



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

Kohlenhydrate -
Experimente und Schulversuche für die Sekundarstufe

verfasst von / submitted by
Verena Gattringer-Kreuzmair

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:

A190 477 445

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

190 Lehramtstudium
445 UF Biologie und Umweltkunde
477 UF Haushaltsökonomie und Ernährung

Betreuer / Supervisor:

Univ. Prof. Dr. Karl-Heinz Wagner

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich im Laufe meiner Ausbildung fachlich, als auch persönlich unterstützt und motiviert haben.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Univ. Prof. Dr. Karl- Heinz Wagner für die Betreuung und Unterstützung meiner Diplomarbeit.

Ebenso gilt ein besonderer Dank Frau Mag. Petra Borota- Buranich, die mir mit hilfreichen Anregungen und Ratschlägen, stets zur Seite stand.

Von ganzem Herzen möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die dazu beigetragen haben, dass ich mein Studium in Wien absolvieren konnte. Sie haben mich stets ermutigt und mich in meinen Entscheidungen unterstützt.

Zuletzt möchte ich meinen Freunden Hannah und Severin meinen Dank aussprechen, die mir während meines Studiums auch in anstrengenden Zeiten immer zur Seite gestanden sind und mich motiviert haben.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	KOHLENHYDRATE	2
2.1	Allgemeines	2
2.2	Aufbau	2
2.3	Funktion	3
2.4	Einteilung.....	3
2.4.1	Monosaccharide	3
2.4.2	Disaccharide	4
2.4.3	Oligosaccharide	6
2.4.4	Polysaccharide	6
2.5	Stoffwechsel der Kohlenhydrate	9
2.5.1	Verdauung, Transport und Absorption.....	9
3	KOHLENHYDRATE IN DER NAHRUNG.....	11
3.1	Kohlenhydratbedarf.....	11
3.2	Kohlenhydratstatus - Versorgung in Österreich	12
3.3	Kohlenhydratreiche Lebensmittel	13
3.4	Glykämischer Index / Glykämische Last.....	15
3.5	Blutzuckerspiegel.....	17
3.5.1	Hypoglykämie und Hyperglykämie	17
3.6	Ballaststoffe.....	18
3.6.1	Eigenschaften	18
3.7	Physiologische Wirkung	19
4	FOOD TRENDS.....	23
4.1	Zuckerfrei	23

4.2	Süßungsmittel.....	24
4.3	Süßstoffe	24
4.4	Zuckeraustauschstoffe	26
4.5	Fructosefrei.....	27
4.6	„Low Carb“	30
4.7	Glutenfreie Ernährung	32
5	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	36
6	LITERATURVERZEICHNIS.....	37
7	ZUSAMMENFASSUNG	45
8	ABSTRACT	46
9	UNTERRICHTSMATERIALIEN.....	47

1 EINLEITUNG

Seit eh und je haben Kohlenhydrate als Nährstoffe in der menschlichen Ernährung die größte Bedeutung. Dieser Stellenwert ist durch unterschiedliche Aspekte geprägt. Zum einen sind sie die am meisten verbreitete Stoffklasse organischer Substanzen, zum anderen stellen sie eine leicht verwertbare Energiequelle für den menschlichen Organismus dar. Kohlenhydrate sind in einer Menge einfach zu produzierender Kulturpflanzen, wie zum Beispiel Obst, Gemüse und Getreide, in hoher Konzentration enthalten. Auch ihre geringen Produktionskosten tragen dazu bei, dass der größte Teil des Energiebedarfs eines Menschen durch sie gedeckt wird. Neben fachlichen Hintergründen, sowie ernährungsphysiologischen Inhalten, welche sich auf den Makronährstoff Kohlenhydrat stützen, wird der aktuelle Status sowie die Versorgung der Menschen mit Kohlenhydraten erläutert. Das Interesse der Bevölkerung an einer ausgewogenen Ernährung, sowie einem gesunden Lebensstil, ist über die letzten Jahre gestiegen. Hier spielen Kohlenhydrate ebenso eine wesentliche Rolle, weshalb Trends wie „Low Carb“, „gluten- oder zuckerfrei“ immer beliebter werden.

