchsmaterialien

| | Geräte | | Lebensmittel | | Chemikalien |
|---|---|---|---|---|---|
| | 4 Reagenzgläser | | Eiklar | | Destilliertes Wasser (Spritzflasche) |
| | 1 Reagenzglasständer | | Milch | | Natronlauge |
| | 4 Messpipetten | | Joghurt | | Kupfersulfatlösung |
| | 2 Tropfpipetten | | | | |
| | 1 Wasserfester Stift | | | | |
| | 2-4 Schutzbrillen | | | | |

Vergewissere dich, bevor du mit der Durchführung startest, ob du wirklich alle Versuchsmaterialien vorbereitet hast! Dafür kannst du ein ✓ in die dafür vorbereiteten leeren Spalten zeichnen.

### Versuchsdurchführung

1. Schutzbrille aufsetzen!
2. Beschrifte die Reagenzgläser (1-4) und fülle sie nach folgendem Schema:

   Reagenzglas 1: 0,5 ml Eiklar + 0,5 ml destilliertes Wasser
   Reagenzglas 2: 0,5 ml Milch + 0,5 ml destilliertes Wasser
   Reagenzglas 3: 0,5 ml Joghurt + 0,5 ml destilliertes Wasser
   Reagenzglas 4: 1 ml destilliertes Wasser
3. Gib nun in alle 4 Reagenzgläser 5 Tropfen der vorbereiteten Natronlauge und 5 Tropfen der vorbereiteten Kupfersulfatlösung. Notiere deine Beobachtungen im Versuchsprotokoll.

Vorsicht:

Natronlauge ist ätzend - bei Hautkontakt sofort abspülen!

# Proteinnachweis durch die Biuret-Probe

## Protokoll

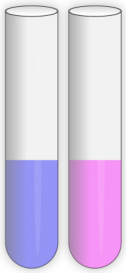


Bild:Pixabay

### Notiere deine Beobachtung

| Reagenzglasnummer: | Beobachtung: |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

### Versuchsauswertung

Erarbeite eine Erklärung:

## Informationen für die Lehrperson

***Xanthoproteinreaktion***

Mittels der Xanthoproteinreaktion können aromatische Aminosäuren in Protein nachgewiesen werden. Aromatische Aminosäuren beinhalten einen Benzolring (Die Chemie Schule, o. J).

Protein wird durch konzentrierte Säuren denaturiert (Änderung der Struktur). Gibt man die Salpetersäure zum Eiklar, zur Milch oder zum Joghurt, so findet eine Ausflockung statt, die auf die Denaturierung zurückzuführen ist. Wird diese Lösung ergänzend erhitzt, bildet sich eine gelbe Nitroverbindung. Somit findet eine Nitrierung am Benzolring durch die Zugabe von Salpetersäure statt (Die Chemie Schule, o. J.).
Unter Nitrierung versteht man das Einfügen einer Nitrogruppe in organische Moleküle (Chemie.de, o. J.). Die Gelbfärbung der Reagenzgläser mit Eiklar, Milch und Joghurt beruht auf der Nitrierung aromatischer Systeme in Eiweiß durch die Reaktion mit konzentrierter Salpetersäure (Proteinkoffer, 2014).

# Proteinnachweis durch die Xanthoproteinreaktion

## Arbeitsanleitung

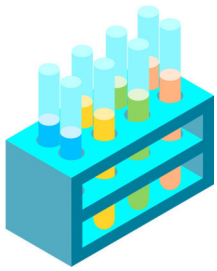


Bild:: Pixabay

### Vorbereitung der Versuchsmaterialien

| | Geräte | | Lebensmittel | | Chemikalien |
|---|---|---|---|---|---|
| | 4 Reagenzgläser | | Eiklar | | Destilliertes Wasser (Spritzflasche) |
| | 1 Reagenzglasständer | | Milch | | Salpetersäure konzentriert |
| | 5 Messpipetten | | Joghurt | | Natronlauge |
| | 1 Tropfpipette | | | | |
| | 1 Spatel | | | | |
| | Reagenzglashalter (Holzzange) | | | | |
| | 1 Becherglas mit kaltem Wasser | | | | |
| | Wasserbad (Heizplatte mit Topf) / Bunsenbrenner | | | | |
| | 1 Wasserfester Stift | | | | |
| | 1-4 Schutzbrillen | | | | |

Vorsicht:
Natronlauge ist ätzend!
Salpetersäure ist ätzend!
Bei Hautkontakt sofort abspülen!

Vergewissere dich, bevor du mit der Durchführung startest, ob du wirklich alle Versuchsmaterialien vorbereitet hast! Dafür kannst du ein ✓ in die dafür vorbereiteten leeren Spalten zeichnen.

### Versuchsdurchführung

1. Schutzbrille aufsetzen!
2. Beschrifte die Reagenzgläser (1-4) und fülle sie nach folgendem Schema:
   Reagenzglas 1:2 ml Eiklar + 1 ml Salpetersäure
   Reagenzglas 2:2 ml Milch + 1 ml Salpetersäure
   Reagenzglas 3:2 ml Joghurt + 1 ml destilliertes Wasser + 1 ml Salpetersäure
   Reagenzglas 4:2 ml destilliertes Wasser + 1 ml Salpetersäure
3. Erhitze die Reagenzgläser vorsichtig für 3 Minuten im Wasserbad/Bunsenbrenner und kühle sie anschließend in einem Becherglas mit kaltem Wasser ab. Versetze die abgekühlte Probe mit 5 Tropfen Natronlauge. Notiere deine Beobachtungen im Versuchsprotokoll.

## Proteinnachweis durch die Xanthoproteinreaktion

**Protokoll**

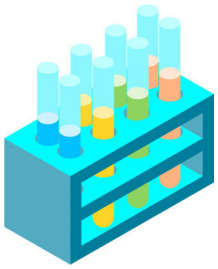


Bild: Pixabay

### Notiere deine Beobachtung

| Reagenzglasnummer: | Beobachtung: |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

### Versuchsauswertung

Erarbeite eine Erklärung:

_____

_____

_____

_____

_____

## Erläuterung

### *Vorwort*

Bei den vorhergehenden Versuchen handelt es sich um echte Klassiker unter den Eiweißnachweisen. In der Literatur gibt es viele verschiede Anleitungen zu diesen Experimenten, die jedoch immer ein wenig unterschiedlich beschrieben sind. Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten die Versuche abzuändern, da alle möglichen Eiweißlösungen verwendet werden können. Diese Experimente eignen sich vor allem für Kleingruppen mit maximal vier Schülerinnen und Schülern pro Gruppe. Wichtig ist, dass die Schülerinnen und Schüler bereits Erfahrung beim Experimentieren, beziehungsweise im Umgang mit Chemikalien haben. Sollte dies nicht der Fall sein, wäre es gut, wenn die Lehrperson eine kurze theoretische Einheit zum Arbeiten im Labor und den dazugehörigen Sicherheitsmaßnahmen abhält.

Bevor die Schülerinnen und Schüler mit dem selbstständigen Arbeiten beginnen, sollte das Experiment Schritt für Schritt besprochen werden. Eventuell können auch einzelne Arbeitsschritte von der Lehrperson vorab demonstriert werden. Abschließend sollen die Beobachtungen und Schlussfolgerungen der einzelnen Gruppen im Plenum besprochen werden.

### *Vorbereitung der Chemikalien*

Die verwendeten Chemikalien sind relativ einfach in der Apotheke zu besorgen, sollten sie nicht im schulischen Chemiesaal vorhanden sein. Natronlauge kann fertig zubereitet erworben werden. Im Gegensatz dazu muss die Kupfersulfatlösung selbst gemischt werden. Hierzu sollten Handschuhe und eine Laborbrille getragen werden. Etwa 10 Gramm Kupfersulfat werden mittels eines Spatels nach und nach in einen Rundkolben gegeben und mit 100 ml destilliertem Wasser aufgefüllt. Dieser wird anschließend verschlossen und so lange geschwenkt, bis sich die Kupfersulfatkristalle aufgelöst haben.

### *Vorbereitung*

Zunächst muss überlegt werden, in welcher Gruppengröße gearbeitet werden soll. Die Lebensmittel und die Chemikalien sollten in der entsprechenden Gruppenanzahl abgefüllt werden. Alternativ kann auch ein Platz in der Klasse bestimmt werden, von dem alle Gruppen diese entnehmen. Zur Vorbereitung der Versuche sollten etwa zehn Minuten eingeplant werden. Abschließend gilt es die richtige Anzahl der Arbeitsplätze mit diversen Versuchsmaterialien auszustatten.

### *Gefahren!*

Natronlauge ist ätzend!
Salpetersäure ist giftig und ätzend!
Verbrennungsgefahr!

### *Durchführung*

Behalten Sie alle Schülerinnen und Schüler während des eigenständigen Arbeitens im Blick. Es ist wichtig darauf Acht zu geben, dass stets Schutzbrillen getragen werden. Hautkontakt mit den Chemikalien ist tunlichst zu vermeiden. Sollten trotzdem Chemikalien auf die Haut gelangen, müssen diese so schnell wie möglich entfernt werden. Das betroffene Areal wird für einige Sekunden unter fließendem Wasser abgespült.
Wird statt dem Wasserbad ein Bunsenbrenner zum Erhitzen der Probe verwendet, sollten Sie währenddessen in jeder einzelnen Gruppe anwesend sein. Sie können hierfür auch nur einen Bunsenbrenner vorbereiten, die Schülerinnen und Schüler kommen dann nach und nach zu Ihnen, um diesen Arbeitsschritt durchzuführen.

## Lösung

***Biuret-Reaktion***

Beobachtung

Die Reagenzgläser mit Eiklar, Milch und Joghurt färben sich violett. Das Reagenzglas mit dem destillierten Wasser zeigt eine hellblaue Färbung.

Versuchsauswertung

Die Bildung eines violetten Farbkomplexes deutet auf die Anwesenheit von Peptiden und Eiweiß hin. Kupferionen aus der Kupfersulfatlösung reagieren mit dem Stickstoff in Protein, wodurch sich die charakteristische violette Farbe ergibt. Somit konnten im Eiklar, in der Milch und im Joghurt Peptidbindungen nachgewiesen werden. Im destillierten Wasser befindet sich natürlich kein Eiweiß, weshalb sich die Lösung auch nicht violett verfärbt.

***Xanthoproteinreaktion***

Beobachtung

Die Reagenzgläser mit dem Eiklar, der Milch und dem Joghurt zeigen nach Zugabe der Salpetersäure eine leichte Gelbfärbung. Nach dem Erhitzen im Wasserbad ist eine intensive gelbe Farbe sichtbar. Das Reagenzglas mit dem destillierten Wasser zeigt keine Färbung.

Versuchsauswertung

Eiklar, Milch und Joghurt enthalten aromatische Aminosäuren, da sich die Probe gelb gefärbt hat. Die Gelbfärbung der Reagenzgläser mit Eiweiß, Milch und Joghurt beruht auf der Nitrierung aromatischer Systeme in Eiweiß durch die Reaktion mit konzentrierter Salpetersäure.

## Literaturverzeichnis


***Einführung Sicherheitshinweise***

Kählig, H. (2015): Chemische Übungen - Praktikumsordnung, Universität Wien.

Seilnacht (o.J.): Erste Hilfe Maßnahmen im Chemieunterricht, [online] www.seilnacht.com/Download/ehilfe.doc [11.04.2018].

***Allgemeines***

Ebermann, R. & Elmadfa, I. (2011): *Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung*, 2. Aufl., Wien: Springer.

Elmadfa, I., & Leitzmann, C. (2015): *Ernährung des Menschen*, 5. Aufl., Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

***Biuret-Reaktion***

Klein, K., Oettinger, U. & Klein, K. (2004b): *Eiweiße, Kohlenhydrate, Fette, Vitamine, Mineralstoffe*, Baltmannsweiler: Schneider Verl. Hohengehren.

Netexperimente (o. J.): Versuch Nr.: 98, [online] http://netexperimente.de/chemie/98.html [28.12.2017].

Schunk, A. ( 2001): Die Biuret-Reaktion, [online] http://www.axel-schunk.de/experiment/edm0110.html [28.12.2017].

Uni Münster (o. J.): Unterrichtsreihe zum Thema Eiweiß, [online] https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/schulorientiertes/ws0607/ausarbeitungen/eiweiss.pdf [28.12.2017].

***Xanthoproteinreaktion***

Chemie.de (o. J.): Nietrierung, [online]
http://www.chemie.de/lexikon/Nitrierung.html [ 29.12.2017].

Die Chemie Schule (o. J.): Die Xanthoproteinreaktion, [online]
https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Xanthoproteinreaktion
[29.12.2017].

Proteinkoffer (2014): Xanthoproteinreaktion, [online]
https://www.edugroup.at/fileadmin/DAM/Gegenstandsportale/HLFS/Mikrobiologie__Chemie_und_Biotechnologie/Protein/Xanthoproteinreaktion.html [ 30.12.2017].

# Denaturierung von Eiweiß

V: Vorbereitung

D: Durchführung

W: Wartezeit

Ziele

Erläuterung

Informationen für die Lehrperson

Lösung

| Experimente | Zeit | Unterrichtsmaterialien | Sozialform |
|---|---|---|---|
| **Reversible Ausflockung von Eiweiß** | V: 5 Min.<br>D: 10 Min.<br>W: 0 Min. | Arbeitsblatt inklusive den benötigten Versuchsmaterialien und der Versuchsanleitung | Partnerarbeit/Plenum |
| **Ausfällen von Eiweiß durch Erhitzen** | V: 5 Min.<br>D: 10 Min.<br>W: 0 Min. | Arbeitsblatt inklusive den benötigten Versuchsmaterialien und der Versuchsanleitung | Partnerarbeit/Plenum |
| **Eiweißausflockung durch Säure** | V: 5 Min.<br>D: 5 Min.<br>W: 0 Min. | Arbeitsblatt inklusive den benötigten Versuchsmaterialien und der Versuchsanleitung | Partnerarbeit/Plenum |

## Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler lernen experimentelle Untersuchungsmethoden zur Denaturierung von Eiweiß kennen und können diese erläutern.
- Die Schülerinnen und Schüler experimentieren in Kleingruppen mithilfe der geeigneten Arbeitsanleitung eigenständig.
- Die Schülerinnen und Schüler verstehen warum Eiweiß unter bestimmten Einflüssen (Hitze, Säure) gerinnt und können dies auf alltäglich Prozesse (Fieber, Spiegelei, ...) übertragen.

## Informationen für die Lehrperson

***Allgemeines***

Denaturierung

Aufgrund diverser externer Einflüsse wird die Raumstruktur, insbesondere die Sekundärstruktur und die Tertiärstruktur, von Aminosäuren zerstört. Die Primärstruktur, die für die Reihenfolge der einzelnen Aminosäuren verantwortlich ist, bleibt erhalten, da nur Bindungen aufgebrochen werden (Die Chemie Schule, o. J.).

*„Bindungen in der Sekundärtstruktur [sic]:*

*- α- Helix und β-Faltblatt- Strukturen ergeben sich durch Wasserstoffbrückenbindungen.*

*Bindungen in der Tertiärstruktur:*

- *Wasserstoffbrücken (H- Brücken)*
- *Van der Waals-Bindungen (zwischenmolekulare Anziehungskräfte)*
- *Disulfidbindungen (S-S-Brücken)*

*Bindungen in der Quartärstruktur:*

*- Wasserstoffbrücken und kovalente Bindungen (Elektronenpaarbindungen)“*

(Uni Münster, o. J.).

Im Normalfall sind Denaturierungsprozesse bis auf wenige Ausnahmen nicht umkehrbar (Die Chemie Schule, o. J.).

### *Reversible Ausflockung von Eiweiß*

Dieser Versuch zeigt, dass Eiweiß unter bestimmten Bedingungen ausfallen kann, später jedoch wieder in Lösung geht. Damit wird die Erkenntnis, dass es eine reversible und irreversible Denaturierung gibt, verdeutlicht. Den Prozess des Festwerdens von Eiweiß bezeichnet man als Denaturieren.
Protein, welches zuvor in Lösung war, flockt durch die Zugabe von hochprozentigem Alkohol und/oder Kochsalz aus. In beiden Fällen handelt es sich dabei um eine wässrige Lösung, in der die einzelnen Eiweißmoleküle von einer Wasserschicht umgeben sind. Zwischen den Molekülen und dem Wasser herrschen chemische Wechselwirkungen. Diese Wasserschicht, welche die Eiweißmoleküle umgibt, wird auch als Hydrathülle bezeichnet. Wird nun Wasser durch das Hinzufügen von Alkohol oder Kochsalz entfernt, verlieren die Eiweißmoleküle ihre Hydrathülle und fallen somit aus. Während dieses Prozesses bleiben die einzelnen Eiweißmoleküle jedoch an ihrem Platz und können durch die Zugabe von Wasser wieder in ihren ursprünglichen Zustand gehen. Das Wiederherstellen des ursprünglichen Zustandes des denaturierten Proteins wird Renaturieren genannt (Klein et al., 2004b).

# Reversible Ausflockung von Eiweiß

## Arbeitsanleitung

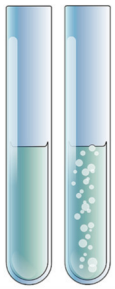


Bild: Pixabay

### Vorbereitung der Versuchsmaterialien

| | Geräte | | Lebensmittel | | Chemikalien |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 Reagenzgläser | | Eiklar | | Destilliertes Wasser (Spritzflasche) |
| | 1 Reagenzglasständer | | Kochsalz | | Hochprozentiger Alkohol 40% ( z.B. Spiritus) |
| | 3 Messpipetten | | | | |
| | 2 Glasstäbe | | | | |
| | 1 Wasserfester Stift | | | | |
| | 2 Schutzbrillen | | | | |

Vergewissere dich, bevor du mit der Durchführung startest, ob du wirklich alle Versuchsmaterialien vorbereitet hast! Dafür kannst du ein ✓ in die dafür vorbereiteten leeren Spalten zeichnen.

### Versuchsdurchführung

1. Schutzbrille aufsetzen!
2. Beschrifte die Reagenzgläser (1 & 2).
3. Befülle das Reagenzglas 1 mit: 2 ml Eiklar + 6 ml 40%-iger Alkohol.
4. Rühre anschließend mit dem Glasstab um und notiere deine Beobachtung im Versuchsprotokoll.
5. Gib nun ca. 16 ml destilliertes Wasser in das Reagenzglas 1 hinzu.
6. Rühre anschließend mit dem Glasstab um und notiere deine Beobachtung im Versuchsprotokoll.
7. Befülle das Reagenzglas 2 mit: 2 ml Eiklar und gib unter stetigem Rühren Kochsalz hinzu, bis sich dieses nicht mehr auflöst.
8. Notiere deine Beobachtung im Versuchsprotokoll.
9. Gib nun ca. 16 ml destilliertes Wasser in das Reagenzglas 2 hinzu.
10. Rühre anschließend mit dem Glasstab um und notiere deine Beobachtungen im Versuchsprotokoll.

# Reversible Ausflockung von Eiweiß

## Protokoll

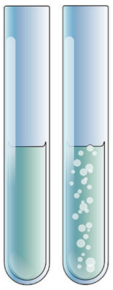


Bild: Pixabay

### Notiere deine Beobachtung

| Reagenzglasnummer: | Beobachtung: |
|---|---|
| | |
| | |

### Versuchsauswertung

Erarbeite eine Erklärung:

_____

_____

_____

_____

_____

## Informationen für die Lehrperson

***Ausfällen von Eiweiß durch Erhitzen***

Im rohen Zustand ist Eiweiß flüssig. Die Einwirkung von Hitze bewirkt, dass Eiweiß denaturiert. Durch schwache Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Aminosäuren wird die räumliche Struktur von Eiweißketten bestimmt. Bei der Einwirkung von Hitze werden diese Bindungskräfte gebrochen, wodurch es zu einer Veränderung der Raumstruktur des Eiweißmoleküls kommt. Durch diesen Prozess entstehen lange, offene Eiweißketten, die neue Bindungen eingehen. Folglich ist eine Ausflockung zu beobachten. Dieser Vorgang ist nicht mehr rückgängig zu machen, da die neuen Bindungen zwischen den Eiweißmolekülen nicht mehr aufgelöst werden können. Bei dem Ausfällen von Eiweiß durch Hitze spricht man deshalb von einer irreversiblen Denaturierung (Klein et al., 2004b).