Diese Diplomarbeit gliedert sich in zwei Teile: Neben dem ersten Teil, welcher sich mit dem fachlichen Hintergrund auseinandersetzt, werden im zweiten Teil Kohlenhydrate anhand von Schulversuchen fachdidaktisch aufbereitet. Experimente spielen vor allem im naturwissenschaftlichen Unterricht eine bedeutende Rolle und lassen sich mit dementsprechender Anleitung einfach durchführen. Die aufbereiteten Materialien gliedern sich in allgemeine, sensorische, ökologische sowie lebensmitteltechnologische Experimente in Bezug auf Kohlenhydrate.

2 KOHLENHYDRATE

2.1 Allgemeines

Kohlenhydrate setzen sich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammen und werden im Verlauf der Photosynthese aufgebaut. Im Zuge dessen werden sie durch die Reduktion von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre gebildet oder aus Vorstufen biosynthetisch aufgebaut (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Kohlenhydrate kommen somit größtenteils in Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs vor. Sie sind wichtige Strukturelemente sowie Energielieferanten von Pflanzen. Obwohl sie für den menschlichen Organismus die wichtigste Energiequelle darstellen, können sie hier einzig in der Leber und den Muskeln gespeichert werden (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Kohlenhydrate werden in Monosaccharide, Disaccharide und komplexere Polymere wie Oligosaccharide und Polysaccharide eingeteilt, wobei die Monosaccharide die Grundbausteine darstellen. Unter Wasserabspaltung kommt es zu einer glykosidischen Bindung der Monosaccharide zwischen der Carbonylfunktion und einer Hydroxylgruppe. Beim Abbau kehren die Verbindungen ebenso wieder in ihre Grundbausteine zurück (Ebermann & Elmadfa, 2011).

2.2 Aufbau

Kohlenhydrate sind in ihrer einfachsten Form nach der Summenformel $C_nH_{2n}O_n$ zusammengesetzt. Sie bestehen somit aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Auf jedes Kohlenstoffatom kommt ein H_2O Molekül, die H- und O-Moleküle kommen also in gleicher Proportion wie im Wasser vor.

Für komplexe Kohlenhydrate ist dieses Verhältnis nicht gegeben, weshalb sich Kohlenhydrate als Polyhydroxyaldehyde beziehungsweise -ketone definieren lassen. Sie bestehen aus einfachen Zuckern sowie komplexen Polymeren (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

2.3 Funktion

Nahrungskohlenhydrate werden vom Körper zu Monosacchariden gespalten. Diese werden absorbiert und als Zucker über die Blutbahn zu den Körperzellen transportiert, wo sie primär für die Energiegewinnung zur Verfügung stehen (Elmadfa & Meyer, 2015). Bei Bedarf wird nicht direkt verwertete Glucose in der Leber zu Glucose-6-Phosphat phosphoryliert und zu freien Fettsäuren sowie Triglyceriden konvertiert. Bei ausreichender Kapazität werden diese in Glykogen umgewandelt und in Leber oder Muskeln gespeichert (Biesalski et al., 2015). Im Zuge eines Energiemangels kann das Leberglykogen zu Glucose abgebaut und ins Blut ausgeschüttet werden, wo vor allem die auf Glucose angewiesenen Organe wie Gehirn, Erythrozyten, und Nebennierenmark mit Energie versorgt werden. Da der Fettspeicher unbegrenzt ist, werden alle über den Energiebedarf hinaus aufgenommenen Kohlenhydrate in Fett umgewandelt und als solches gespeichert (Elmadfa & Meyer, 2015).

2.4 Einteilung

2.4.1 Monosaccharide

Monosaccharide bestehen aus einem einzigen Zuckermolekül (Elmadfa & Meyer, 2015).