# Ausfällen von Eiweiß durch Erhitzen

## Arbeitsanleitung + Protokoll

Bild: Pixaby

## Vorbereitung der Versuchsmaterialien

| | Geräte | | Lebensmittel | | Chemikalien |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 Reagenzglas | | Eiklar | | Destilliertes Wasser (Spritzflasche) |
| | 1 Reagenzglasständer | | | | |
| | 1 Tropfpipette | | | | |
| | 1 Reagenzglashalter (Holzzange) | | | | |
| | Wasserbad (Heizplatte mit Topf)/Bunsenbrenner | | | | |
| | 1 Wasserfester Stift | | | | |
| | 2 Schutzbrillen | | | | |

Vergewissere dich, bevor du mit der Durchführung startest, ob du wirklich alle Versuchsmaterialien vorbereitet hast! Dafür kannst du ein ✓ in die dafür vorbereiteten leeren Spalten zeichnen.

## Versuchsdurchführung

1. Schutzbrille aufsetzen!
2. Gib etwas Eiklar in das Reagenzglas.
3. Erhitze das Reagenzglas langsam im Wasserbad/Bunsenbrenner.
4. Notiere deine Beobachtung:

5. Lass die Lösung abkühlen und füge anschließend destilliertes Wasser hinzu.
6. Notiere deine Beobachtung:

## Versuchsauswertung

Erarbeite eine Erklärung:

_____

_____

## Informationen für die Lehrperson

***Eiweißausflockung durch Säure***

Durch die Einwirkung von Säure denaturiert Eiweiß. Die schwachen Wechselwirkungen zwischen den Aminosäuren bestimmen die räumliche Struktur von Peptidketten. Beim Einwirken von Säure auf Protein werden Bindungen zwischen den Aminosäuren, welche für die räumliche Struktur verantwortlich sind, zerstört. Im Anschluss werden neue zufällige Bindungen gebildet und Eiweiß fällt aus (Klein et al., 2004b).

# Eiweißausflockung durch Säure

## Arbeitsanleitung + Protokoll

Bild: Pixabay

### Vorbereitung der Versuchsmaterialien

| | Geräte | | Lebensmittel | | Chemikalien |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 Reagenzglas | | Eiklar | | Destilliertes Wasser (Spritzflasche) |
| | 1 Glasstab | | Essig | | |
| | 1 Wasserfester Stift | | | | |
| | 2 Schutzbrillen | | | | |

Vergewissere dich, bevor du mit der Durchführung startest, ob du wirklich alle Versuchsmaterialien vorbereitet hast! Dafür kannst du ein ✓ in die dafür vorbereiteten leeren Spalten zeichnen.

### Versuchsdurchführung

1. Schutzbrille aufsetzen!
2. Gib etwas Eiklar in das Reagenzglas.
3. Füge wenige Tropfen Essig hinzu und rühre mit dem Glasstab um.
4. Notiere deine Beobachtung:

### Versuchsauswertung

Erarbeite eine Erklärung:

_____

_____

_____

_____

## Erläuterung

### *Vorwort*

Die drei vorgestellten Experimente sind leicht durchzuführen und gelingen zuverlässig. Außerdem sind die Versuche lebensnah und eigenen sich deshalb besonders für den Schulalltag. Alle Experimente sind am besten in Partnerarbeit durchzuführen. Abschließend sollten alle drei Versuche mit der gesamten Klasse besprochen werden. Zudem ist eine korrekte Versuchsauswertung zu erstellen.

### *Vorbereitung*

Versuchsmaterialien, die dafür benötigt werden, sind einfach zu besorgen. Hochprozentigen Alkohol können Sie in der Apotheke kaufen. Statt dem Eiklar können auch andere Eiweißlösungen wie zum Beispiel Fleischsaft oder Milch verwendet werden. Die Vorbereitung pro Versuch nimmt in etwa fünf Minuten in Anspruch. Pro Zweiergruppe sollte ein Arbeitsplatz mit den Versuchsmaterialien vorbereitet werden.

### *Gefahren!*

Verbrennungsgefahr!

### *Durchführung*

Während der selbstständigen Arbeitsphase sollten Sie stets einen Überblick über alle Schülerinnen und Schüler behalten. Achten Sie darauf, dass die Schülerinnen und Schüler während des Experimentierens eine Schutzbrille tragen. Gehen Sie mit gutem Beispiel voran und tragen Sie selbst auch eine Laborbrille. Beim Verwenden des Bunsenbrenners ist besondere Vorsicht geboten. Ungeübten Schülerinnen und Schülern kann dabei geholfen werden.

## Lösung

***Reversible Ausflockung von Eiweiß***

Beobachtung

Im Reagenzglas bilden sich Flocken sobald hochprozentiger Alkohol oder Kochsalz zum Eiklar gegeben wird. Durch die Zugabe von destilliertem Wasser lösen sich diese wieder auf.

Versuchsauswertung

Protein ist im Eiklar gelöst enthalten. Durch die Zugaben von Alkohol und Kochsalz fallen diese aus. Eiweißmoleküle sind in einer Lösung von einer Wasserschicht, welche als Hydrathülle bezeichnet wird, umgeben. Alkohol und Kochsalz entziehen den Eiweißmolekülen die Hydrathülle, wodurch das Eiweiß ausfällt. Bei der Zugabe von destilliertem Wasser geht Eiweiß wieder in Lösung.

***Ausfällen von Eiweiß durch Erhitzen***

Beobachtung

Durch das Erhitzen bilden sich im Reagenzglas weiße Flocken. Durch die Zugabe von destilliertem Wasser lösen sich diese nicht wieder auf.

Versuchsauswertung

Bei Eiweiß, dass im Eiklar vorkommt handelt es sich um Makromoleküle, die aus vielen einzelnen Aminosäuren aufgebaut sind. Durch Bindungskräfte zwischen den Aminosäuren wird die räumliche Struktur von Protein bestimmt. Bei starker Hitze werden diese Bindungen jedoch aufgehoben, wodurch sich die räumliche Struktur verändert. In Folge entsteht eine Ausflockung durch den Strukturverlust. Die Denaturierung durch Hitze ist irreversibel (nicht umkehrbar).

***Eiweißausflockung durch Säure***

Beobachtung

Durch die Zugabe von Essig zum Eiklar bilden sich im Reagenzglas Flocken. Bei der Zugabe von destilliertem Wasser lösen sich diese nicht wieder auf.

Versuchsauswertung

Durch Bindungskräfte zwischen den einzelnen Aminosäuren wird die räumliche Struktur von Protein bestimmt. Durch die Zugabe von Säure werden diese Bindungen zerstört, wodurch sich die räumliche Struktur verändert. In Folge entsteht eine Ausflockung durch den Strukturverlust. Die Denaturierung durch Säure ist irreversibel (nicht umkehrbar).

## Literaturverzeichnis


### Allgemeines

Die Chemie Schule (o. J.): Denaturierung (Biochemie), [online] https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Denaturierung_(Biochemie) [16.01.2018].

Uni Münster (o. J.): Unterrichtsreihe zum Thema Eiweiß, [online] https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/schulorientiertes/ws0607/ausarbeitungen/eiweiss.pdf [16.01.2018].

### *Reversible Ausflockung von Eiweiß*

Klein, K., Oettinger, U. & Klein, K. (2004b): Eiweiße, Kohlenhydrate, Fette, Vitamine, Mineralstoffe, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

### *Ausfällen von Eiweiß durch Erhitzen*

Klein, K., Oettinger, U. & Klein, K. (2004b): *Eiweiße, Kohlenhydrate, Fette, Vitamine, Mineralstoffe*, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

### *Eiweißausflockung durch Säure*

Klein, K., Oettinger, U. & Klein, K. (2004b): *Eiweiße, Kohlenhydrate, Fette, Vitamine, Mineralstoffe*, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Uni Münster (o. J.): Unterrichtsreihe zum Thema Eiweiß, [online] https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/schulorientiertes/ws0607/ausarbeitungen/eiweiss.pdf [18.01.2018].

# Versuche zur Eiweißverdauung

V: Vorbereitung

D: Durchführung

W: Wartezeit

Ziele

Erläuterung

Informationen für die Lehrperson

Lösung

| Experimente | Zeit | Unterrichtsmaterialien | Sozialform |
|---|---|---|---|
| **Eiweißverdauung durch Pankreaspräparat** | V: 5 Min.<br>D: 20 Min.<br>W: 180 Min. | Arbeitsblatt inklusive den benötigten Versuchsmaterialien und der Versuchsanleitung | Kleingruppe (2-4 Personen)/Plenum |
| **Eiweißverdauung durch Pepsin** | V: 5 Min.<br>D: 10 Min.<br>W: 10 Min. | Arbeitsblatt inklusive den benötigten Versuchsmaterialien und der Versuchsanleitung | Kleingruppe (2-4 Personen)/Plenum |

## Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler lernen experimentelle Untersuchungsmethoden zur Eiweißverdauung kennen und können diese erklären.
- Die Schülerinnen und Schüler können einfache Versuche selbstständig durchführen und protokollieren.
- Die Schülerinnen und Schüler verstehen den Ablauf der Eiweißverdauung und können diesen beschreiben.

## Informationen für die Lehrperson

### *Allgemeines*

Die Eiweißverdauung beginnt im Magen durch Pepsin, welche durch den sauren pH-Wert der Salzsäure aktiviert wird. Hierbei wird das durch die Nahrung aufgenommene Eiweiß in kleine Bruchstücke zerlegt. Diese Eiweißstücke gelangen anschließend in den Dünndarm, wo das Pepsin inaktiviert wird. Durch Enzyme der Bauchspeicheldrüse werden die Eiweißbruchstücke zu Aminosäuren abgebaut. Abschließend werden diese über die Darmschleimhaut aufgenommen und über das Blut zur Leber weitergeleitet (Biesalski et al., 2015).

### *Eiweißverdauung durch Pankreaspräparat*

Der Pankreas ist der Bildungsort für zahlreiche Enzyme, die in Folge an den Dünndarm abgegeben werden. Das Enzym Trypsin wird ebenso aus der Bauchspeicheldrüse in das Duodenum abgegeben und ist in der Lage, Eiweiß zu verdauen. Unter Verdauung versteht man den Aufschluss der Nahrung in seine Bestandteile. Eiweißmoleküle sind lange Ketten, die aus unverzweigten Aminosäurebausteinen aufgebaut sind. Während der Verdauung von Eiweiß besteht die Aufgabe des Enzyms Trypsin darin, die Bindungen zwischen den einzelnen Aminosäuren zu spalten und somit kürzere Ketten zu bilden. Diese Ketten werden immer und immer kürzer, bis schlussendlich nur noch einzelne Aminosäuren zurückbleiben. Das Ganze passiert unter einem neutralen pH-Wert von etwa sieben (Engelhardt, 2007).

Beim Experiment sollte man ebenso darauf achten, dass diese Bedingungen eingehalten werden. Das Eiweiß wird sich im Verlauf des Versuchs zu einem großen Teil auflösen, da die Konsistenz des Eies von Proteinstrukturen abhängig ist. Während des Abbaus von Eiweiß, entsteht oftmalig ein eher unangenehmer Geruch, basierend auf der Entstehung von Schwefelwasserstoff.

Weiters sollte daran gedacht werden, dass Trypsin nicht das einzige Enzym ist, welches im Pankreaspräparat vorkommt. Es beinhaltet auch Enzyme zur Fett- und Kohlenhydratspaltung (Klein et al., 2004a).

# Eiweißverdauung durch Pankreaspräparat

## Arbeitsanleitung

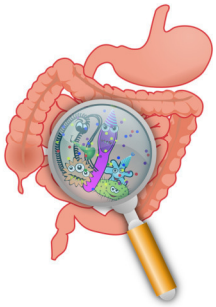


Bild: Pixabay

## Vorbereitung der Versuchsmaterialien

| | Geräte | | Lebensmittel | | Chemikalien |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 Reagenzgläser | | 1 Hühnerei | | Wasser (Spritzflasche) |
| | 1 Messer | | | | Pankreaspräparat |
| | 1 Schneidebrett | | | | |
| | 1 Reagenzglashalter (Holzzange) | | | | |
| | 1 Tropfpipette | | | | |
| | 1 Glasstab | | | | |
| | 1 Stück pH-Papier | | | | |
| | 1 Thermometer | | | | |
| | 1 Becherglas mit kaltem Wasser | | | | |
| | Wasserbad (Heizplatte mit Topf) | | | | |
| | 1 Wasserfester Stift | | | | |
| | 2-4 Schutzbrillen | | | | |

Vergewissere dich, bevor du mit der Durchführung startest, ob du wirklich alle Versuchsmaterialien vorbereitet hast! Dafür kannst du ein ✓ in die dafür vorbereiteten leeren Spalten zeichnen.

## Versuchsdurchführung

1. Schutzbrille aufsetzen!
2. Koche das Ei im Wasserbad für mindestens 10 Minuten.
3. Nimm das Ei mit dem Löffel heraus und lege es für 1 Minute ins kalte Wasser.
4. Entferne die Schale vom Ei und trenne das Eiweiß vom Eidotter.
5. Schneide das Eiweiß in sehr kleine Stücke und gib je einen Finger hoch in beide Reagenzgläser.
6. Fülle anschließend beide Reagenzgläser mit Eiweiß und doppelt so viel Wasser auf.
7. Beschrifte die Reagenzgläser mit 1 & 2.
8. Bereite ein Wasserbad mit 40°C vor und behalte die Temperatur stets im Auge.
9. Gib in das Reagenzglas 1 einige Tropfen Pankreaspräparat hinzu und stelle beide Reagenzgläser in das Wasserbad.
10. Kontrolliere mit dem pH-Papier den pH-Wert im Reagenzglas 1 (sollte zwischen 7 & 8 liegen).
11. Nun wird der Verlauf der Reaktion beobachtet und notiert.

# Eiweißverdauung durch Pankreaspräparat

## Protokoll

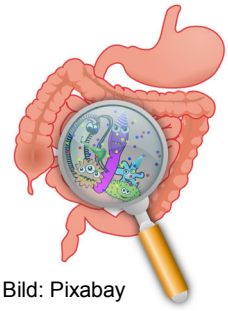


Bild: Pixabay

0 Min.:

120 Min.:

180 Min.:

## Versuchsauswertung

Erarbeite eine Erklärung:

## Informationen für die Lehrperson

***Eiweißverdauung durch Pepsin***

Eiweiß, das mit der Nahrung aufgenommen wird, muss durch die Verdauung in kleinere Bausteine - nämlich in Aminosäuren - zerlegt werden. Eiweißmoleküle setzen sich aus langen Ketten von Aminosäuren zusammen. Um Eiweißmoleküle verdauen zu können, müssen diese erstmals in einzelne Aminosäuren gespalten werden. Dies geschieht mithilfe von unterschiedlichen Verdauungsenzymen. Die Eiweißverdauung beginnt im Magen, welcher einen sauren pH-Wert von etwa eins oder zwei aufweist (Engelhardt, 2007). Für das optimale Gelingen des Experiments wird Salzsäure beigemengt, um eine saure Umgebung zu simulieren. Auch im Magen wird Salzsäure produziert wodurch das Enzym Pepsin bestmöglich arbeiten kann. In diesem Experiment wird Eiweiß durch Pepsin unter sauren Bedingungen gespalten. Eiweiß, das bereits denaturiert ist, kann von Pepsin wesentlich leichter verdaut werden (Klein et al., 2004a).

Der Abbau von Aminosäureketten durch Pepsin verläuft nahezu identisch zur Spaltung mittels Trypsin. Fleischsaft wird allerdings schneller abgebaut als gekochtes Eiweiß (Klein et al., 2004a).

# Eiweißverdauung durch Pepsin

## Arbeitsanleitung

Bild: Pixabay

### Vorbereitung der Versuchsmaterialien

| | Geräte | | Lebensmittel | | Chemikalien |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 Reagenzgläser | | Fleischsaft | | Wasser (Spritzflasche) |
| | 1 Reagenzglasständer | | | | Pepsinpulver |
| | 1 Kaffeefilter | | | | 5%-ige Salzsäure |
| | 1 Erlenmeyerkolben | | | | |
| | 1 Becherglas | | | | |
| | 1 Holzzange | | | | |
| | 1 Spatel | | | | |
| | 1 Glasstab | | | | |
| | 1 Messpipette | | | | |
| | Wasserbad (Heizplatte mit Topf) | | | | |
| | 1 Wasserfester Stift | | | | |
| | 2-4 Schutzbrillen | | | | |

Vergewissere dich, bevor du mit der Durchführung startest, ob du wirklich alle Versuchsmaterialien vorbereitet hast! Dafür kannst du ein ✓ in die dafür vorbereiteten leeren Spalten zeichnen.

### Versuchsdurchführung

1. Schutzbrille aufsetzen!
2. Gib den Fleischsaft in einen Erlenmeyerkolben.
3. Erhitze den Erlenmeyerkolben im Wasserbad solange bis sich ein Niederschlag bildet.
4. Lass den Fleischsaft mit dem Niederschlag im Anschluss abkühlen.
5. Gib den Kaffeefilter in das Becherglas und fülle den Fleischsaft in dieses.
6. Entnimm mit dem Spatel den Niederschlag vom Kaffeefilter und teile diesen gleichmäßig in zwei Reagenzgläser auf.
7. Gib nun in beide Reagenzgläser 10 ml 5%-ige Salzsäure und vermische diese mit dem Niederschlag.
8. Beschrifte die Reagenzgläser mit 1 & 2.
9. Bereite ein Wasserbad mit 40°C vor – behalte die Temperatur stets im Blick.
10. Gib in das Reagenzglas eine Spatelspitze Pepsinpulver hinzu, rühre gründlich um und stelle beide Reagenzgläser in das Wasserbad.
11. Nun sollte alle 5 Minuten der Verlauf der Reaktion beobachtet und notiert werden.

## Eiweißverdauung durch Pepsin

**Protokoll**

Bildquelle: Pixabay

0 Min.:

5 Min.:

10 Min.:

### Versuchsauswertung

Erarbeite eine Erklärung:

## Erläuterung

***Vorwort***

Die beiden Versuche sind leicht durchzuführen, nehmen jedoch etwas mehr Zeit in Anspruch. Besonders beim ersten Experiment (Eiweißverdauung durch ein Pankreaspräparat) sind längere Wartezeiten einzuplanen. Bei beiden Versuchen zur Eiweißverdauung empfiehlt sich das Arbeiten in Kleingruppen. Es ist von Vorteil, wenn die Schülerinnen und Schüler bereits Erfahrung im Experimentieren haben, beziehungsweise Begrifflichkeiten wie „Becherglas“ und Co kennen. Besprechen Sie vorab die einzelnen Punkte der Durchführung im Plenum. Zudem können Arbeitsschritte vorgezeigt werden. Während des Experiments notieren die Schüler und Schülerinnen ihre Beobachtungen selbstständig. Anschließend werden diese im Plenum ausgetauscht und die Versuchsauswertung mit der Lehrperson besprochen.