Glucose

Glucose, umgangssprachlich auch Traubenzucker, wird für den menschlichen Körper als das wichtigste Kohlenhydrat bezeichnet (Elmadfa & Meyer, 2015). Als Baustein vieler Verbindungen erfüllt dieses Monosaccharid grundlegende physiologische Bedürfnisse aller Organe des Menschen. Sie kommt als einzige Hexose nicht nur phosphorgebunden, sondern ebenso in freier Form in der Zelle vor (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Ihre Konzentration im Blut variiert etwa zwischen 3,85 und 6,6 mmol/l bei einem gesunden Erwachsenen (Biesalski et al., 2015). Unser Organismus ist auf den Metabolismus der Glucose spezialisiert. Organe, wie beispielsweise das Gehirn, decken ihren Energiebedarf fast ausschließlich damit (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Glucose ist vor allem in reifen Früchten und Honig vorhanden sowie in kristallisierter Form als β - Glucose erhältlich. Ansonsten kommt Glucose in Lebensmitteln kaum in freier Form vor (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Fructose

Fructose oder Fruchtzucker ist der süßeste Zucker, welcher im Vergleich zu Glucose etwa zweimal so süß schmeckt. Im menschlichen Körper gelangt sie ohne Insulin in die Zelle. Des Weiteren kommt sie im fetalen Blut vor, da sie von der Plazenta gebildet wird (Elmadfa & Meyer, 2015).

Fructose kommt zusammen mit Glucose als Saccharose in reifen Früchten und Honig vor und ist ebenso in kristalliner Form im Handel erhältlich (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Galaktose

Galaktose ist Bestandteil von vielen tierischen und pflanzlichen Polysacchariden, kommt vor allem in der Lactose, also im Milchzucker, vor und ist in der Natur nicht in freier Form als Monosaccharid vorhanden (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Im menschlichen Körper ist die Galaktose Bestandteil des Zentralnervensystems, kommt in Cerebrosiden, Gangliosiden sowie Immunglobulinen vor. Im Stoffwechsel wird sie zu Glucose umgewandelt (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Mannose

Mannose ist ein pflanzliches Reservekohlenhydrat, welches in Zellwänden zu finden ist. Sie ist in pflanzlichen Polysacchariden vorhanden und spielt in der Lebensmitteltechnologie als Verdickungsmittel eine Rolle. Im Zuge des Metabolismus mündet auch diese letztendlich im Abbauweg der Glucose (Ebermann & Elmadfa, 2011).

2.4.2 Disaccharide

Disaccharide sind immer aus zwei gleichen oder verschiedenen Monosacchariden aufgebaut (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Es gibt reduzierende Disaccharide wie Maltose und Lactose sowie nicht reduzierende wie

beispielsweise die Saccharose, welche in Pflanzen als Energiespeicher genutzt wird (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Saccharose

Saccharose, auch Rohrzucker genannt, ist der im Haushalt meist verwendete Zucker und besteht aus einem Molekül Glucose und einem Molekül Fructose (Ebermann & Elmadfa, 2011; Elmadfa & Leitzmann, 2015). Weltweit wird der Süßstoff in großen Mengen aus dem Saft von Zuckerrüben und Zuckerrohr gewonnen, welche jeweils aus ungefähr 20 % Saccharose bestehen. Des Weiteren ist Saccharose im Zuckerahorn, in vielen Gemüsesorten und zusammen mit Glucose und Fructose in reifen Früchten vorhanden (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Maltose

Maltose, auch Malzzucker genannt, bestehend aus 2 Molekülen Glucose, entsteht im Verlauf des enzymatischen Abbaus von Stärke und kommt nicht in freier Form vor. Dieser Zucker entsteht beispielsweise bei der Verdauung im Darm, im Honig oder während des Prozesses der Auskeimung von Getreidepflanzen (Elmadfa & Meyer, 2015). Maltose wird durch die Darmflora nur schwer fermentiert und eignet sich deshalb für die Herstellung von Kindernahrung (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Lactose

Lactose oder Milchzucker besteht aus einem Molekül Glucose und einem Molekül Galaktose (Elmadfa & Meyer, 2015). Sie ist in der Milch aller Säugetiere als Hauptkohlenhydrat enthalten und ihr Gehalt beträgt etwa 3-6%. Die Lactase ist ein Enzym, welches für den Abbau von Lactose benötigt wird. Vor allem bei Säuglingen, für welche die Lactose in den ersten Lebensmonaten die einzige Kohlenhydratquelle darstellt, ist dieses Enzym besonders aktiv (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Im Laufe der Zeit nimmt diese Aktivität ab, weshalb man im Erwachsenenalter keine hohen Lactosemengen mehr verträgt. Vor allem in der asiatischen und afrikanischen Bevölkerung tritt häufig ein sogenanntes „Laktase-Mangel-