***Vorbereitung***

Planen Sie etwa fünf Minuten für die Vorbereitung der Arbeitsplätze ein. Pro Gruppe wird ein Tisch mit den Versuchsmaterialien ausgestattet. Den Fleischsaft bekommen Sie ganz einfach, indem Sie den Saft, der beim Braten von Fleisch anfällt, sammeln. Das Pankreaspräparat und Pepsinpulver können Sie in der Apotheke kaufen. Oftmals wird statt dem Pepsinpulver auch eine Pepsinlösung angeboten, die genauso zu verwenden ist. Sollte die Salzsäure nicht im schulischen Chemiesaal vorhanden sein, kann diese ebenso in der Apotheke beziehungsweise im Chemikalienhandel erworben werden. Wenn nicht ausreichend Wasserbäder zur Verfügung stehen, kann alternativ dazu ein Wärmeschrank benutzt werden.

***Gefahren!***

Salzsäure ist ätzend!

Verbrennungsgefahr!

***Durchführung***

Während die Schülerinnen und Schüler eigenständig arbeiten, sollten Sie stets darauf achten, dass eine Schutzbrille getragen wird. Zudem ist jeglicher Hautkontakt mit Chemikalien zu vermeiden. Sollte dieser trotzdem zustande kommen, muss das betroffene Hautareal sofort unter fließendem Wasser abgespült werden.

## Lösung

***Eiweißverdauung durch das Pankreaspräparat***

Beobachtung

0 Min.: Keine Veränderung zu sehen.

120 Min.: Im Reagenzglas 1 ist die Menge an Eiweißstücken weniger geworden. Im Reagenzglas 2 hat sich nichts verändert.

180 Min.: Im Reagenzglas 1 ist die Menge an Eiweißstücken deutlich weniger geworden. Im Reagenzglas 2 hat sich nichts verändert.

Versuchsauswertung

Durch das im Pankreaspräparat enthaltene Enzym Trypsin sind die Aminosäurebindungen im Eiweiß abgebaut worden. Es kam somit zur Eiweißverdauung. Im Vergleichsansatz ohne dem Pankreaspräparat konnte das Eiweiß nicht verdaut werden, da das entsprechende Enzym fehlt.

***Eiweißverdauung durch Pepsin***

Beobachtung

0 Min.: Keine Veränderung zu sehen.

5 Min.: Im Reagenzglas 1 hat sich die Menge des eingegebenen Niederschlages ein wenig verringert und es entsteht ein säuerlicher Geruch. Im Reagenzglas 2 hat sich nichts verändert.

10 Min.: Im Reagenzglas 1 hat sich die Menge des eingegebenen Niederschlages deutlich verringert. Im Reagenzglas 2 hat sich nichts verändert.

Versuchsauswertung

Durch das im Pepsinpulver enthalte Enzym Pepsin sind die Aminosäurebindungen im Fleischsaft abgebaut worden. Es kam somit zur Verdauung von Eiweiß. Durch Zugabe der Salzsäure wurde eine saure Umgebung geschaffen, wodurch das Enzym optimal arbeiten konnte. Im Vergleichsansatz ohne dem Pankreaspräparat konnte das Eiweiß nicht verdaut werden, da das entsprechende Enzym fehlt.

## Literaturverzeichnis


***Allgemeines***

Biesalski, H.-K., Grimm, P. & Nowitzki-Grimm, S. (2015): *Taschenatlas Ernährung*, Stuttgart: Thieme.

***Eiweißverdauung durch Pankreaspräparat***

Engelhardt, S., Guzek, B., Hasel, H., Menche, N., Munk, K. & Renz-Polster, H. (2007): Verdauungssystem, Ernährung und Stoffwechsel, in: Menche, N. (Hrsg.), *Biologie, Anatomie, Physiologie: kompaktes Lehrbuch für Pflegeberufe*, 6. Aufl., München: Elsevier, Urban & Fischer.

Klein, K., Oettinger, U. & Klein, K. (2004a): *Atmung, Gärung, Wasser, Enzyme, Zusatzstoffe*, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

***Eiweißverdauung durch Pepsin***

Engelhardt, S., Guzek, B., Hasel, H., Menche, N., Munk, K. & Renz-Polster, H. (2007): Verdauungssystem, Ernährung und Stoffwechsel, in: Menche, N. (Hrsg.), *Biologie, Anatomie, Physiologie: kompaktes Lehrbuch für Pflegeberufe*, 6. Aufl., München: Elsevier, Urban & Fischer.

Klein, K., Oettinger, U. & Klein, K. (2004a): *Atmung, Gärung, Wasser, Enzyme, Zusatzstoffe*, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

## 12.2 Lebensmitteltechnologische Experimente

# Herstellung von Nahrungsmitteln

| Experimente | Zeit | Unterrichtsmaterialien | Sozialform |
|---|---|---|---|
| **Butterherstellung** | V: 3 Min. D: 5 Min. W: 10 Min. | Arbeitsblatt inklusive der Zutatenliste und der Zubereitungsanleitung | Einzelarbeit/ Plenum |
| **Joghurtherstellung** | V: 5 Min. D: 10 Min. W: 15 Std. | Arbeitsblatt inklusive der Zutatenliste und der Zubereitungsanleitung | Gruppenarbeit (8 Personen pro Gruppe)/Plenum |
| **Frischkäseherstellung** | V: 5 Min. D: 40 Min. W: 100 Min. | Arbeitsblatt inklusive der Zutatenliste und der Zubereitungsanleitung | Gruppenarbeit (4-6 Personen pro Gruppe)/Plenum |
| **Hygiene** | D: 10 Min. | Arbeitsblatt | Plenum |

## Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler lernen Grundregeln zur Hygiene in der Küche kennen und können diese anwenden.
- Die Schülerinnen und Schüler lernen Grundlagen der Lebensmitteltechnologie kennen und können diese wiedergeben.
- Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe von geeigneten Rezepten Nahrungsmittel eigenständig herstellen.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen die Prozesse der industriellen Fertigung von Milchprodukten und können diese darstellen.

## Informationen für die Lehrperson

***Allgemeines***

Aus Milch werden in der Lebensmittelindustrie einerseits klassische Milchprodukte - wie zum Beispiel Butter, Schlagobers, Käse oder Rahm hergestellt - andererseits wird sie aber auch zur Herstellung von Gebäck, Fertigprodukten, Süßigkeiten und in der Fleischindustrie genutzt. Bei Milch handelt es sich um eine Fett-in-Wasser-Emulsion, da das Milchfett in Wasser gelöst ist. Dieses setzt sich aus Triglyceriden zusammen und kommt in der Milch in Tropfen- oder Kugelform vor (Rimbach et al., 2015). Unter dem Begriff Triglyceride versteht man ein Molekül, bei welchem Glycerin mit drei Fettsäuren verbunden ist. Diese kleinen Tropfen oder Kugeln sind von einer Hülle aus Lipiden umgeben, welche als Emulgatoren wirken (Rimbach et al., 2015). Ein Emulgator ist ein Stoff, welcher eine Mischung von normalerweise unmischbaren Flüssigkeiten möglich macht (Lebensmittellexikon, o. J.).

Unverarbeitete Rohmilch besteht aus relativ großen Fetttröpfchen, die sich innerhalb kurzer Zeit an der Oberfläche absetzen. In der Praxis wird Milch deshalb homogenisiert, um das Volumen der Fettkügelchen zu verkleinern (Rimbach et al., 2015).

### *Herstellung von Butter*

Aus dem Fett, welches von der Milch gewonnen wird, entstehen im Regelfall Rahm, Schlagobers, Butter oder auch Butteröl. Butter ist eine Wasser-in-Öl-Emulsion, welche nur durch Krafteinwirkung zustande kommt. Butter entsteht durch die Abtrennung von Buttermilch aus Rahm in einer Butterungsmaschine. Zuerst wird der Rahm geschlagen, um die darin enthaltenen Fetttröpfchen und Fettkügelchen zu zerstören. Dadurch wird die Lipidhülle zerstört und das darin enthaltene Fett tritt aus. Das Fett verklebt zu Butterkörnern, welche an der Oberfläche der Buttermilch schwimmen. Anschließend wird diese von den Butterkörnern abgetrennt. Die Butter wird zu einer homogenen Mischung geknetet, welche die Beimengung von Salz oder Farbpigmenten (Carotinoide) ermöglicht. Abschließend wird die Butter geformt und verpackt. Industriell hergestellte Butter enthält etwa 80 Prozent Fett und 16 Prozent Wasser (Hamatschek, 2016).

Im Handel sind unterschiedliche Buttersorten erhältlich: Süßrahmbutter, Sauerrahmbutter und mildgesäuerte Butter. Sauerrahmbutter wird aus mit Milchsäurekulturen gesäuertem Rahm hergestellt. Süßrahmbutter entsteht aus Rahm, der nicht gesäuert wurde. Der mildgesäuerten Butter werden nach der Butterung Milchsäurebakterien zugefügt (Rimbach et al., 2015).

# Herstellung von Butter

**Zutaten für 50 g Butter:**

- 1 Becher Schlagobers

Arbeitsmaterialien:

- 1 Glas mit Schraubverschluss
- 1 Schüssel
- 1 Löffel
- 1 Sieb
- 1 Stück Butterpapier
- Kühlschrank/Kühlbox mit Kühlakkus

Bildquelle: Pixabay

**Zubereitung:**

1. Fülle den gesamten Schlagobersbecher in das Glas mit dem Schraubverschluss.
2. Verschließe das Glasgefäß fest.
3. Schüttle das Glas kräftig, bis sich die gesamte Buttermilch abgesetzt hat.
4. Gieße den Inhalt des Glases durch ein Sieb und fange die Buttermilch in einer Schüssel auf.
5. Drücke mit dem Löffel die restliche Flüssigkeit aus dem Butterklumpen.
6. Wickle die fertige Butter in Butterpapier ein und lege sie zum Festwerden 30 Minuten lang in den Kühlschrank oder die Kühlbox.

**Abschließend kann die Butter mit einem Stück Brot verkostet werden.**

Tipp:

Die Buttermilch, die bei der Butterherstellung angefallen ist, schmeckt besonders gut in Kombination mit Früchten. Erdbeeren, Bananen oder andere Früchte können mithilfe eines Pürierstabs dazu gemischt werden.

## Informationen für die Lehrperson

### *Herstellung von Joghurt*

Joghurt zählt aufgrund seiner begrenzten Haltbarkeit zu den Sauermilch- und Frischmilchprodukten. Mit Wärme behandelte Milch oder Rahm, wird mit eigens gezüchteten Milchsäurekulturen gesäuert wodurch ein für Menschen verzehrbares Joghurt entsteht. Bei der Herstellung von Joghurt werden vor allem wärmeliebende Milchsäurebakterien genutzt. Das heißt, dass die bakteriellen Prozesse erst bei relativ warmen Temperaturen (über 50°C) stattfinden. Durch die Beimengung von Milchsäurekulturen zu der wärmebehandelten Milch, wird ein Teil des Milchzuckers der Laktose zu Laktat abgebaut. Der pH-Wert sinkt, wodurch das Eiweiß gerinnt und die Milch dickflüssig wird (Rimbach et al., 2015). Bei Joghurt handelt es sich also um ein fermentiertes Nahrungsmittel, welches ohne große technologische Aufwendungen erzeugt werden kann (Hamatschek, 2016).
Die Konsistenz von Joghurt kann stichfest, dickflüssig oder dünnflüssig sein. Neben dem klassischen Joghurt gibt es auch Joghurterzeugnisse. Hierbei handelt es sich um Joghurt, dem geschmacksgebende Zutaten - wie zum Beispiel Fruchtzubereitungen - beigefügt wurden (Rimbach et al., 2015).

# Herstellung von Joghurt

**Zutaten für 8 Portionen Joghurt:**

- 1 Liter Milch (3,5% Fett)
- 1 Becher Naturjoghurt (3,5% Fett)

Arbeitsmaterialien:

- 1 Rührschüssel
- 8 kleine Gefäße mit Schraubdeckel
- 1 Esslöffel
- 1 Schneebesen
- Wärmeschrank/Styroporbox mit einer heißen Wärmflasche (45°C)
- Kühlschrank/Kühlbox mit Kühlakkus

**Zubereitung:**

1. Gib das Joghurt und die Milch in eine Rührschüssel.
2. Verrühre die Zutaten solange mit einem Schneebesen, bis die Masse klumpenfrei ist.
3. Schütte die Masse in die vorbereiteten Gläser.
4. Verschließe die Gläser ordentlich.
5. Stelle die Gläser über Nacht in den Wärmeschrank/Styroporbox.
6. Am nächsten Tag wird das fertige Joghurt für mindestens 3 Stunden kalt gestellt.

**Abschließend kann das Joghurt verkostet werden.**

Tipp:

Mit selbstgemachtem Fruchtpüree kannst du dir in Zukunft dein Fruchtjoghurt selbst zubereiten.

Bildquelle: Pixabay

## Informationen für die Lehrperson

***Herstellung von Frischkäse***

Global gesehen ist Käse eines der wichtigsten und beliebtesten Milchprodukte. Es gibt viele unterschiedliche Produktionsverfahren, wodurch im Handel unzählige Käsesorten angeboten werden können (Rimbach et al., 2015).

Voraussetzung für die Herstellung von Käse ist die Eindickung der Milch. Dies kann einerseits durch Milchsäurebakterien geschehen, andererseits auch durch das Labenzym, welches eine enzymatische Auflösung von Casein (Protein, welches in der Milch vorkommt) bewirkt. Außerdem ist auch eine Verknüpfung beider Verfahren möglich. Lab ist ein Enzym, welches aus dem Kälbermagen extrahiert wird. Bei der Käseproduktion mittels dieses Enzyms handelt es sich um eine „Süßgerinnung“, da das Eiweiß in einer nicht gesäuerten Umgebung gerinnt (Hamatschek, 2016).

Frischkäse gibt es in acht unterschiedlichen Fettstufen mit geschmacksgebenden Zutaten, wie zum Beispiel mit Kräutern oder ohne (Rimbach et al., 2015).

# Herstellung von Frischkäse

**Zutaten für 200 g Frischkäse:**

- 1 Liter Milch (3,5% Fett)
- 1 Esslöffel Naturjoghurt (3,5% Fett)
- ½ Labtablette

**Arbeitsmaterialien:**

- 1 mittlerer Topf mit Deckel
- 1 großer Topf (als Wasserbad)
- 1 Schneebesen
- 1 Esslöffel
- Kühlschrank/Kühlbox mit Kühlakkus
- 1 Küchenthermometer
- 1 Sieb
- 1 Glas
- 1 Rührschüssel
- 1 langes Messer
- 1 kleine Schüssel
- 1 Stoppuhr

## Zubereitung:

1. Fülle die Milch in den mittelgroßen Topf.
2. Befülle den Wasserkocher mit Wasser und bringe es zum Kochen.
3. Stelle den mittelgroßen Topf mit der Milch in den größeren Topf.
4. Befülle den großen Topf vorsichtig mit dem heißen Wasser (Wasserbad).
5. Messe mit dem Thermometer die Milchtemperatur.
6. Hat die Milchtemperatur 35°C erreicht, rühre einen Löffel Naturjoghurt mit dem Schneebesen ein und gib den Deckel auf den Topf.
7. Kontrolliere für die nächsten 30 Minuten alle 5 Minuten die Temperatur der Milch/Joghurtmasse (sie sollte nie höher als 35°C sein).
8. Gib eine ½ Labtablette in ein Glas und löse diese in ein wenig kaltem Wasser auf.
9. Nach 30 Minuten Ruhezeit kann die Lablösung in die Milch-Joghurtmasse eingerührt werden. Anschließend wird der Topf mit dem Deckel zugedeckt und bleibt für weitere 30 Minuten im Wasserbad stehen.
10. Nach 30 Minuten ist die Milch-Joghurt-Labmasse fest geworden. Diese wird mit dem Messer in 4x4 cm große Würfel geschnitten.
11. Danach wartest du weitere 10 Minuten (in dieser Zeit setzt sich die Molke vom Käse ab).
12. Gib das Sieb nun in eine Schüssel und gieße den Topfinhalt vorsichtig in das Sieb.
13. Je länger du die Molke abtropfen lässt, desto fester wird der Frischkäse. Mit dem Löffel kannst du die Molke aus dem Käse streichen (hierbei musst du jedoch aufpassen, dass du nicht den Käse durch das Sieb drückst).
14. Fülle den Käse nun in eine kleine Schüssel und stelle ihn 30 Minuten kalt.

**Abschließend kann der Frischkäse mit einem Stück Brot verkostet werden.**

Tipp: Mit Salz und Kräutern schmeckt der Käse besonders gut.

# Hygieneregeln

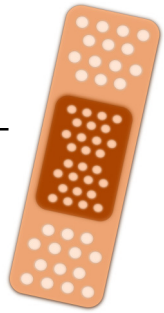
Ergänze die folgenden Aussagen. Verwende dafür die Begriffe aus dem Kästchen!

Bildquelle: Pixabay

1. _____ und Armbänder müssen _____ werden.
2. Lange _____ müssen _____ werden.
3. Wasche deine _____vor dem Arbeitsbeginn mit _____.

Bildquelle: Pixabay

4. _____ zum Kosten einen sauberen _____.
5. Nach jedem _____ , _____ oder _____ müssen die Hände _____ werden.
6. _____ an den Händen müssen _____ und hygienisch verbunden werden.



Bildquelle: Pixabay

Husten – Verletzungen – Ringe – entfernt – Toilettengang – Löffel – sauber – Haare – Hände – zusammengebunden – Verwende – Seife – Niesen – gewaschen

## Erläuterung

### *Vorwort*

Die vorgestellten Versuche zur Herstellung von Lebensmitteln zeichnen sich durch Praxisnähe und Durchführbarkeit im Alltag aus. Zudem sind diese recht unkompliziert umzusetzen und benötigen nur wenige Materialien. Die Herstellung von Joghurt oder Frischkäse erfordert allerdings lange Wartezeiten. Diese müssen bei der Stundenplanung unbedingt berücksichtigt werden. Alle drei Experimente können in der Klasse durchgeführt werden. Sollte jedoch eine Küche in der Schule vorhanden sein, nutzen Sie besser diese. Beprechen Sie die einzelnen Arbeitsschritte vorab im Plenum, um Unklarheiten während des Arbeitsprozesses zu vermeiden. Bevor Sie mit der Herstellung von Lebensmitteln beginnen, sollten Sie die Regeln zum hygienischen Arbeiten mit den Schülerinnen und Schüler besprechen. Hierfür eignet sich das Arbeitsblatt mit den Hygieneregeln.

### *Vorbereitung*

Kaufen Sie je nach Klassengröße ausreichend Zutaten ein. Achten Sie dabei auf das Einhalten der Kühlkette. Ebenso kann der Einkauf auch von Schülerinnen und Schülern übernommen werden. Hierfür sollten Sie eine Einkaufliste vorbereiten. Statten Sie die Arbeitsplätze mit ausreichend Arbeitsmaterialien aus. Für die Butterherstellung muss jeder Schüler und jede Schülerin ein Einmachglas mitbringen. Informieren Sie die Klasse rechtzeitig. Möchten Sie die hegestellten Produkte in der Schule verkosten, besorgen Sie ausreichend Geschirr dafür. Für die Verkostung von Butter oder Frischkäse sollten Sie außerdem Brot einkaufen sowie gegebenfalls Salz und Kräuter mitbringen. Die Labtablette zur Frischkäseherstellung können Sie im Internet bestellen oder in einer Apotheke kaufen.

### *Durchführung*

Versuchen Sie einen Überblick über die Klasse zu behalten. Achten Sie auf ein einheitliches Arbeitstempo bei der Herstellung von Nahrungmitteln. Die Schülerinnen und Schüler müssen gegebenfalls zusammen warten. In den Wartezeiten können beispielsweise kommende Arbeitsschritte besprochen und vorgezeigt werden.

**Lösung**

# Hygieneregeln

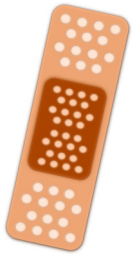
Ergänze die folgenden Aussagen. Verwende dafür die Begriffe aus dem Kästchen!

Bildquelle: Pixabay

7. RINGE und Armbänder müssen ENTFERNT werden.
8. Lange HAARE müssen ZUSAMMENGEBUNDEN werden.
9. Wasche deine HÄNDE vor dem Arbeitsbeginn mit SEIFE.

Bildquelle: Pixabay

10. VERWENDE zum Kosten einen sauberen LÖFFEL.
11. Nach jedem HUSTEN, NIESEN oder TOILETTENGANG müssen die Hände GEWASCHEN werden.
12. VERLETZUNGEN an den Händen müssen SAUBER und hygienisch verbunden werden.



Bildquelle: Pixabay

~~Husten~~ – ~~Verletzungen~~ – ~~Ringe~~ – ~~entfernt~~ – ~~Toilettengang~~ – ~~Löffel~~ – ~~sauber~~ – ~~Haare~~ – ~~Hände~~ – ~~zusammengebunden~~ – ~~Verwende~~ – ~~Seife~~ – ~~Niesen~~ – ~~gewaschen~~

## Literaturverzeichnis


***Allgemeines***

Lebensmittellexikon (o. J): Emulgator, [online] https://www.lebensmittellexikon.de/e0000270.php [03.03.2018].

Rimbach, G., Nagursky, J. & Erbersdobler, H. F. (2015): *Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger*, 2. Aufl., Berlin: Springer Spektrum.

***Butterherstellung***

Hamatschek, J. (2016): Lebensmitteltechnologie: *Die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen: 129 Abbildungen, 21 Tabellen,* Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Rimbach, G., Nagursky, J. & Erbersdobler, H. F. (2015): *Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger*, 2. Aufl., Berlin: Springer Spektrum.

***Herstellung von Milch***

Hamatschek, J. (2016): Lebensmitteltechnologie: *Die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen: 129 Abbildungen, 21 Tabellen,* Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Rimbach, G., Nagursky, J. & Erbersdobler, H. F. (2015): *Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger*, 2. Aufl., Berlin: Springer Spektrum.

***Herstellung von Frischkäse***

Hamatschek, J. (2016): Lebensmitteltechnologie: *Die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen: 129 Abbildungen, 21 Tabellen,* Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Rimbach, G., Nagursky, J. & Erbersdobler, H. F. (2015): *Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger*, 2. Aufl., Berlin: Springer Spektrum.

# Wirkung von lebensmitteltechnologischen Hilfsstoffen

V: Vorbereitung

D: Durchführung

W: Wartezeit

Ziele

Erläuterung

Informationen für die Lehrperson

Lösung

| Experimente | Zeit | Unterrichtsmaterialien | Sozialform |
|---|---|---|---|
| **Casein als Emulgator** | V: 5 Min.<br>D: 10 Min. | Arbeitsblatt inklusive den benötigten Versuchsmaterialien und der Versuchsanleitung | Partnerarbeit/Plenum |

## Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler kennen die Wirkung von Emulgatoren und können diese beschreiben.
- Die Schülerinnen und Schüler können unterschiedliche Emulgatoren, die Anwendung in der Lebensmitteltechnologie finden, aufzählen.

## Informationen für die Lehrperson

Bei Casein handelt es sich um Protein, welches in der Milch vorkommt. Protein besteht aus Aminosäuren, die zu einem großen Teil fettlöslich sind. Einige enthalten zudem auch Phosphatgruppen, die wasserlöslich sind. Aufgrund dieser Tatsache wird Casein als Emulgator verwendet (Klein et al., 2004a).

Bei Emulgatoren handelt es sich um Hilfsstoffe, die dafür sorgen, dass sich ungleiche Flüssigkeiten - wie zum Beispiel Fett und Wasser - mischen lassen (Lebensmittel-Warenkunde, o. J.). Emulgatoren setzten sich ebenso

wie Casein aus einem wasser - sowie als auch fettlöslichen Teil zusammen (Lebensmittellexikon, o. J.). Einzelne Fettkügelchen werden von Molekülen aus Eiweiß umgeben und somit in Lösung gehalten. In Eiweiß kommt neben dem Casein noch anderes Protein, welches ebenso als Emulgator wirkt, vor (Klein et al., 2004a). Ein weiterer proteinbasierter, natürlicher Emulgator ist Lecithin. Dieser kommt vor allem im Eigelb, Raps und Sojabohnen vor. Neben Casein und Lecithin werden in der Lebensmitteltechnologie noch viele weitere zum Teil auch künstlich hergestellte Emulgatoren eingesetzt, welche auf der Verpackung mit einer E-Nummer gekennzeichnet sind (Lebensmittellexikon, o. J.). E-Nummern stehen neben Emulgatoren auch für weitere Zusatzstoffe wie zum Beispiel Farbstoffe, Konservierungsstoffe, Antioxidantien, Geschmacksverstäker und mehr die Lebensmittel zugesetzt werden (AK Oberösterreich, o. J.)

# Casein als Emulgator

| Materialien: | Lebenmittel: | Chemikalien: |
|---|---|---|
| - 2 Gläser | - Olivenöl | - Caseinpulver |
| - 1 Löffel | - Wasser | |

**Durchführung**

1. Befülle ein Glas bis zur Hälfte mit Wasser.
2. Gib nun einige Tropfen Olivenöl dazu.
3. Notiere deine Beobachtung:

4. Löse in einem frischen Glas etwas Caseinpulver mit wenig Wasser auf.
5. Gieße die von dir gemischte Caseinlösung in das Glas mit dem Wasser und dem Olivenöl und rühre mit einem Löffel um.
6. Notiere deine Beobachtung:

**Versuchsauswertung**

## Erläuterung

### *Vorwort*

Dieses Experiment kann im Zuge der Grundlagenvermittlung von lebensmittelindustriellen Prozessen durchgeführt werden. Aufgrund der Einfachheit ist es auch für jüngere Schülerinnen und Schüler sowie Klassen mit wenig Erfahrung im Experimentieren geeignet. Die Beobachtungen werden nach der Versuchsdurchführung im Plenum besprochen. Abschließend wird eine Versuchsauswertung erstellt.

### *Vorbereitung*

Zum Vorbereiten der Arbeitsplätze müssen Sie in etwa fünf Minuten einplanen. Caseinpulver können Sie entweder in einer Apotheke kaufen oder im Internet bestellen.

### *Durchführung*

Beobachten Sie die Schülerinnen und Schüler während des Experimentierens. Helfen Sie gegebenenfalls bei Unklarheiten. Besprechen Sie das Experiment abschließend mit der gesamten Klasse.

## Lösung

<u>Beobachtung</u>

Wird Olivenöl in das Wasserglas getropft, bilden sich zwei Phasen. Das Wasser mischt sich zuerst nicht mit dem Olivenöl. Gibt man allerdings die Caseinlösung dazu, so vermischen sich Wasser und Olivenöl und die Flüssigkeit wird milchig.

Versuchsauswertung

Casein wirkt als Emulgator. Dadurch können zwei Flüssigkeiten, die sich normalerweise nicht mischen lassen, in Lösung gehen. Durch das Casein lösen sich die Phasen zwischen dem Wasser und dem Olivenöl auf – es entsteht eine einheitliche Flüssigkeit.

## Literaturverzeichnis

AK Oberösterreich (o. J.):Was bedeuten die E-Nummern? [online] https://ooe.arbeiterkammer.at/beratung/konsumentenschutz/ernaehrung/E-Nummern.html [11.04.2018].

Klein, K., Oettinger, U. & Klein, K. (2004a): *Atmung, Gärung, Wasser, Enzyme, Zusatzstoffe*, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Lebensmittellexikon (o. J): Emulgator, [online] https://www.lebensmittellexikon.de/e0000270.php [03.03.2018].

Lebensmittel-Warenkunde (o. J.): Emulgatoren, [online] http://lebensmittel-warenkunde.de/lebensmittelzusatzstoffe/emulgatoren.html [19.02.2018].

## 12.3 Nachhaltiger Proteinkonsum

# Fair leben

V: Vorbereitung

Ziele

Erläuterung

D: Durchführung

Informationen für die Lehrperson

Lösung

| Experimente | Zeit | Unterrichtsmaterialien | Sozialform |
|---|---|---|---|
| **Der ökologische Fußabdruck** | D: 25 Min. | Arbeitsblatt | Einzelarbeit/Plenum |
| **Milchprodukte – nachhaltig?** | D: 20 Min. | Arbeitsblatt | Einzelarbeit/Plenum |
| **Fleischhunger** | D: 20 Min. | Arbeitsblatt | Einzelarbeit/Plenum |
| **Umweltbelastung – Folgen des Fleischkonsums?** | D: 10 Min. | Arbeitsblatt | Einzelarbeit/Plenum |
| **„Alternative“ Proteinquellen zu Fleisch und Co** | D: 15 Min. | Arbeitsblatt | Einzelarbeit/Plenum |

### Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich ein Bewusstsein über ihr eigenes Konsumverhalten.
- Die Schülerinnen und Schüler können den Begriff: „ökologischer Fußabdruck“ erklären.

- Die Schülerinnen und Schüler planen Maßnahmen, um ihren persönlichen Fußabdruck zu verkleinern und führen diese durch.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen Regeln zum nachhaltigen Konsum von Milchprodukten.
- Die Schülerinnen und Schüler können den Begriff „Nachhaltigkeit“ definieren.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen den weltweiten Fleischkonsum und dessen Folgen.
- Die Schülerinnen und Schüler können Quellen aus dem Internet kritisch hinterfragen und korrekt interpretieren.
- Die Schülerinnen und Schüler können alternative Proteinquellen zu Fleisch und Co nennen.

## Informationen für die Lehrperson

***Der ökologische Fußabdruck***

Menschen hinterlassen Spuren auf der Erde. Sie benötigen Äcker, um Nahrung anzubauen, ausreichend Fläche für die Produktion von Konsumgütern und Platz zum Wohnen. Der ökologische Fußabdruck ist ein Konzept, mit dem das Ausmaß dieser Spuren berechnet werden kann. Im weiteren Sinne können damit auch die ökologischen Limits unseres Planeten aufgezeigt werden. Mittels des ökologischen Fußabdrucks wird also die Fläche in Global-Hektar berechnet, die wir Menschen aufgrund unseres Konsumverhaltens in Anspruch nehmen (Global Footprint Network, o. J.).

Wenn man die ganze Erde und ihre Ressourcen betrachtet, würden jedem Menschen 1,7 Global-Hektar zur Verfügung stehen. In manchen Ländern liegt der Flächenverbrauch aber weitaus über diesem Wert. Beispielweise haben Menschen, die in Österreich leben, einen durchschnittlichen ökologischen Fußabdruck von etwa 5,3 Global-Hektar (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2018).

In Amerika liegt der Mittelwert für den Flächenverbrauch sogar bei über 7,6 Global-Hektar pro Person. Diese Zahlen verdeutlichen, dass viele Menschen auf der Erde auf zu großem Fuß leben. Im Gegensatz dazu gibt es aber auch Länder die einen deutlich geringeren ökologischen Fußabdruck haben. Darunter fallen zum Beispiel China mit 2,8 Global Hektar sowie Indien mit 0,9 Global-Hektar pro Person (Footprint.at, o. J.).

# Der ökologische Fußabdruck

Bildquelle: Pixabay

Berechne deinen ökologischen Fußabdruck für folgende Bereiche: Ernährung und Konsumverhalten! Verwende dazu den Online-Rechner: www.mein-fussabdruck.at. Trage deine Ergebnisse anschließend in das Arbeitsblatt ein.

Mein ökologischer Fußabdruck im Bereich Ernährung beträgt:

_____

Mein ökologischer Fußabdruck im Bereich Konsum beträgt:

_____

Ingesamt hinterlasse ich einen ökologischen Fußabdruck von:

_____

Würden alle Menschen auf der Erde den gleichen Verbrauch an Ressourcen wie ich haben, würden wir

_____

Planeten brauchen.

Überlege wie du deinen ökologischen Fußabdruck reduzieren könntest. Notiere deine Ideen!

## Informationen für die Lehrperson

***Milchprodukte – nachhaltig?***

***Fleischhunger***

***Umweltbelastung – Folgen des Fleischkonsums?***

Daten der Welternährungsorganisation (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) verdeutlichen, dass 815 Millionen Menschen auf der Welt im Jahr 2015 nicht ausreichend Essen zur Verfügung hatten. Seit 1980 ist zwar die Zahl der an Hunger leidenden Menschen weltweit zurückgegangen, nichtsdestotrotz haben sich die Vereinten Nationen das Ziel gesetzt, den Welthunger bis 2030 zu besiegen. Hauptursachen für den Mangel an Nahrungsmitteln sind vor allem der Klimawandel, Naturkatastrophen und Konflikte in unterschiedlichen Ländern (FAO, 2015). Durch das Wachstum der Bevölkerung werden im Jahr 2030 rund neun Milliarden Menschen mit Nahrung versorgt werden müssen (FAO, 2016).

In den 1980er Jahren wurde das Konzept der Nachhaltigkeit entwickelt, welches auf den drei Säulen: Ökologie, Ökonomie und Sozialem beruht. Allgemein geht es dabei darum, Ressourcen der Erde zu schonen, um nachfolgenden Generationen die Möglichkeit zu geben, ihre Bedürfnisse zu erfüllen (Engler et al., 2016).

Milch und Milchprodukte werden weltweit tagtäglich konsumiert. Milch bietet nicht nur die Quelle für eine Reihe an Nährstoffen, sondern auch die Möglichkeit für viele Menschen vor allem Landwirte damit ihren Lebensunterhalt zu verdienen. Je nach Tierart, Pflanzenart oder lebensmitteltechnologischen Verfahren, können viele verschiedene Arten von Milch unterschieden werden. Der Begriff Milch wird in den meisten Ländern der Erde synonym mit dem Wort „Kuhmilch“ verwendet. Diese beinhaltet wertvolle Inhaltsstoffe wie Calcium, Magnesium, Selen, Riboflavin, Vitamin B12 und Pantothensäure.

In den letzten Jahren hat sich die Verfügbarkeit von Molkereiprodukten durch technologische Entwicklungen deutlich gesteigert. Untersuchungen zu

globalen Ernährungstrends zeigen in den Industierländern einen stagnierenden Konsum an Milchprodukten. In Entwicklungsländern steigt die Nachfrage nach Milchprodukten jedoch stetig. Der wichtigste Faktor für den steigenden Konsum von Molkereiprodukten in Entwicklungsländern ist das Wirtschaftswachstum (FAO, 2013b). Weiters steigt auch der Verbrauch von Milch und Milchprodukten in Schwellenländern wie China und Indien stark an (Foodaktuell.ch, 2013). Der Pro-Kopf-Verbrauch an Milchprodukten korreliert stark mit dem Pro-Kopf-Einkommen. Weitere Faktoren, wie zum Beispiel die Nahrungsmittelpräferenzen eines Landes, sind ebenso am Konsumniveau beteiligt (FAO, 2013b).

Mit dem Wachsen der Weltpopulation nimmt auch der Konsum von Fleisch weiter zu. Im Jahr 2015 wurden pro Kopf durchschnittlich 43,2 Kilogramm Fleisch verzehrt (FAO, 2016). Während der Fleischkonsum in Industrieländern seit mehreren Jahren gleichbleibend ist, steigt vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern die Nachfrage danach. Dennoch wird in diesen Ländern trotzdem weniger Fleisch als in Industrieländern verzehrt, auch wenn der Pro-Kopf-Verbrauch vor allem in China ansteigt (Vegan.eu, 2015).
Fleisch verursacht in der Herstellung einen enormen Aufwand, da die Tiere gezüchtet, gehalten und mit Futter versorgt werden müssen. Futtermittel werden auf großen Flächen angebaut und benötigen ausreichend Wasser. Somit beträgt der Wasserverbrauch für die Herstellung von einem Kilogramm Rindfleisch in etwa 15.000 Liter (Ogino et al., 2007).

Die Produktion von Fleischwaren und Milchprodukten ist problematisch, da diese sehr viele Ressourcen verbraucht. Rund ein Drittel der weltweiten Ernte wird als Futter für die Tiere verwendet. Wäre dies nicht der Fall, könnten Milliarden von Menschen zusätzlich pflanzlich ernährt werden. Zudem benötigt die Herstellung von tierischen Lebensmitteln riesige Mengen an Trinkwasser (Engler et al., 2016). Diese Tatsache ist dafür

mitverantwortlich, dass Ressourcen auf der Welt ungerecht verteilt sind, wodurch der Welthunger gefördert wird (Albert Schweizer Stiftung, 2013).
Studien zeigen deutlich, dass der Konsum von tierischen Produkten im engen Zusammenhang mit dem Klimawandel steht. Rund 70 Prozent der durch unsere Ernährung verursachten Treibhausgasemissionen sind auf Nahrungsmittel tierischen Ursprungs zurückzuführen (Noleppa, 2012). Zu den durch die Nahrungsmittelproduktion entstehenden Treibhausgasen gehören vor allem Kohlendioxid, Methan und Lachgas (Popp et al., 2010). Diese ergeben sich vor allem durch die landwirtschaftliche Produktion, Verarbeitung, Verpackung, Lagerung, Transport sowie die Zubereitung (Noleppa, 2012).
In Österreich wurden im Jahr 2016 rund 10 Prozent der gesamten Treibhausgasemission durch die Landwirtschaft verursacht (Umweltbundesamt, 2017). Vergleicht man unterschiedliche Lebensmittel in Bezug auf den Beitrag zur Entstehung von Treibhausgasen, wird deutlich, dass Rindfleisch ganz klar an der Spitze steht, gefolgt von Geflügel und Schweinefleisch. Andere tierische Lebensmittel, wie zum Beispiel Milchprodukte und Eier, verursachen ebenso ähnlich hohe Werte an Treibhausgasen wie Fleisch. Pflanzliche Produkte erzeugen im Gegensatz jedoch eine deutlich geringere Belastung für die Umwelt (Noleppa, 2012).

Um eine nachhaltige Lebensweise auch in Zukunft zu ermöglichen, gibt es unterschiedliche Lösungsansätze. Zum einen wird eine starke Konsumreduktion von tierischen Produkten diskutiert, zum anderen wird über die künstliche Herstellung von tierischen Lebensmitteln im Labor nachgedacht. Das Ausfindigmachen von bisher ungenützten, regionalen Agrarflächen stellt ebenso einen Ansatz der Lösung dar „(Land Grabbing“). Abschließend steht natürlich auch die zu vermeidende Verschwendung von Nahrungsmitteln im Fokus (Engler et al., 2016).

## Milchprodukte – nachhaltig?

Bildquelle: Pixabay

In den vergangen Jahren wurde in den Medien regelmäßig über die Nachhaltigkeit unserer Nahrungsmittel diskutiert. Der Begriff „Nachhaltigkeit“ beinhaltet drei Ebenen: Ökologie (Umweltfreundlichkeit), Soziologie (Auswirkungen auf den Menschen) und Ökonomie (Wirtschaft). In letzter Zeit haben auch die artgerechte Tierhaltung und das Tierwohl an Bedeutung zugenommen. Nur wenn wir unsere Umwelt, Tiere und alle Menschen die auf der Erde leben, vorsichtig behandeln, sodass unsere Nachkommen gut leben können, verhalten wir uns nachhaltig.

☐ Erhaltung der Artenvielfalt

☐ Qualitätssicherung

☐ Beitrag zu den weltweiten Treibhausgasemissionen

☐ Mangel an qualifizierten Mitarbeitern

☐ Investitionen in technische Ausstattung

☐ Investitionen in artgerechte Tierhaltung

☐ Kraftstoffverbrauch: Erzeuger - Molkerei - Handel

☐ Welthunger

**1.** Ordne die einzelnen Herausforderungen zur Herstellung von Milchprodukten den vier Bereichen: Tierwohl (T), Ökonomie (Ö), Umwelt (U) und Soziales (S) zu. Trage die Buchstaben in die Kästchen ein. Es können auch mehrere Buchstaben in ein Kästchen geschrieben werden.