Syndrom“ auf. Etwa 70-100 % der Erwachsenen weisen hier eine Lactose-Intoleranz auf (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

2.4.3 Oligosaccharide

Oligosaccharide bestehen aus drei bis maximal neun Monosacchariden, welche glykosidisch miteinander verknüpft sind. Sie sind Bestandteile von Glykoproteinen und Gangliosiden (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Raffinose

Raffinose ist ein nicht reduzierendes Trisaccharid, bestehend aus Glucose, Fructose und Galactose (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Es ist vor allem in Wurzeln, Rhizomen, Samen und ebenso reich in Soja enthalten (Ebermann & Elmadfa, 2011).

2.4.4 Polysaccharide

Polysaccharide bestehen aus mehreren gleichen oder unterschiedlichen Monosacchariden. Dementsprechend können sie in Homopolysaccharide beziehungsweise Heteropolysaccharide eingeteilt werden (Ebermann & Elmadfa, 2011). Ernährungsphysiologisch betrachtet, werden verwertbare von nicht verwertbaren Polysacchariden unterschieden (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Verwertbare Polysaccharide

Stärke

Die Stärke ist in vielen Pflanzen das wichtigste Speicher- und Reservekohlenhydrat wie beispielsweise in der Kartoffel sowie in sämtlichen Getreidearten (Elmadfa & Leitzmann, 2015) und ist gleichzeitig für den Menschen die bedeutendste Quelle der Kohlenhydrate (Klein, Oettinger, & Klein, 2004).

Sie ist einzig aus Glucose Monomeren aufgebaut, zählt deshalb zu den Homopolysacchariden und besteht aus helixförmigen Glucoseketten (Ebermann & Elmadfa, 2011). Diese Ketten können sehr unterschiedlich lang sein und bilden zwei Verbindungen: Amylose und Amylopektin (Ebermann & Elmadfa, 2011). Die

Amylose ist α 1-4 glykosidisch gebunden, unverzweigt und ihr Anteil liegt bei etwa 20 - 40 %. Der Rest besteht aus Amylopektin, welches α 1-6 glykosidisch gebunden und verzweigt ist (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Die Stärke liegt in kristalliner Form, eingebettet in eine Eiweißmatrix, in einem Stärkekorn. Dieses kann je nach Pflanze, sehr unterschiedlich groß sein und verschieden aussehen. Ist das Stärkekorn wie beispielsweise bei der Banane relativ klein, kann der menschliche Körper die rohe Stärke quantitativ nutzen. Beim Garen kommt es zur Verkleisterung, was eine wesentliche Eigenschaft der Stärke darstellt (Elmadfa & Meyer, 2015). Wird das Stärkekorn erhitzt, so zerplatzt es, Wasser wird gebunden und die Lösung wird stark viskös. Währenddessen geht die Stärke von einem kristallinen in einen amorphen Zustand über. Jede Stärkeart hat eine unterschiedliche Verkleisterungstemperatur. Erhitzte stärkehaltige Lebensmittel werden vom Organismus leichter verdaut als native Stärke (Ebermann & Elmadfa, 2011). Wird die Stärke durch die Magensäure hydrolytisch gespalten, so entstehen folgende Nebenprodukte: Stärke -> Dextrine -> Oligosaccharide -> Maltose -> Glucose (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Glykogen

Glykogen stellt das Reservekohlenhydrat im tierischen Organismus dar und ist in der Leber und in den Muskeln lokalisiert (Klein et al., 2004). In seiner Struktur ist es ähnlich dem Amylopektin, stark verzweigt und aus Glucoseeinheiten aufgebaut. Glykogen stellt für den Organismus die Möglichkeit dar, Energie zu speichern sowie diese, wenn nötig, dem Körper in Form von Glucose zur Verfügung zu stellen (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Nicht verwertbare Polysaccharide

Ballaststoffe

Ballaststoffe sind nicht verwertbare Polysaccharide, die von unseren Enzymen im Dünndarm unterschiedlich stark aufgespalten und nur sehr begrenzt abgebaut werden können (Elmadfa & Meyer, 2015, Ledochowski, 2014). Dazu zählen Cellulose, Hemicellulose, Lignin, Pektin und β -Glucan, welche in pflanzlichen

Zellwänden zu finden sind, als auch Carubin, Guar, Gummi arabicum, Carrageen, Furcelleran, Agar sowie Alginat, die intrazellulär beispielsweise als Schleime, Gummis oder Speicherpolysaccharide in Pflanzen vorkommen (Elmadfa & Leitzmann, 2015, Schulze-Lohmann, 2012). Es werden wasserlösliche von wasserunlöslichen Ballaststoffen unterschieden. Wasserunlösliche Ballaststoffe besitzen im Vergleich zu den wasserlöslichen ein höheres Wasserbindungsvermögen, bzw. eine deutliche höhere Quellfähigkeit und können bakteriell nur schwer abgebaut werden (Schulze-Lohmann, 2012). Lösliche Ballaststoffe, reich an Uronsäure oder Arabinoxylanen, wie beispielsweise Pektine, können nahezu vollständig abgebaut werden (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Name	Vorkommen
Füllstoffe	
Zellulose	pflanzliche Zellwand
Hemizellulose	pflanzliche Zellwand
Lignin	pflanzliche Zellwand
natürliche Quellstoffe	
Pektin	pflanzliche Zellwand
β-Glucan	pflanzliche Zellwand
Carubin	Johannisbrotbaumsamen
Guar	Guarbohne
Gummi arabicum	Akazien
Carrageen	Rotalgen
Furcelleran	Rotalgen
Agar	Rotalgen
Alginat	Braunalgen
Halbsynthetische (isolierte) Quellstoffe	
Methylzellulose	
Carboxymethylzellulose	

Abbildung 1: Komponenten der Ballaststoffgruppe (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Ballaststoffe kommen ausschließlich in pflanzlicher Nahrung vor wie zum Beispiel in Vollkornprodukten, Wurzel- und Knollengemüse, Hülsenfrüchten und im Obst (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Zellulose

Zellulose zählt zu den Homopolysacchariden. Sie ist aus vielen β 1->4 glykosidisch gebundenen Glucosemolekülen aufgebaut und Hauptbestandteil pflanzlicher Zellwände. Da der Mensch keine Enzyme für den Abbau β -glykosidisch gebundener Zuckermoleküle besitzt, ist sie für uns unverdaulich (Elmadfa & Meyer, 2015).

Pektine

Pektine sind aus unterschiedlichen Substanzen wie Galakturonsäure, Rhamnose, Arabinose und Galaktose aufgebaut und sind Bestandteile von Pflanzenwänden. Im Zuge der menschlichen Verdauung können sie erst durch Enzyme der Dickdarmflora aufgespalten werden. Dabei entstehen kurzkettige Fettsäuren, Milchsäure und Gase wie Wasserstoff, Kohlendioxid und Methan, wobei ein Teil dieser Zwischenprodukte vom Körper absorbiert und verwertet werden kann (Elmadfa & Meyer, 2015).

Hemicellulose

Hemicellulosen bestehen aus Pentosen und Hexosen und sind ebenfalls Bestandteil von Pflanzenwänden. Durch das Vorhandensein körpereigener Verbindungen erfüllen Hemicellulosen im menschlichen Körper zahlreiche Funktionen (Elmadfa & Meyer, 2015).

Glykosaminoglykane sind durch ihre Stütz-, Schutz- und Gleitfunktion in Sehnen, Gelenken und Knorpeln wichtige Bausteine des Bindegewebes. Glykoproteine erfüllen als Hormone und Plasmaproteine wichtige Funktionen (Elmadfa & Meyer, 2015).

Weitere Ballaststoffe

Weitere wichtige Ballaststoffe wie Algenextrakte, Gummi arabicum oder Samenschleime werden gemeinsam mit Pektine zu den natürlichen Quellstoffen zusammengefasst und variieren je nach Nahrungsquelle in ihrer strukturellen Eigenschaft (Biesalski et al., 2015, Elmadfa & Meyer, 2015).