**2.** Recherchiere im Internet über nachhaltige Produktion und Konsum von Milchprodukten. Notiere die wichtigsten Informationen in Stichwörtern auf der Rückseite des Arbeitsblattes.

# Fleischhunger

Bildquelle: Pixabay

Beantworte folgende Fragen:

1. Was glaubst du, wie viel **Kilogramm Fleisch in Österreich pro Person und Jahr** gegessen werden?

2. Ist die **Menge** des verzehrten Fleisches auf der **ganzen Welt gleich groß?**
   Oder gibt es Länder in denen mehr oder weniger Fleisch gegessen wird?

3. Was denkst du, **wie viel Liter Wasser** werden für die Produktion **von 1 Kilogramm Rindfleisch** benötigt?

**Überprüfe deine Vermutungen!**
Nimm dein Handy zur Hand und recherchiere im Internet!
(Notiere deine Quellen!)

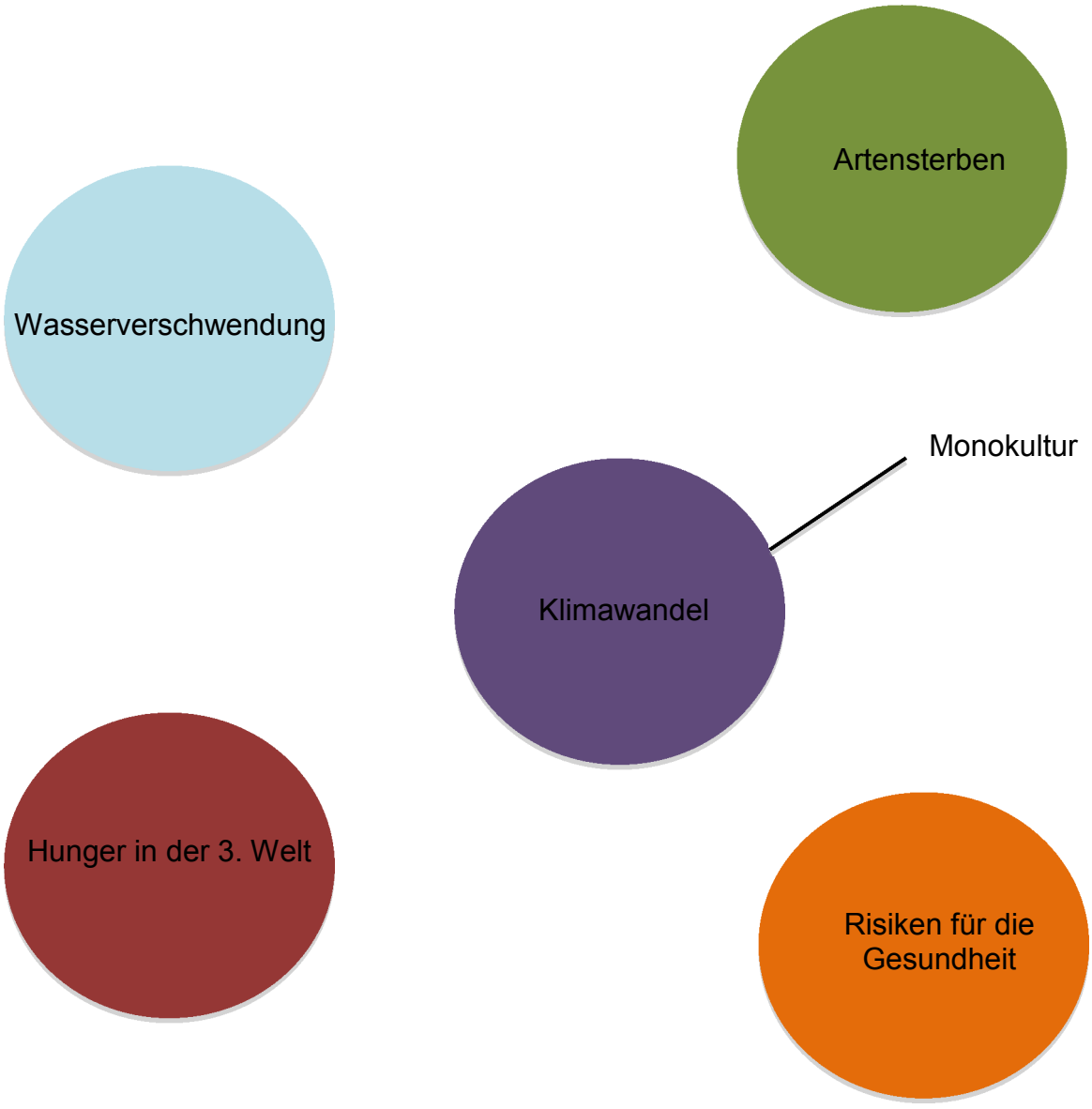
Wie hoch ist **der tatsächliche Fleischkonsum in Österreich pro Person und Jahr**?
Isst du selbst mehr, weniger oder gleich viel Fleisch?

In **welchen Ländern** wird am **meisten Fleisch konsumiert**? In welchen Ländern wird wenig Fleisch gegessen? Wo befindet sich Österreich in diesem Ranking?

## Umweltbelastung – Folgen des Fleischkonsums?

Ordne die Wörter im Kästchen den Überbegriffen in den Kreisen zu! Einige Begriffe können auch mehreren Kreisen zugeordnet werden.

Zerstörung des Regenwaldes – Waldsterben – hoher Flächenbedarf – Tierseuchen – Zivilisationskrankheiten – Fleischexporte – Methanausstoß – Futtermittelimporte – CO2-Ausstoß – 1 Kilogramm Rindfleisch = 15.000 Liter Wasserverbrauch – ~~Monokulturen~~ – Treibhauseffekt – Hunger – Rückstände in Lebensmitteln (Antibiotikum) – Mangel an Trinkwasser – kranke Tiere



## Informationen für die Lehrperson

### *Alternative Proteinquellen zu Fleisch und Co*

Laut FAO müssen alternative Eiweißquellen zu Fleisch und Co gesucht und konsumiert werden, um eine weltweit ausreichende Proteinversorgung gewährleisten zu können (FAO, 2013a). Ziel dabei ist es vor allem umweltbewusste, nährstoffreiche und gesundheitsfreundliche Alternativen zu finden (Bonny, 2015).

Insekten werden in vielen Studien als nachhaltige Proteinquelle mit gesundheitlichen Vorteilen deklariert. Genaueres dazu ist im Kapitel „Verkostung von neuen Proteinquellen“ zu finden. Zudem ist auch an Fleischersatzprodukte zu denken, die Fleisch in Geschmack und Konsistenz ähnlich sind. Rohstoffe für die Erzeugung sind oftmals proteinhaltige Hülsenfrüchte wie zum Beispiel Sojabohnen (Buck, 2015). Ebenso kann aus Weizeneiweiß vegetarisches oder veganes Fleisch produziert werden (Zentrum der Gesundheit, 2017a). Im Weiteren kann an Fleisch aus dem Labor oder auch In-Vitro-Fleisch gedacht werden. Dabei werden Zellen von lebendigen Tieren mittels einer schmerzfreien Punktion entnommen und anschließend in einer Nährflüssigkeit gelagert. In dieser vermehren und wachsen die Zellen zu einem „Stück Fleisch“ heran. Die Forschung dazu steckt aber noch in den Kinderschuhen; trotzdem könnte kultiviertes Fleisch in Zukunft eine ökologisch vertretbare Eiweißquelle darstellen (Future Food, o. J.).

Ebenso bieten sich Mikroalgen als Alternative zu Fleisch und Fisch an. Diese liefern qualitatives Eiweiß, haben ein günstiges Fettsäuremuster und enthalten wichtige Vitamine. Mikroalgen sind mit dem freien Auge nicht zu erkennen (SRF, 2016). Vor allem die Gattungen Spirulina (Gattung der Blaualgen) und Chlorella (Gattung der Grünalgen), welche in den Tropen und Subtropen angebaut werden, finden bereits häufig als Nahrungsergänzungsmittel Verwendung. Mikroalgen bieten allerdings mehr als nur eine optimale Nährstoffzusammensetzung und hohe Proteingehalte.

Aufgrund ihres geringen Flächenbedarfs, helfen sie Ressourcen zu schonen (Naturland, o. J.).

Neben den bereits erwähnten und zum Teil „sehr futuristischen“ Proteinlieferanten sollte auch an pflanzliche Eiweißquellen gedacht werden. Gute pflanzliche Proteinquellen sind: Hülsenfrüchte (Linsen, Bohnen, Erbsen, Erdnüsse und Kichererbsen), Getreide und Pseudogetreide (Weizen, Dinkel, Quinoa, Amaranth, Haferflocken, Hirse, Vollkornnudeln und Reis, ...), Nüsse, Kerne und Samen (Mandeln, Cashewkerne, Chiasamen, Hanfsamen) sowie Gemüse (Kartoffeln, Spinat, Brokkoli,...) sowie Pilze und diverse Kräuter (Zentrum der Gesundheit, 2017b).

## „Alternative“ Proteinquellen zu Fleisch und Co.

In den letzten Jahren haben immer mehr Menschen den Konsum von tierischen Produkten reduziert oder sogar darauf verzichtet. Tierische Lebensmittel liefern jedoch eine Reihe wichtiger Nährstoffe - insbesondere Protein.

Recherchiere im Internet und suche nach alternativen sowie pflanzlichen Proteinquellen. Erstelle eine Mindmap!

## Erläuterung

### *Vorwort*

Zur Einführung in diese Thematik eignet sich ein Lehrerinnen/Lehrer-Schülerinnen/Schüler-Gespräch. Mittels der Arbeitsblätter wird das eigenständige Arbeiten und Erfassen von Daten gefördert. Nach der Erarbeitungsphase sollen die erhobenen Ergebnisse in der Klasse besprochen werden.

### *Vorbereitung*

Für alle vorgestellten Arbeitsblätter wird das Internet zur Recherche verwendet, deshalb sollten Sie daran denken, einen Computerraum zu reservieren. Falls Ihre Schüler und Schülerinnen einen Laptop oder ein Smartphone besitzen, ist dies nicht notwendig.

### *Durchführung*

Der ökologische Fußabdruck

Der ökologische Fußabdruck wird mit einem Online-Rechner bestimmt. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten hierbei selbstständig. Sobald jeder Schüler und jede Schülerin ihren ökologischen Fußabdruck bestimmt hat, können die Ergebnisse im Plenum besprochen werden.

Milchprodukte – nachhaltig?

Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten das Arbeitsblatt in Einzelarbeit. Die Ergebnisse der Recherche zur nachhaltigen Produktion und zum nachhaltigen Konsum von Milchprodukten werden im Anschluss in der Klasse verglichen.

Fleischhunger

Dieses Arbeitsblatt wird in Einzelarbeit gelöst. Lassen Sie den Schülerinnen und Schülern ausreichend Zeit für die Recherche im Internet. Beim

Vergleichen des Arbeitsblattes kann es zu Diskussionen kommen, da die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Quellen zur Informationsbeschaffung verwenden könnten und es somit zu verschiedenen Ergebnissen kommen kann.

Umweltbelastung – Folgen des Fleischkonsums?

Bei diesem Arbeitsblatt lesen die Schülerinnen und Schüler die Begrifflichkeiten im Kästchen durch und ordnen die Aussagen den Überpunkten in den Kreisen zu. Jeder Begriff aus dem Kästchen kann mehrmals verwendet werden. Abschließend sollte das Arbeitsblatt mit den Schülerinnen und Schülern verglichen werden.

Ökologische Proteinquellen

Von den Schülerinnen und Schülern wird eigenständig eine Mindmap mit alternativen Proteinquellen erstellt. Anschließend werden die Lösungen im Plenum verglichen.

**Lösung**

## Milchprodukte – nachhaltig?

Bildquelle: Pixabay

In den vergangen Jahren wurde in den Medien regelmäßig über die Nachhaltigkeit unserer Nahrungsmittel diskutiert. Der Begriff „Nachhaltigkeit“ beinhaltet drei Ebenen: Ökologie (Umweltfreundlichkeit), Soziologie (Auswirkungen auf den Menschen) und Ökonomie (Wirtschaft). In letzter Zeit haben auch die artgerechte Tierhaltung und das Tierwohl an Bedeutung zugenommen. Nur wenn wir unsere Umwelt, Tiere und alle Menschen die auf der Erde leben, vorsichtig behandeln, sodass unserer Nachkommen gut leben können, verhalten wir uns nachhaltig.

| | | | |
|---|---|---|---|
| U | Erhaltung der Artenvielfalt | Ö, S | Qualitätssicherung |
| U | Beitrag zu den weltweiten Treibhausgasemissionen | S, Ö | Mangel an qualifizierten Mitarbeitern |
| Ö | Investitionen in technische Ausstattung | T, Ö | Investitionen in artgerechte Tierhaltung |
| Ö, U | Kraftstoffverbrauch: Erzeuger-Molkerei- Handel | S, Ö | Welthunger |

**1.** Ordne die einzelnen Herausforderungen zur Herstellung von Milchprodukten den vier Bereichen: Tierwohl (T), Ökonomie (Ö), Umwelt (U) und Soziales (S) zu. Trage die Buchstaben in die Kästchen ein. Es können auch mehrere Buchstaben in ein Kästchen geschrieben werden.

**2.** Recherchiere im Internet über nachhaltige Produktion und Konsum von Milchprodukten. Notiere die wichtigsten Informationen in Stichwörtern auf der Rückseite des Arbeitsblattes.

# Fleischhunger

Bildquelle: Pixabay

Beantworte folgende Fragen:

1. Was glaubst du, wie viel **Kilogramm Fleisch in Österreich pro Person und Jahr** gegessen werden? ???

2. Ist die **Menge** des verzehrten Fleisches auf der **ganzen Welt gleich groß?**
   Oder gibt es Länder in denen mehr oder weniger Fleisch gegessen wird?
   ???

3. Was denkst du, **wie viel Liter Wasser** werden für die Produktion **von 1 Kilogramm Rindfleisch** benötigt? ???

**Überprüfe deine Vermutungen!**
Nimm dein Handy zur Hand und recherchiere im Internet!
(Notiere deine Quellen!)

Wie hoch ist **der tatsächliche Fleischkonsum in Österreich pro Person und Jahr**?
Isst du selbst mehr, weniger oder gleich viel Fleisch?
Im Jahr 2016 wurden in Österreich 64,8 kg pro Person verzehrt (Quelle: AMA, 2016).

???

In **welchen Ländern** wird am **meisten Fleisch konsumiert**? In welchen Ländern wird wenig Fleisch gegessen? Wo befindet sich Österreich in diesem Ranking?
Hoher Fleischkonsum: Australien (90,3 kg pro Person und Jahr), USA (90,2 kg pro Person und Jahr), Argentinien (86,6, kg pro Person und Jahr )
Geringer Fleischkonsum: Türkei (28,2 kg pro Person und Jahr), in Indonesien (10,6 kg pro Person und Jahr), Indien (3,2 kg pro Person und Jahr)
Österreich liegt somit im oberen Drittel! (Quelle: OECD Statistiken, 2016)

## Umweltbelastung – Folgen des Fleischkonsums?

Ordne die Wörter im Kästchen den Überbegriffen in den Kreisen zu! Einige Begriffe können auch mehreren Kreisen zugeordnet werden.

~~Zerstörung des Regenwaldes~~ – ~~Waldsterben~~ – ~~hoher Flächenbedarf~~ – ~~Tierseuchen~~ – ~~Zivilisationskrankheiten~~ – ~~Fleischexporte~~ – ~~Methanausstoß~~ – ~~Futtermittelimporte~~ – ~~C02-Ausstoß~~ – ~~1 Kilogramm Rindfleisch = 15.000 Liter Wasserverbrauch~~ – ~~Monokulturen~~ – ~~Treibhauseffekt~~ – ~~Hunger~~ – ~~Rückstände in Lebensmitteln (Antibiotikum)~~ – ~~Mangel an Trinkwasser~~ – ~~kranke Tiere~~

### Wasserverschwendung:

- 1 Kilogramm Rindfleisch = 15.000 Liter Wasserverbrauch

### Klimawandel:

- Methanausstoß
- CO2-Ausstoß
- Monokulturen
- Treibhauseffekt
- Futtermittelimporte
- Fleischexporte
- Waldsterben
- hoher Flächenbedarf

### Artensterben:

- Zerstörung des Regenwaldes
- Waldsterben
- hoher Flächenbedarf

### Hunger in der 3. Welt:

- Mangel an Trinkwasser
- Futtermittelimporte
- Fleischexporte

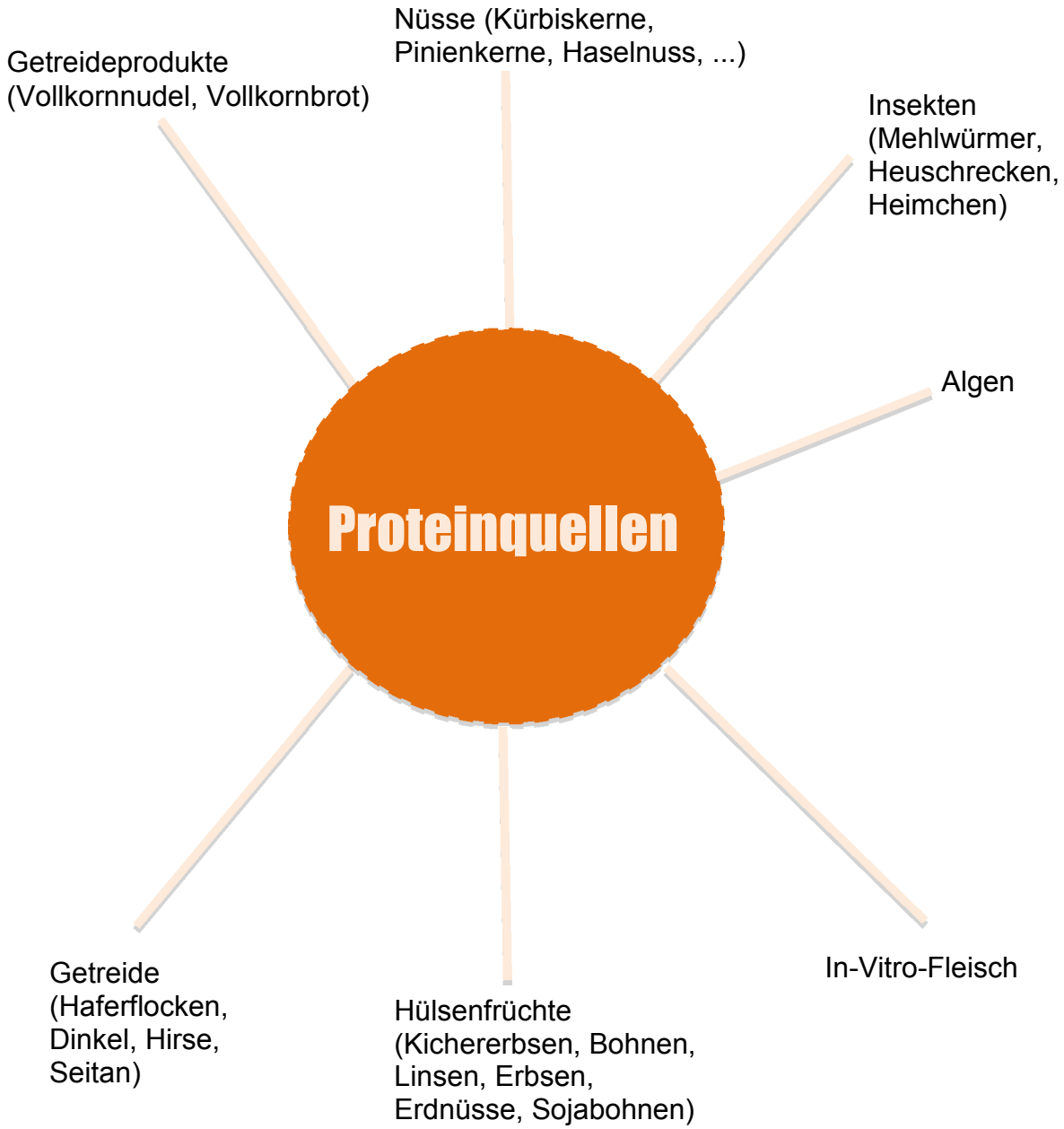
### Risiken für die Gesundheit:

- Rückstände in Lebensmitteln (Antibiotikum)
- Zivilisationskrankheiten
- Tierseuchen
- kranke Tiere

## „Alternative“ Proteinquellen zu Fleisch und Co.

In den letzten Jahren haben immer mehr Menschen den Konsum von tierischen Produkten reduziert oder sogar darauf verzichtet. Tierische Lebensmittel liefern jedoch eine Reihe wichtiger Nährstoffe - insbesondere Protein.

Recherchiere im Internet und suche nach alternativen sowie pflanzlichen Proteinquellen. Erstelle eine Mindmap!



## Literaturverzeichnis


### *Ökologischer Fußabdruck*

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (Hrsg.) (2018): Der "Österreichische Fußabdruck-Rechner", Der ökologische Fußabdruck - Wann sind die ökologischen Grenzen unseres Planeten erreicht?, [online] https://www.bmnt.gv.at/umwelt/nachhaltigkeit/bildung_nachhaltige_entwicklung/fussabdruck_rechner.html [15.03.2018].

Footprint.at (Hrsg.) (o. J.): Der ökologische Fußabdruck Österreichs [online] http://www.footprint.at/fileadmin/zf/dokumente/footprint_brosch_v3LM.pdf [11.04.2018].

Global Footprint Network (o. J.): Ecological Footprint, [online] https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/ [22.02.2018].

### *Nachhaltiger Konsum von tierischen Produkten*

Albert Schweizer Stiftung (Hrsg.) (2013): Welthunger und Entwicklungspolitik – eine Fleischfrage?, [online] https://albert-schweitzer-stiftung.de/aktuell/welthunger-entwicklungspolitik-fleischfrage [15.04.2018].

Engler, S., Stengel, O. & Bommert, W. (2016): Einleitung: Regional, innovativ und gesund, in: Engler, S., Stengel, O. & Bommert, W. (Hrsg.), *Regional, innovativ und gesund: Nachhaltige Ernährung als Teil Der Großen Transformation*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht Gmbh & Co.

FAO (Hrsg.) (2016): Food Outlook, [online] https://www.weltagrarbericht.de/fileadmin/files/weltagrarbericht/GlobalAgriculture/02Hunger/FoodOutlook10_2016.pdf [05.02.2018].

FAO (Hrsg.) (2013b): Milk and dairy products in human nutrition, [online] http://www.fao.org/docrep/018/i3396e/i3396e.pdf [07.02.2018].

FAO (Hrsg.) (2015*)*: The State of Food Insecurity in the World, [online] http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf [05.02.2018].

Foodaktuell.ch (Hrsg.) (2013): Milch- und Molke-Konsum wachsen weltweit, [online] https://www.foodaktuell.ch/milch-und-molke-konsum-wachsen-weltweit/ [11.04.2018].

Noleppa, S. (2012): Ernährung. Nahrungsmittelverluste. Klimawirkung. Klimawandel auf dem Teller, [online] http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Klimawandel_auf_dem_Teller.pdf [13.03.2018].

Ogino, A., Orito, H., Shimada, K. & Hirooka, H. (2007): Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow? Calf system by the life cycle assessment method*,* in: *Animal Science Journal*, *78* (4), 424-432.

Popp, A., Lotze-Campen, H. & Bodirsky, B. (2010): Food consumption, diet shifts and associated non-CO2 greenhouse gases from agricultural production, in: *Global Environmental Change*, 20 (3), 451-462, DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2010.02.001.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016): Klimaschutzbericht 2017, [online] http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0622.pdf [13.03.2018].

Vegan.eu (2015): Steigender Fleischkonsum in Entwicklungs- und Schwellenländern – was tun?, [online] https://www.vegan.eu/vegan_entwicklungslaender/ [11.04.2018].

***Alternative Proteinquellen zu Fleisch und Co***

Bonny, S., Gardner, G. E., Pethick, D. W. & Hocquette, J.-F. (2015): What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry?, in: *Journal of Integrative Agriculture*, 14 (2), 255-263, DOI: 10.1016/S2095-3119(14)60888-1.

Buck, C. (2015): Fleisch oder Pflanze?, [online] https://www.heise.de/tr/artikel/Fleisch-oder-Pflanze-2555071.html [15.03.2018].

FAO (Hrsg.) (2013a): Der Beitrag von Insekten zu Nahrungssicherung, Lebensunterhalt und Umwelt, [online] http://www.fao.org/docrep/018/i3264g/i3264g.pdf [ 06.02.2018].

Future Food (o. J.): Kultiviertes Fleisch, [online], http://www.futurefood.org/in-vitro-meat/index_de.php [15.03.2018].

Naturland (o. J.): Mikroalgen aus Ökologischer Aquakultur, [online] https://www.naturland.de/de/naturland/was-wir-tun/fisch/mikroalgen-aus-ökologischer-aquakultur.html [15.03.2016].

SRF (Hrsg.) (2016): Sind Mikroalgen die Proteinquelle der Zukunft?, [online] https://www.srf.ch/sendungen/a-point/sind-mikroalgen-die-proteinquelle-der-zukunft [15.03.2018].

Zentrum der Gesundheit (Hrsg.) (2017a): Fleischersatz gesünder als Fleisch, [online] https://www.zentrum-der-gesundheit.de/fleischersatz-gesund.html [15.03.2018].

Zentrum der Gesundheit (Hrsg.) (2017b): Vegane Proteinquellen – Die Liste, [online] https://www.zentrum-der-gesundheit.de/vegane-proteinquellen.html [15.03.2018].

## 12.4 Sensorische Experimente

### Einführung

Menschen können mithilfe der fünf Sinnesorgane verschiedene Situationen, Abläufe und Eindrücke ihrer Umgebung bewusst wahrnehmen. Die Aufnahme physikalischer oder chemischer Reize erfolgt über die Augen, Ohren, Nase, Zunge und Haut (Busch-Stockfisch, 2002). Aufgenommene Reize werden in elektrische Nervenimpulse umgewandelt und an das Gehirn weitergeleitet. Dort angekommen findet die Verarbeitung, Verknüpfung und Interpretation statt, wodurch sie als Bild, Laut, Duft, Geschmack oder Berührung erfasst werden können. Die hervorgerufenen physiologischen Empfindungen werden stets mit persönlichen Emotionen und Erfahrungen in Verbindung gebracht. Mittels differenzierter Gehirnareale sind Menschen in der Lage über 10.000 Geruchsstoffe, eine Vielzahl an Lauten und rund 400.000 Farben zu erkennen sowie zu beurteilen (Jacob et al., 2012).

Bei der „Sensorik“ handelt es sich um wissenschaftliche Untersuchungen, die mithilfe von menschlichen Sinnesorganen unterschiedliche Lebensmittel und deren Zusammenhänge prüfen. Im Alltag wird das Wort „Verkostung“ als Synonym für „Sensorik“ verwendet (Derndorfer, 2012).

Zusätzlich zu den menschlichen Sinnesorganen werden in der „Sensorik“ auch elektrische Zungen oder Nasen verwendet, die einen digitalen Abdruck von Geruchs- und Geschmacksrichtungen erstellen können. Diese werden vor allem in der maschinellen Produktion von Lebensmitteln in Teilbereichen für das Qualitätsmanagement oder die Produktentwicklung eingesetzt. Beispielsweise kommen in der Weinbranche elektrische Zungen und Nasen für eine schnellere und preiswertere Qualitätskontrolle oder zur Überprüfung der Verpackung zur Anwendung. Da aber keine dieser technischen Analysegeräte so präzise wie menschliche Sinnesorgane funktionieren,

stehen aktuell und auch in Zukunft Untersuchungen von Lebensmitteln durch den Menschen im Vordergrund (Derndorfer, 2012).

## Die fünf Sinne

### *Gesichtssinn*

Mithilfe der Augen nehmen wir einen Großteil der Informationen über unsere Umgebung auf. Der Sehsinn setzt sich aus den Augen inklusive Sehnerven und dem Sehzentrum im Gehirn zusammen. Nur durch das Kooperieren dieser drei Bestandteile wird das Sehen möglich (Busch-Stockfisch, 2002).

Das menschliche Auge besteht aus einem Objektiv für die Entfernungsregulation, einer Blende zur Regulierung der Lichtverhältnisse und der Netzhaut die als Bildträger fungiert. Diese ist mit zweierlei Photorezeptoren, den Stäbchen und Zapfen ausgestattet, welche Licht in elektrische Signale umfunktionieren und an das Gehirn leiten. Dank der Zapfen können Farben wahrgenommen werden. Hell-Dunkel-Sehen wird mittels der Stäbchen ermöglicht und reguliert (Derndorfer, 2012). Beim visuellen Sinn handelt es sich um einen Fernsinn. Dies bedeutet dass Reize auch über größere Strecken aufgenommen werden können (Jacob et al., 2012).

Für die „Sensorik“ ist der Gesichtssinn von besonderer Wichtigkeit, da viele Eigenschaften - wie zum Beispiel Farbton, Gestalt und Größe - über ihn erfasst werden. Diese optischen Kennzeichen sind sozusagen für den ersten Eindruck verantwortlich und rufen bei uns Menschen bezüglich der Produkte eine gewisse Erwartungshaltung hervor (Derndorfer, 2012). Bei Früchten wird oftmals durch eine grüne Farbe auf Unreife geschlossen. Außerdem kann durch die Farbe auch die Frische der Lebensmittel bestimmt werden. Weitere sensorische Beurteilungen können durch den Sehsinn beeinflusst oder verzerrt werden, weshalb in der Praxis oftmals die Farbe der zu verkostenden Lebensmittel mittels Lichtquellen oder Einfärbung getarnt wird (Busch-Stockfisch, 2002). Im Alltag funktioniert der

Sehsinn auch als eine Art Warnsystem. Durch ihn können verdorbene Nahrungsmittel frühzeitig erkannt werden (Jacob et al., 2012).

Zusätzlich zu der Farbe ist auch noch die Menge und Form von großer Wichtigkeit. Hier spielt vor allem die Verpackung eine primäre Rolle. Je nach Verpackungsform und Größe wirkt der Inhalt des Produktes mehr oder weniger (Derndorfer, 2012).

***Geschmackssinn***

Beim gustatorischen Sinn handelt es sich um einen Nahsinn. Um Geschmäcker wahrnehmen zu können, müssen Reizstoffe einen direkten Kontakt mit der Zunge haben (Derndorfer, 2012). Es gibt fünf Geschmackqualitäten die der Mensch erkennen kann: süß, sauer, salzig, bitter und umami. Seit kurzer Zeit werden zusätzlich zu den bisherigen Geschmacksrichtungen noch zwei weitere, nämlich fett und metallisch, diskutiert (Jacob et al., 2012).
Umami kommt aus dem Japanischen und bedeutet so viel wie „wohlschmeckend“. Hierbei handelt es sich vor allem um die künstliche und verstärkende Wirkung diverser Substanzen wie zum Beispiel Glutamat (Busch-Stockfisch, 2002).

Geschmackszellen werden bereits im Mutterleib angelegt und sind ab der vierzehnten Schwangerschaftswoche vollständig ausgereift. Ein erwachsener Mensch weist in etwa 2000-4000 Geschmacksknospen auf (Derndorfer, 2012). Circa die Hälfte davon ist in den Wallpapillen vorzufinden (Jacob et al., 2012). In den Blätterpapillen und den Pilzpapillen findet man deutlich weniger Geschmacksknospen. Verschiede Geschmäcker werden durch die Geschmacksknospen aufgenommen, in ein elektrisches Signal umgewandelt und an das Gehirn weitergeleitet (Derndorfer, 2012).

Vorlieben für diverse Geschmacksrichtungen sind primär angeboren und sekundär erlernt. Babys akzeptieren die Geschmacksarten bitter und sauer nicht, zeigen jedoch gegenüber umami und süß ein positives Verhalten (Derndorfer, 2012). Zudem nimmt die Anzahl der Papillen mit steigendem Alter ab, wodurch junge Menschen besser schmecken können als ältere. Durch sensorisches Training kann diesem Prozess jedoch entgegengewirkt werden (Busch-Stockfisch, 2002).

### *Geruchsinn*

Beim Geruchsinn handelt es sich um einen chemischen Sinn, welcher auf chemische Substanzen und nicht auf körperliche Reize anspricht. Er steht mit dem Geschmacksinn im Zusammenhang, wobei die Sensibilität der Geruchsrezeptoren um einiges höher als die der Geschmacksrezeptoren ist (Jacob et al., 2012).
Die Nase ist durch eine direkte Verbindung mit dem Mund verbunden, weshalb man Gerüche nicht nur vor der Aufnahme von Lebensmitteln (pronasal), sondern auch während dem Verzehr (retronasal) bewusst wahrnimmt. Dadurch kommt es oftmals zu einer Verwechslung des retronasalen Geruchs mit dem Geschmack. Wird beim Verzehr von Produkten ein fruchtiger Geschmack beschrieben, ist dies zum Beispiel auf den Geruchsinn und nicht auf den Geschmack zurückzuführen (Derndorfer, 2012).

Menschen können über 10.000 Duftstoffe wahrnehmen, die je nach Erziehung und Erfahrung individuelle Reaktionen hervorrufen. Die uns bekannten Primärgerüche können in folgende Geruchsrichtungen eingeteilt werden: ätherisch, blumig, faulig, kampferartig, moschusartig, schweißartig und stechend (Jacob et al., 2012).

Das menschliche Riechepithel besteht aus 30 Millionen Riechzellen, die für gewöhnlich eine Lebenszeit von etwa einem Monat haben. Zusätzlich zu diesen ist die Riechschleimhaut auch mit Stützzellen und Basalzellen

ausgestattet, wobei aus Basalzellen wiederum neue Riechzellen ausgebildet werden können. Bei den Riechzellen in der Nase handelt es sich um primäre Sinneszellen oder auch Neurone, die ihre Aktionspotentiale selbst bilden. Bei einer ausreichenden Konzentration an Duftstoffen wird also ein Aktionspotential von der Riechzelle an das Gehirn geleitet (Derndorfer, 2012).

Der Geruchsinn ist für die „Senorik“ von besonderer Bedeutung. Atmet man normal ein, erreichen in etwa nur zwei Prozent der Atemluft das Riechepithel. Der Grund liegt darin, dass für gewöhnlich nur ein Nasenloch für das Einatmen benutzt wird, welches innerhalb eines Tages mehrmals wechselt. Bei der Prüfung von Lebensmitteln kommt die Methode des „Schnüffelns“ zum Einsatz, wodurch für kurze Zeit beide Nasenlöcher Gerüche aufnehmen können. Im Weiteren ist die Geruchsaufnahme und deren Intensität auch von der Köperposition abhängig. Sitzend kann man zum Beispiel Rosenduft viel besser wahrnehmen als in einer liegenden Position.
Außerdem sollte beachtet werden, dass die Wahrnehmung von Gerüchen von Mensch zu Mensch extrem variiert (Derndorfer, 2012).

### *Hörsinn*

Das Hörorgan setzt sich aus drei Bestandteilen zusammen: dem äußeren Ohr, dem mittleren Ohr und dem Innenohr. Ein Schall wird vom äußeren Ohr, welches als Trichter dient aufgenommen, gelangt zum Trommelfell und wird durch die Gehörknöchelchen im Mittelohr in das mit Flüssigkeit gefüllte Innenohr geleitet. Im Innenohr wird das mechanische Signal in ein elektrisches umgewandelt. Sinneszellen leiten die Signale an den Hörnerv und in Folge an das Gehirn weiter (Derndorfer, 2012).

Der Gehörsinn ermöglicht uns Hinweise bezüglich der Textur aufzunehmen. Zudem erhalten wir mittels auditiver Eindrücke Informationen über die Frische von Nahrungsmitteln. Knuspert eine Semmel beim Verzehr zum

Beispiel nicht mehr so laut wie gewohnt schließen wir darauf, dass diese nicht mehr frisch ist.

Der Gehörsinn spielt in der sensorischen Produktbewertung eine untergeordnete Rolle, für den Alltag ist dieser Sinn jedoch lebensnotwenig, da das Innenohr nicht nur den Gehörsinn, sondern auch das Gleichgewichtsorgan beinhaltet (Jacob et al., 2012)

### *Tastsinn*

Der Tastsinn setzt sich aus Mechanorezeptoren, Thermorezeptoren und Nozizeption (Schmerzsinn) zusammen. Bei der sensorischen Bewertung von Lebensmitteln werden Mund und Hände als Tastorgane verwendet. Mit Hilfe von taktilen und kinästhetischen Empfindungen können wir verschiedene Eigenschaften von Produkten - wie zum Beispiel die Textur - wahrnehmen (Busch-Stockfisch, 2002). Wir erkennen somit, ob ein Produkt warm, kalt, fest, weich oder flüssig, zart oder knusprig ist (Jacob et al., 2012).

### *Tipps für Verkostungen*

Bevor eine Verkostung durchgeführt werden kann, muss überlegt werden, welche Methode angewendet werden soll. Allgemein wird zwischen objektiven, analytischen Prüfungen und subjektiven, hedonischen Prüfungen unterschieden. Zu den analytischen Prüfungen zählen: Unterscheidungsprüfungen und deskriptive Prüfungen. Hedonische Prüfungen werden als Präferenzprüfung und Akzeptanzprüfung durchgeführt. Bei Unterscheidungsprüfungen sollen zwei oder mehrere Produkte miteinander verglichen werden. Beschreibende Prüfungen kommen dann zum Einsatz, wenn Produkte qualitativ und quantitativ zu bewerten sind. Mittels Präferenz- und Akzeptanzprüfungen versucht man herauszufinden, welche Produkte von Konsumenten bevorzugt werden (Busch-Stockfisch, 2002).

Für die Schule eignet sich die einfach beschreibende Prüfung am besten. Hierbei sollen die Schüler und Schülerinnen anhand einer Liste mit Adjektiven unterschiedliche Lebensmittel beschreiben. Zudem kann die deskriptive Prüfung mit der Präferenzprüfung kombiniert werden.

Vor der Verkostung müssen die Proben vorbereitet werden, da die Prüfer und Prüferinnen in der Regel nicht wissen sollen, um welche Probe es sich handelt. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass es nur geringe Unterschiede zwischen den zu testenden Proben gibt. Grundsätzlich sollten gleichartige, geruchs- und geschmacksneutrale Behältnisse verwendet werden. Je nach Art der Verkostung muss auch eine Reihenfolge der Probendarreichung überlegt werden. Zudem sollte vor der sensorischen Analyse auf die korrekte Lagerung der Lebensmittel geachtet werden (Derndorfer, 2012).

Nach der Verkostung müssen die analysierten Daten verglichen und interpretiert werden (Busch-Stockfisch, 2002).

# Verkostung von Milchprodukten

V: Vorbereitung

Ziele

Erläuterung

D: Durchführung

Informationen für die Lehrperson

Lösung

| Experimente | Zeit | Unterrichtsmaterialien | Sozialform |
|---|---|---|---|
| **Wo ist Milch enthalten?** | D: 20 Min. | Arbeitsblatt | Einzelarbeit/Plenum |
| **Milchverkostung** | V: 10 Min.<br>D: 25 Min. | Verkostungsprotokoll und Hilfestellung zur Verkostung | Einzelarbeit/Plenum |
| **Joghurtverkostung** | V: 15 Min.<br>D: 20 Min. | Verkostungsprotokoll und Hilfestellung zur Verkostung | Einzelarbeit/Plenum |

## Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler lernen unterschiedliche Lebensmittel kennen und können diese benennen.
- Die Schülerinnen und Schüler können innerhalb gleicher Lebensmittelgruppen verschiedene Produkte anhand ihres Geschmacks, Aussehens oder ihrer Konsistenz unterscheiden.
- Die Schülerinnen und Schüler erlangen ein Bewusstsein für die Methode des Verkostens.
- Die Schülerinnen und Schüler können geschmackliche Unterschiede auf unterschiedliche Inhaltsstoffe zurückführen.

## Informationen für die Lehrperson

***Verkostung von Milch***

Bei Milch handelt es sich um gemischtes, unverändertes Gesamtgemelk von Tieren, die Milch geben. Unter Milch - ohne spezielle Bezeichnung - wird in der Regel Kuhmilch verstanden. Die Milch von anderen Tierarten muss entsprechend gekennzeichnet werden (Schafmilch, Ziegenmilch, Büffelmilch, ...). Für Milch gibt es viele unterschiedliche gesetzliche Vorschriften und Verordnungen, um eine gute Qualität zu garantieren und hygienische Standards aufrechtzuhalten. Kühe werden täglich gemolken - sie geben circa achtzehn Liter Milch pro Tag. Sofort nach dem Melken wird die Milch auf 6°C abgekühlt und mittels eines Tankwagens in die Molkerei gebracht. Vor der eigentlichen Wärmebehandlung wird die Milch auf 40°C aufgewärmt und in den Zentrifugen gereinigt sowie entrahmt. Entsprechend des gewünschten Fettgehaltes wird anschließend Rahm und Magermilch rückgemischt (Rimbach et al., 2015).

Das Fett in der Milch ist in kleinste Kügelchen verteilt. Presst man diese Fettkügelchen durch feine Düsen, schrumpfen sie auf ein Fünftel ihrer ursprünglichen Größe. In Folge sind sie sehr fein in der Flüssigkeit verteilt und setzen sich nicht mehr so leicht als Rahmschicht ab - die Milch wird also homogener. Dieser Prozess des Homogenisierens geschieht unter hohem Druck und bei Temperaturen von 60–75°C. Um Keime in der Milch abzutöten wird diese erhitzt. Hierzu gibt es unterschiedliche Verfahren (Rimbach et al., 2015). Normale Frischmilch wird pasteurisiert; darunter versteh man, dass die Milch auf 74°C für rund zwanzig Sekunden lang erhitzt wird. Zudem gibt es ESL-Milch (Extended shelf-live), wobei es sich um länger haltbare Frischmilch (bis zu 21 Tage) handelt. Hierbei gibt es unterschiedliche technologische Prozesse zur Herstellung. Zum einen kann eine Hochpasteurisation, bei der die Milch zuerst auf rund 80°C aufgewärmt, anschließend für drei Sekunden auf 127°C erhitzt und abschließend auf 70-85°C abgekühlt wird, durchgeführt werden. Zum anderen kann ESL-Milch aber auch durch eine Mikrofiltration oder eine

Tiefenfiltration mit anschließender Pasteurisierung hergestellt werden. Bei der Mikro- und Tiefenfiltration wird die Milch von Keimen befreit (Hamatschek, (2016). H-Milch wird nach dem Homogenisieren ultrahoch erhitzt und anschließend unter aseptischen Bedingungen verpackt. Beim Ultrahocherhitzen wird die Milch bei Temperaturen von 150°C für zwei Sekunden erhitzt. Sterilisierte Milch wird zum Beispiel zusätzlich noch dem Prozess des Sterilisierens unterzogen, um alle Mikroorganismen abzutöten. Bei diesem Vorgang wird die Milch in vakuumierte, also in luftleeren Boxen gefüllt und für entweder 8 bis 12 Minuten bei 120-130°C oder 20-40 Minuten bei 115°C erhitzt (Rimbach et al., 2015).

In den Geschäften ist eine riesige Auswahl an vielen unterschiedlichen Milchprodukten vorhanden. Es gibt Milch mit verschiedenen Fett- und Haltbarkeitsstufen, laktosefreie Milch, Milch von verschiedenen Tier- und Pflanzenarten und Milch, die mit Nährstoffen angereichert ist. Die aufgezählten Milchsorten unterscheiden sich teilweise stark in ihren sensorischen Eigenschaften (Busch-Stockfisch, 2002).

# Wo ist Milch enthalten?

Erstelle eine Mindmap aus allen Milchprodukten und Milchsorten, die dir einfallen! Schreibe zuerst eine Liste und überlege dir anschließend eine sinnvolle Einteilung für deine Mindmap. Tausche dich später mit deiner Klasse aus und ergänze gegebenenfalls deine Übersicht.

Bildquelle: Pixabay

# Verkostung von Milch

1. Bewerte Aussehen, Textur, Geruch und Geschmack der unterschiedlichen Proben nach Schulnoten.
2. Welche Milch vermutest du hinter den Kostproben?
3. Welche der verkosteten Proben schmeckt dir am besten?_____

Folgende Milchsorten werden verkostet:

- Frischmilch 3,5% Fett
- H-Milch
- Sojamilch
- Laktosefreie Milch
- Fettarme Milch 1,5% Fett

Bildquelle: Pixabay

| Probennummer | Aussehen/ Textur | Geruch/ Geschmack | Note | Welche Milch versteckt sich hinter der Probennummer? |
|---|---|---|---|---|
| **1** | | | | |
| **2** | | | | |
| **3** | | | | |
| **4** | | | | |
| **5** | | | | |

## Hilfestellung zur Milchverkostung:

## Eigenschaften zur Beschreibung

**Aussehen:**
- Farbe (weiß, gelb, beige, blau, ...)
- matt
- glänzend

**Textur:**
- wässrig
- cremig

Bildquelle: Pixabay

**Geschmack:**
- süß
- sauer
- neutral
- muffig
- künstlich
- sahnig
- bitter
- frisch

**Geruch:**
- süß
- sauer
- neutral
- muffig
- künstlich

## Erläuterung

### *Vorwort*

Um einen Lerneffekt bei den Schülerinnen und Schülern zu erzielen, sollte die Verkostung am Beginn oder am Ende des Themenblocks stattfinden. Es sollten daher mehrere Einheiten eingeplant werden.

### *Vorbereitung*

Die Arbeitsblätter werden zunächst in Klassenstärke ausgedruckt. Bei den Unterlagen zur Verkostung muss das dazugehörige Blatt mit den Eigenschaften zur Beschreibung nicht für jede Schülerin und jeden Schüler gedruckt werden. Es reicht wenn pro Tisch ein Exemplar ausgegeben wird. Um die Lebensdauer zu verlängern, können diese laminiert und nach der Verkostung wieder eingesammelt werden.
Fragen Sie Ihre Schülerinnen und Schüler vorab, ob es Nahrungsmittelunverträglichkeiten oder Allergien gibt. Betroffene sollten auf die Verkostung verzichten. Aussehen, Textur und Geruch können trotzdem analysiert werden.

### *Durchführung*

<u>Wo ist Milch enthalten?</u>

Dieses Arbeitsblatt eignet sich gut für den Einstieg in die Thematik „Milchprodukte“. Die Schüler und Schülerinnen sollen selbstständig eine Mindmap erstellen. Abschließend werden die Ergebnisse im Plenum verglichen.

<u>Verkostung von Milch</u>

Hierfür sollten nach Anzahl der Schülerinnen und Schüler je eine oder zwei Packungen Frischmilch 3,6 Prozent, H-Milch, Fettarme Milch 1,5 Prozent, laktosefreie Milch sowie Sojamilch eingekauft werden. Achten Sie stets darauf, die Kühlkette nicht zu unterbrechen. Außerdem sollte für jede

Schülerin und jeden Schüler ein Trinkbecher vorbereitet werden. Die Milchpackungen müssen unkenntlich beziehungsweise umgefüllt und mit einer Probennummer von eins bis fünf ausgestattet werden.

Probe **1** = Frischmilch 3,5 Prozent

Probe **2** = Fettarme Milch 1,5 Prozent

Probe **3** = H-Milch

Probe **4** = Laktosefreie Milch

Probe **5** = Sojamilch

Teilen Sie die Trinkbecher aus. Die fünf Milchproben werden auf unterschiedlichen Tischen in der Klasse verteilt. Schülerinnen und Schüler können dann selbstständig von Tisch zu Tisch gehen und verkosten. Falls ein Waschbecken in der Klasse vorhanden ist, können die Becher zwischendurch ausgespült werden.

**Lösung**

## Wo ist Milch enthalten?

**Obersprodukte:**
Schlagobers, Kaffeeobers

**Käse:**
Hartkäse, Schnittkäse, Weichkäse, Frischkäse, Schmelzkäse, Mozzarella, Ricotta

Milch- und Molken-pulver

Bildquelle: Pixabay

**Butter:**
Süßrahmbutter, Sauerrahmbutter, Butterschmalz, mildgesäuerte Butter

**Molke**

**Sauermilchprodukte:**
Créme fraiche, Buttermilch, Joghurt, Kefir, Rahm

Frischmilch, Magermilch, fettarme Milch, laktosefreie Milch, H-Milch

***Verkostung von Milch***

Grundsätzlich gibt es zu Aussehen/Textur, Geruch/Geschmack und zur Benotung keine Lösung. Jeder Mensch bewertet Produkte anders, da sie unterschiedlich wahrgenommen werden. Somit sollten Sie hier einen Interpretationsspielraum zulassen. Rechnen Sie bei der Besprechung der Ergebnisse im Plenum mit Diskussionen und planen Sie ausreichend Zeit dafür ein.
Die im folgenden Absatz in den Klammern stehenden Adjektive sind die Ergebnisse meiner persönlichen Verkostung.

Probe **1** = Frischmilch 3,5 Prozent (weiß, cremig, beige, frisch, neutral)
Probe **2** = Fettarme Milch 1,5 Prozent (weiß, wässrig, neutral)
Probe **3** = H-Milch (beige, gelblich, cremig, sahnig)
Probe **4** = Laktosefreie Milch (weiß, cremig, süß, frisch)
Probe **5** = Sojamilch (gelblich, cremig, süßlich)

## Informationen für die Lehrperson

***Verkostung von Joghurt***

Joghurt entsteht aus wärmebehandelter Milch, indem thermophile (wärmeliebende) Milchsäurebakterien zugegeben werden (Hamatschek, 2016). Genaueres dazu: siehe Kapitel „lebensmitteltechnologische Experimente“, „Informationen für die Lehrperson: Herstellung von Joghurt“.

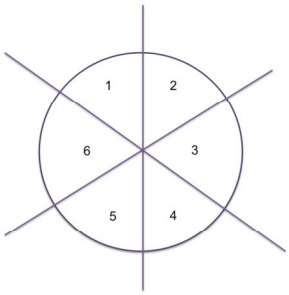
Ebenso wie bei der Milch wird uns auch bei der Joghurtauswahl ein gewaltiges Sortiment im Handel angeboten. Üblicherweise unterscheiden sich die Joghurts im Fettgehalt, der Textur (stichfest, cremig oder Trinkjoghurt) und dem Zusatz oder Freisein von geschmacksgebenden Komponenten (Früchte, Müsli, Süßstoffe oder Schokoladestücke) (Busch-Stockfisch, 2002). Der Fettgehalt des Standardjoghurts reicht von unter 0,3 Prozent Fett bei fettreduziertem Joghurt bis zu 10 Prozent Fett bei Rahmjoghurt (Rimbach et al., 2015).
Außerdem werden handelsüblichem Joghurt oftmals Zutaten wie Pektin als Stabilisator, Ballaststoffe und Johannisbrotkernmehl beigemengt. Im Weiteren wird der Geschmack von Joghurt und seine sensorischen Eigenschaften auch durch die verwendete Joghurtkultur geprägt (Busch-Stockfisch, 2002).

# Verkostung von Joghurt

1. Bewerte Aussehen, Textur, Geruch und Geschmack der unterschiedlichen Proben nach Schulnoten.
2. Welches Joghurt vermutest du hinter den Kostproben?
3. Welche der verkosteten Proben schmeckt dir am besten?_____

Folgende Joghurtsorten werden verkostet:

- Naturjoghurt 3,6% Fett
- Rahmjoghurt 10% Fett
- Laktosefreies Joghurt
- Fettarmes Joghurt 1,5% Fett
- Sojajoghurt



Probierteller

Bildquelle: Pixabay

| Probennummer | Aussehen/ Textur | Geruch/ Geschmack | Note | Welches Joghurt versteckt sich hinter der Probennummer? |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

## Hilfestellung zur Joghurtverkostung:
## Eigenschaften zur Beschreibung

Bildquelle: Pixabay

**Aussehen:**
- Farbe (weiß, gelb, grau, blau, ...)
- matt
- glänzend

**Textur:**
- wässrig
- cremig
- trocken

**Geruch:**
- süß
- sauer
- neutral
- künstlich
- muffig

**Geschmack:**
- frisch
- sahnig
- süß
- sauer
- neutral
- künstlich
- muffig
- bitter

## Erläuterung

***Vorwort***

Die Methode der Verkostung kann als Einstieg in eine Thematik oder als Abschluss verwendet werden. Die Verkostung von Joghurt ist in kurzer Zeit und ohne großen Aufwand durchzuführen.

***Vorbereitung***

Drucken Sie die Arbeitsblätter je nach Anzahl Ihrer Schülerinnen und Schüler aus. Die Liste mit den Adjektiven zur Verkostung muss nicht für jede Schülerin und jeden Schüler ausgedruckt werden. Pro Tisch reicht es, ein Exemplar auszugeben und nach der Verkostung wieder einzusammeln. Aufgrund der besseren Haltbarkeit, können diese laminiert werden.
Denken Sie daran Ihre Schülerinnen und Schüler vorab nach Nahrungsmittelunverträglichkeiten oder Allergien zu fragen. Im Zweifelsfall sollte auf die Verkostung verzichtet werden. Äußerliche Merkmale können nichtsdestotrotz beobachtet werden.

***Durchführung***

<u>Verkostung von Joghurt</u>

Für die Joghurtverkostung müssen Sie ausreichend Joghurt einkaufen. Verkostet werden: Naturjoghurt 3,6 Prozent Fett, Rahmjoghurt 10 Prozent Fett, laktosefreies Joghurt, fettarmes Joghurt 1,5 Prozent Fett und Sojajoghurt. Auch hierbei darf die Kühlkette nicht unterbrochen werden. Für jede/ jeden Ihrer Schülerinnen und Schüler muss ein Teller und ein kleiner Löffel vorbereitet werden. Die zu verkostenden Joghurtsorten werden in je eine Schüssel umgefüllt und mit einer Probennummer von eins bis fünf versehen. Für jede Schüssel ist ein großer Löffel vorzubereiten.

Probe **1** = Sojajoghurt

Probe **2** = Rahmjoghurt 10 Prozent
Probe **3** = Laktosefreies Joghurt
Probe **4** = Fettarmes Joghurt
Probe **5** = Naturjoghurt 3,6 Prozent

Geben Sie die Teller und die Probierlöffel durch die Klasse. Warten Sie bis jede/ jeder Ihrer Schülerin und Schüler einen Teller sowie einen Löffel hat. Nun können die Kostproben der Reihe nach durchgegeben werden. Weisen Sie Ihre Schülerinnen und Schüler darauf hin, das Joghurt mit dem großen Löffel aus den Schüsseln, zu entnehmen. Ihre Schüler und Schülerinnen verwenden für die richtige Anordnung der Kostproben das Schema auf dem Arbeitsblatt (Grafik: Probierteller).

## Lösung

***Verkostung von Joghurt***

Erwarten Sie kein einheitliches Ergebnis, da jeder Mensch Aussehen/Textur sowie Geruch/Geschmack anders erfasst. Zudem sollte genügend Zeit für eine ausführliche Besprechung am Ende der Verkostung eingeplant werden.
Die in den Klammern stehenden Adjektive sind die Erfahrungen meiner persönlichen Verkostung.

Probe **1** = Sojajoghurt (beige, cremig, süßlich)
Probe **2** = Rahmjoghurt 10 Prozent (weiß, cremig, sahnig, frisch)
Probe **3** = Laktosefreies Joghurt (weiß, wässrig, süß, neutral)
Probe **4** = Fettarmes Joghurt (weiß, wässrig, neutral)
Probe **5** = Naturjoghurt 3,6 Prozent (weiß, cremig, frisch, sauer)

## Literaturverzeichnis


***Allgemeines***

Busch-Stockfisch, M. (2002): Einführung, in: Busch-Stockfisch, M. (Hrsg.), *Praxishandbuch Sensorik: in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*, Hamburg: Behr.

Derndorfer, E. (2012): *Lebensmittelsensorik*, 4. Aufl., Wien: Facultas.wuv.

Jacob, J., Oehlenschläger, J. & Schneider-Häder, B. (2012): *Grundlagenvokabular Sensorik*, 1. Aufl., Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

***Die fünf Sinne***

Busch-Stockfisch, M. (2002): Einführung, in: Busch-Stockfisch, M. (Hrsg.), *Praxishandbuch Sensorik: in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*, Hamburg: Behr.

Derndorfer, E. (2012): *Lebensmittelsensorik*, 4. Aufl., Wien: Facultas.wuv.

Jacob, J., Oehlenschläger, J. & Schneider-Häder, B. (2012): *Grundlagenvokabular Sensorik*, 1. Aufl., Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

***Tipps für Verkostungen***

Busch-Stockfisch, M. (2002): Einführung, in: Busch-Stockfisch, M. (Hrsg.), *Praxishandbuch Sensorik: in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*, Hamburg: Behr.

Derndorfer, E. (2012): *Lebensmittelsensorik*, 4. Aufl., Wien: Facultas.wuv.

***Verkostung von Milch***

Busch-Stockfisch, M. (2002): Einführung, in: Busch-Stockfisch, M. (Hrsg.), *Praxishandbuch Sensorik: in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*, Hamburg: Behr.

Hamatschek, J. (2016): *Lebensmitteltechnologie: Die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen: 129 Abbildungen, 21 Tabellen,* Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Rimbach, G., Nagursky, J. & Erbersdobler, H. F. (2015): *Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger*, 2. Aufl., Berlin: Springer Spektrum.

***Verkostung von Joghurt***

Busch-Stockfisch, M. (2002): Einführung, in: Busch-Stockfisch, M. (Hrsg.), *Praxishandbuch Sensorik: in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*, Hamburg: Behr.

Hamatschek, J. (2016): *Lebensmitteltechnologie: Die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen: 129 Abbildungen, 21 Tabellen,* Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Rimbach, G., Nagursky, J. & Erbersdobler, H. F. (2015): *Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger*, 2. Aufl., Berlin: Springer Spektrum.

# Verkostung von alternativen Proteinquellen

V: Vorbereitung

Ziele

Erläuterung

D: Durchführung

Informationen für die Lehrperson

Lösung

| Experimente | Zeit | Unterrichtsmaterialien | Sozialform |
|---|---|---|---|
| **Insekten als ökologische Proteinquelle** | V: 5 Min. D: 15 Min. | Verkostungsprotokoll und Hilfestellung zur Verkostung | Einzelarbeit/Plenum |
| **Hülsenfrüchte Verkostung** | V: 30 Min. D: 20 Min. | Verkostungsprotokoll und Hilfestellung zur Verkostung | Einzelarbeit/Plenum |

## Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler lernen alternative Proteinquellen kennen.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage unterschiedliche Eigenschaften von Lebensmitteln zu beschreiben.
- Die Schülerinnen und Schüler lernen Lebensmittel anhand ihres Geschmacks, Aussehens oder ihrer Konsistenz zu unterscheiden.

## Informationen für die Lehrperson

***Allgemeines***

Bei der Verkostung von Insekten handelt es sich um ein heikles Thema, weshalb eine ausgiebige Vorarbeit notwendig ist. Reden Sie vorab mit Ihrer Klasse darüber und überlegen Sie, ob die Klasse dafür bereit ist. Ansonsten können Sie das Thema auch ohne Verkostung aufbereiten.

***Insekten als ökologische Proteinquelle***

In vielen Teilen der Welt werden Insekten traditionell konsumiert.

Seit kürzerer Zeit werden diese auch in westlichen Ländern als interessante Proteinquelle wahrgenommen. Global gesehen gibt es etwa 1.900 Insekten, die gegessen werden können. Insekten enthalten hoch qualitatives Protein, Ballaststoffe und viele Mikronährstoffe wie zum Beispiel Kupfer, Eisen und Zink (FAO, 2013). Allein bis zu 61 Prozent Protein enthalten Insekten in ihrer Trockenmasse. Aufgrund dieser Tatsache können sie als Ersatz für Fleisch und Fisch gesehen werden. Zudem enthalten sie ein ausgewogenes Fettsäuremuster und einen hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (Rempe, 2014). Neben den positiven, gesundheitlichen Aspekten von Insekten als Nahrungsmittel sollte, aber auch der ökologische Vorteil genauer betrachtet werden. Insekten können durchschnittlich zwei Kilogramm Futter in ein Kilogramm reine Körpermasse umwandeln. Rinder brauchen im Gegensatz dazu acht Kilogramm Futter, um ein Kilogramm Körpermasse zu produzieren (FAO, 2013). Zudem benötigen Insekten wesentlich weniger Wasser und eine deutlich geringere Fläche als die klassische Tierzucht. Im Weiteren produzieren sie auch viel weniger Treibhausgase als andere Nutztiere. Wie bereits im Kapitel zum nachhaltigen Proteinkonsum erwähnt, verursachen Fleisch und andere tierische Produkte hohe Emissionen an Treibhausgasen. Der Konsum von Insekten kann somit einen wesentlichen Beitrag zur Schonung von Ressourcen und Verbesserungen der Welternährungssituation leisten (FAO, 2013). Ob sich Insekten in Europa als Nahrungsmittel durchsetzen ist

pauschal nicht zu beantworten, da es neben den strengen rechtlichen Rahmenbedingungen zudem das Problem mit dem Ekel gegenüber diesen Tieren gibt. Nichtsdestotrotz bieten Insekten ein enormes Potential gerade was die zukünftige weltweite Ernährungssituation betrifft. Vor allem im Bezug auf den global steigenden Konsum von tierischen Protein (Rumpold & Schlüter, o. J.).

### *Insekten als Nahrungsmittel*

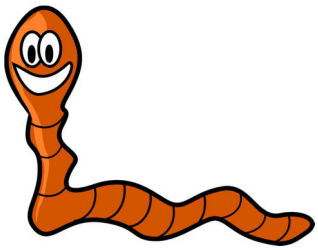
Insekten, die für den Verzehr durch Menschen geeignet sind, fallen innerhalb der europäischen Union in die Kategorie von „Novel Food“ (neuartige Lebensmittel). Darunter fallen alle Lebensmittel, die erst seit dem Jahr 1997 in Europa konsumiert werden (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017). Die gesetzliche Lage zu Insekten als Nahrungsmittel kann sich jederzeit ändern, weshalb Sie diese vor der Durchführung im Unterricht stets überprüfen sollten.

## Insekten als ökologische Proteinquelle

1. Bewerte Aussehen, Textur, Geruch und Geschmack der unterschiedlichen Proben nach Schulnoten.
2. Welche Insektenart vermutest du hinter den Kostproben?
3. Welche der verkosteten Proben schmeckt dir am besten?_____

Folgende Insekten werden verkostet:

- Heimchen
- Buffalowürmer
- Wanderheuschrecken
- Mehlwürmer



Bildquelle: Pixabay

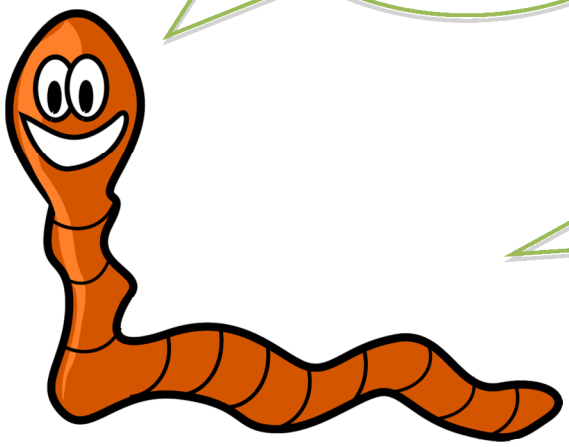
| Probennummer | Aussehen/ Textur | Geruch/ Geschmack | Note | Welches Insekt versteckt sich hinter der Probennummer? |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |

## Hilfestellung zur Insektenverkostung:

## Eigenschaften zur Beschreibung

**Aussehen:**
- Farbe (weiß, beige, gelb, grün, braun..)
- matt
- glänzend
- ansprechend
- nicht ansprechend

**Textur:**
- knusprig
- zäh
- mehlig
- weich
- brüchig



Bildquelle: Pixabay

**Geruch:**
- neutral
- künstlich
- muffig
- nussig
- süßlich

**Geschmack:**
- frisch
- fettig
- salzig
- neutral
- muffig
- nussig
- süßlich
- trocken

## Erläuterung

### *Vorwort*

Um auch hier einen Lernerfolg zu erzielen, bietet es sich an, die Verkostung am Beginn oder am Ende eines passenden Themenblocks durchzuführen. Deshalb sollten für diese Thematik generell mehrere Einheiten eingeplant werden.

### *Vorbereitung*

Die Arbeitsblätter müssen vorerst in Klassenstärke gedruckt werden. Bei den Unterrichtsmaterialien zu der Verkostung muss das dazugehörige Blatt mit den Eigenschaften zur Beschreibung aber nicht für jede Schülerin und jeden einzelnen Schüler ausgedruckt werden. Es reicht auch hier, wenn pro Tisch ein Exemplar ausgeteilt wird. Um die Lebensdauer dieser Materialien zu verlängern, können sie laminiert und nach der sensorischen Prüfung eingesammelt und wiederverwendet werden.

### *Durchführung*

<u>Verkostung von Insekten</u>

Insekten, die sich zum Verzehr eignen, können in Onlineshops bestellt werden.
Bereiten Sie pro Bankreihe (in etwa vier bis sechs Ihrer Schüler und Schülerinnen) je vier kleine Schüsseln vor. Befüllen Sie diese mit den zu verkostenden Insekten und je einem kleinen Löffel. Anschließend nummerieren Sie die Proben von eins bis vier.

Probe **1** = Buffalowürmer
Probe **2** = Heimchen
Probe **3** = Mehlwürmer
Probe **4** = Wanderheuschrecken

Teilen Sie die vorbereiteten Kostproben aus. Ihre Schülerinnen und Schüler können nach Lust und Laune in einer unterschiedlichen Reihenfolge verkosten. Wichtig ist jedoch, dass Sie die jeweilige Probennummer korrekt notieren. Zudem sollten Ihre Schülerinnen und Schüler darauf aufmerksam gemacht werden, die Insekten mit den kleinen Löffeln und nicht mit den Fingern zu entnehmen.

Viele Menschen empfinden beim Kontakt mit Insekten Ekel, da diese in unserer Gesellschaft oftmals mit Küchenschädlingen in Verbindung gebracht werden. Weshalb bei dieser Thematik die Vorarbeit besonders wichtig ist. Nehmen Sie sich dafür besonderes viel Zeit. Falls Ihre Schüler und Schülerinnen bei der Verkostung nicht mitmachen möchten, können diese in der Zwischenzeit im Internet über Geschmackseigenschaften von Insekten recherchieren. Verkostungen im Unterricht sind immer freiwillig!

## Lösung

Auch hier wird es keine einheitliche Lösung geben. Planen Sie für die Nachbesprechung ausreichend Zeit ein.
Die folgenden Adjektive in den Klammern sind Ergebnisse meiner persönlichen Verkostung und dienen nur als Orientierungshilfe.

Verkostung von Insekten

Probe **1** = Buffalowürmer (braun, gelblich, nussig, knusprig)

Probe **2** = Heimchen (braun, beige, süßlich, knusprig)

Probe **3** = Mehlwürmer (gelblich, beige, knusprig, nussig, neutral, salzig)

Probe **4** = Wanderheuschrecken (braun, grünlich, knusprig, nussig)

## Informationen für die Lehrperson

***Verkostung von Hülsenfrüchten***

Das Jahr 2016 wurde von der Food and Agriculture Organization (FAO) der Vereinten Nationen zum Jahr der Hülsenfrüchte ernannt. Laut dieser können Hülsenfrüchte oder Leguminosen in fettreiche, getrocknete oder frische Früchte gegliedert werden. Beispiele für Hülsenfrüchte, die reich an Fett sind, sind Sojabohnen oder Erdnüsse. Linsen oder Kichererbsen gehören den getrockneten und Erbsen oder grüne Bohnen den frischen Hülsenfrüchten an (FAO, 2016). Hülsenfrüchte gehören aus botanischer Sicht zu den Schmetterlingsblütlern (Rimbach et al., 2015).

Leguminosen sind bekannt für ihren hohen Eiweiß- und Ballaststoffgehalt. Zudem haben fettreiche Hülsenfrüchte eine große Bedeutung als Ölsaaten. Allgemein haben sie einen durchschnittlichen Proteingehalt von etwa 20–40 Prozent. Aufgrund dieser Tatsache eignen sich Hülsenfrüchte sehr gut als pflanzliche Eiweißlieferanten. Die biologische Wertigkeit liegt jedoch unterhalb der biologischen Wertigkeit von tierischen Protein. Gründe dafür sind eine wechselnde, inkonstante Aminosäure-Zusammensetzung, die teilweise geringe Verdaulichkeit und enthaltene antinutritive Komponenten (Rimbach et al., 2015). Als antinutritive Inhaltsstoffe werden Stoffe bezeichnet, die eine negative Wirkung haben, oder die Aufnahme von Nährstoffen, welche mittels Nahrung zugeführt werden, einschränken können (Spektrum.de, o. J.).

Neben Protein beinhalten Leguminosen einen hohen Kohlenhydratanteil in Form von Oligosacchariden (aus 3-9 Einfachzucker-Molekülen aufgebaut). Dies ist auch der Grund, weshalb Hülsenfrüchte generell schwer verdaulich sind. Bei den unverdaulichen Bestandteilen handelt es sich um Raffinose und Stachyose. Die beiden werden im Darm durch Bakterien zu Einfachzuckern abgebaut, wobei es oftmals zu einer Gasbildung und somit zu Blähungen kommt (Rimbach et al., 2015). Deshalb sollten Hülsenfrüchte fettsparend zubereitet werden, um die Verdaulichkeit nicht zusätzlich zu erschweren. Vor dem Kochen müssen viele Hülsenfrüchte in Wasser

eingeweicht werden. In dem Einweichwasser lösen sich unverdauliche Bestandteile, deshalb sollte dies auf keinen Fall weiter verwendet werden. Zudem enthalten einige Bohnensorten Lektine, welche für den Menschen in rohem Zustand giftig sind. Durch Kochen der Leguminosen werden diese jedoch ungefährlich (AGES, o. J.).
Der Fettgehalt von Hülsenfrüchten zeigt eine hohe Variationsbreite. Während ein Großteil der Leguminosen nur einen geringen Anteil an Fett aufweist, gibt es jedoch auch einige Ausnahmen, wie beispielweise Sojabohnen oder Erdnüsse, die reich an Fett sind. Diese eignen sich somit auch für die Herstellung von Öl. (Rimbach et al., 2015).

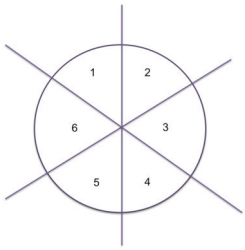
Hülsenfrüchte tragen zur globalen Ernährungssicherheit bei und liefern Vorteile in Bezug auf Klimaschutz und Ressourcenschonung. Der Flächen- und Wasserverbrauch von Leguminosen ist im Gegensatz zu tierischen Proteinquellen deutlich geringer (Pilz, 2016). Wird der Konsum von tierischen Produkten reduziert und der Proteinbedarf vermehrt durch pflanzliche Quellen gedeckt, so kann der Ausstoß an Treibhausgasen deutlich reduziert werden, was unserem Klima wiederum zugutekommt (De Schutter, 2015).
Zudem können die Wurzeln der Hülsenfrüchte in Symbiose mit Knöllchenbakterien gehen und somit den Boden mit Stickstoff versorgen, womit ein wichtiger Beitrag zur ökologischen Landwirtschaft geleistet wird (Bundeszentrum für Ernährung o. J.).

# Verkostung von Hülsenfrüchten

1. Bewerte Aussehen, Textur, Geruch und Geschmack der unterschiedlichen Proben nach Schulnoten.
2. Welche Hülsenfrüchte vermutest du hinter den Kostproben?
3. Welche der verkosteten Proben schmeckt dir am besten?_____

Folgende Hülsenfrüchte werden verkostet:

- Rote Linsen
- Kichererbsen
- Kidney-Bohnen
- Sojabohnen
- Tellerlinsen




Probierteller

Bildquelle: Pixabay

| Probennummer | Aussehen/ Textur | Geruch/ Geschmack | Note | Welche Hülsenfrucht versteckt sich hinter der Probennummer? |
|---|---|---|---|---|
| **1** | | | | |
| **2** | | | | |
| **3** | | | | |
| **4** | | | | |
| **5** | | | | |

## Verkostung von Hülsenfrüchten: Eigenschaften zur Beschreibung

**Aussehen:**
- Farbe
- matt
- glänzend
- ansprechend
- nicht ansprechend

**Textur:**
- weich
- knackig
- pappig
- mürbe
- speckig
- holzig
- faserig

Bildquelle: Pixabay

**Geruch:**
- neutral
- muffig
- erdig

**Geschmack:**
- nussig
- fettig
- erdig
- neutral
- muffig
- süßlich
- bitter

## Erläuterung

### *Vorwort*

Eine sensorische Verkostung schafft nur dann einen Lerneffekt, wenn die Thematik rund herum auch besprochen wird. Dies kann entweder vor der Verkostung oder im Nachhinein geschehen. Somit eignet sich dieser Versuch sowohl als Themeneinstieg sowie als Abschluss.

### *Vorbereitung*

Drucken Sie genügend Arbeitsblätter für Ihre Klasse aus. Das zur Verkostung dazugehörige Blatt mit den Adjektiven zur Beschreibung muss jedoch nicht für jede Schülerin und jeden Schüler kopiert werden. Pro Tisch kann auch nur eine Hilfestellung ausgegeben werden. Falls Sie dieses nach der Verkostung wieder einsammeln und weiterverwenden möchten, ist eine Laminierung sinnvoll.

### *Durchführung*

<u>Verkostung von Hülsenfrüchten</u>

In den meisten Lebensmittelgeschäften gibt es eine große Auswahl an Hülsenfrüchten. Für die Verkostung sollten Sie rote Linsen, Kichererbsen, Kidney-Bohnen, Sojabohnen und Tellerlinsen einkaufen. Diese werden nach Anleitung auf der Packung vorbereitet. Bereiten Sie für jede Schülerin und jeden Schüler einen Teller und eine kleine Gabel vor. Die zu verkostenden Hülsenfrüchte müssen nach der Vorbereitung in je eine Schüssel umgefüllt und mit einer Probennummer von eins bis fünf versehen werden. Für jede Schüssel ist ein großer Löffel vorzubereiten.

Probe **1** = Kichererbsen
Probe **2** = Sojabohnen
Probe **3** = Tellerlinsen

Probe **4** = Kidney- Bohnen
Probe **5** = Rote Linsen

Die vorbereiteten Teller und Gabeln werden ausgeteilt. Anschließend werden die Schüsseln mit den Kostproben durch die Klasse gegeben. Diese dürfen nur mit den dafür vorbereiteten großen Löffeln entnommen werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Proben nach Schema auf dem Arbeitsblatt anordnen (Grafik: Probierteller).

## Lösung

Ebenso wie auch bei den anderen Verkostungen gibt es hier keine allgemeine Lösung**.** Für die Nachbesprechung ist es daher empfehlenswert ausreichend Zeit einzurechnen.
Die im folgenden Absatz in den Klammern stehenden Beschreibungen sind ebenfalls Ergebnisse meiner persönlichen Verkostung.

<u>Verkostung von Hülsenfrüchten</u>
Probe **1** = Kichererbsen (gelblich, beige, matt, nussig-mild)
Probe **2** = Sojabohnen (beige, süß, sauer, matt)
Probe **3** = Tellerlinsen (grün, erdig, nussig, matt)
Probe **4** = Kidney-Bohnen (dunkelrot, violett, matt, süßlich, pappig, weich)
Probe **5** = Rote Linsen (rot, orange, knackig, nussig, zart)

## Literaturverzeichnis


***Insekten als Proteinquelle***

FAO (Hrsg.) (2013): Der Beitrag von Insekten zu Nahrungssicherung, Lebensunterhalt und Umwelt, [online] http://www.fao.org/docrep/018/i3264g/i3264g.pdf [ 06.02.2018].

Ministerium Frauen Gesundheit (Hrsg) (2017): Leitlinie für gezüchtete Insekten als Lebensmittel, [online] https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/buch/codex/beschluesse/Insekten_LL.pdf?5th0ev [25.02.2017].

Rempe, C. (2014): Hui oder pfui: Insekten in der menschlichen Ernährung, in: *Ernährung im Fokus*, 198-202.

Rumpold, B. A. & Schlüter, O. K. (o. J.): Insekten: Nahrungsmittel der Zukunft?, [online] https://www.ugb.de/downloads/pdf/articles/Insekten.pdf [13.04.2018].

***Verkostung von Hülsenfrüchten***

AGES (Hrsg.) (o. J.): Wertvolle Lebensmittel, [online] https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelsenfruechte/ernaehrung/ [09.02.2018].

Bundeszentrum für Ernährung (o. J.) (Hrsg.): Hülsenfrüchte: Erzeugung Herkunft der Hülsenfrüchte, [online] https://www.bzfe.de/inhalt/huelsenfruechte-erzeugung-4130.html [15.03.2018].

De Schutter, L., Bruckner, M., Giljum, S. (2015): Achtung: heiss und fettig – Klima & Ernährung in Österreich, Auswirkungen der österreichischen Ernährung auf das Klima, [online] https://www.wwf.at/de/view/files/download/showDownload/?tool=12&feld=download&sprach_connect=3023 [15.03.2018].

FAO (Hrsg.) ( 2016): International Year of Pulses 2016, [online] http://www.fao.org/pulses-2016/en/ [09.02.2018].

Pilz, B. (2016): Mehr als ein Linsengericht, [online] http://www.suedwind-magazin.at/mehr-als-ein-linsengericht [15.03.2018].

Rimbach, G., Nagursky, J. & Erbersdobler, H. F. (2015): *Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger*, 2. Aufl., Berlin: Springer Spektrum.

Spektrum.de (o. J.): Lexikon der Ernährung: antinutritive Substanzen, [online] http://www.spektrum.de/lexikon/ernaehrung/antinutritive-substanzen/577 [14.03.2018].