2.5 Stoffwechsel der Kohlenhydrate

2.5.1 Verdauung, Transport und Absorption

Im Zuge der Verdauung müssen alle polymeren Kohlenhydrate aufgespalten werden, da nur Monosaccharide absorbiert werden können (Biesalski, Grimm, & Nowitzki-Grimm, 2015). Der Metabolismus von Kohlenhydraten beginnt bereits im Mund. Dort werden die 1,4 - glykosidischen Verbindungen mithilfe der Speichelamylase angegriffen.

In Folge werden im Dünndarm sowie in der Dünndarmmukosa anhand von Pankreasamylasen, Maltasen und Oligo-1,6- α Glucosidasen komplexe Kohlenhydrate weiter abgebaut (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Im Endprodukt handelt es sich teilweise schon um Glucose, teilweise um Maltose sowie Isomaltose. Diese Verbindungen werden sowie alle anderen Disaccharide mit Hilfe membranständiger Disaccharidasen in ihre Grundbausteine, die Monosaccharide, gespalten (Biesalski et al., 2015).

Die Resorption von Monosacchariden erfolgt durch unterschiedliche Transportsysteme mit unterschiedlichster Geschwindigkeit und Effizienz. Glucose und Galaktose werden über einen spezifischen Transporter, SGLT („Sodium-dependent glucose transporter“) aktiv gegen einen Konzentrationsgradienten durch einen Na⁺ - gekoppelten, sekundär aktiven Symporter in die Mucosazelle aufgenommen. Dabei werden Na⁺ und Glucose vom Carriermolekül im Verhältnis 1:1 gebunden, der gesamte Komplex wandert durch die Membran, wobei Na⁺ anschließend mit Hilfe einer Na⁺-K⁺-ATPase wieder aus der Zelle entfernt wird. Mit etwa 70% dieser Geschwindigkeit wird Fructose passiv in die Mucosazelle resorbiert. Allerdings steht an der Lumeninnenseite das Transportsystem GLUT 5 für eine erleichterte Diffusion bereit. Alle weiteren Monosaccharide, Zuckeraustauschstoffe sowie -alkohole werden mit einer Geschwindigkeit von 10-20% im Vergleich zu Glucose resorbiert (Biesalski et al., 2015). Im weiteren Verlauf werden die Monosaccharide entlang dem Konzentrationsgefälle mittels des Transportproteins GLUT 2 an das Blut abgegeben oder passiv transportiert. Niedermolekulare Kohlenhydrate weisen eine fast vollständige Resorptionsrate von 93-99% auf, während hochmolekulare Kohlenhydrate mit einer Rate von 30-90% absorbiert werden. Über die Pfortader werden die Kohlenhydrate weiter zur Leber transportiert (Püschel et al., 2011).

Durch Überschreitung der Kapazität des Verdauungssystems können niedermolekulare Kohlenhydrate bis in den Dickdarm gelangen. Dort werden diese mit Wasser gebunden und durch Darmbakterien abgebaut, was Blähungen sowie Diarrhoe zur Folge hat (Biesalski et al., 2015).

3 KOHLENHYDRATE IN DER NAHRUNG

3.1 Kohlenhydratbedarf

Neben Fett und Eiweiß stellen Kohlenhydrate mengenmäßig die wichtigste Energiequelle für den Menschen dar (DGE: Kohlenhydrate in der Ernährung, 2008). In erster Linie wird der Energiebedarf, welcher sich durch den Grundumsatz, körperliche Aktivitäten, physiologischen Leistungen sowie der Thermogenese nach der Nahrungsaufnahme ergibt, durch die Zufuhr von Kohlenhydraten und Fetten gedeckt. Des Weiteren tragen Proteine zur Deckung des Energiebedarfs bei. Ihr Richtwert liegt bei 9 – 11% der Gesamtenergiezufuhr. Darüber hinaus sollte eine Fettzufuhr von 30% bezogen auf die Gesamtenergiezufuhr nicht überschritten werden, da eine Kostform mit geringer Energiedichte, eine verminderte Zufuhr von gesättigten Fettsäuren sowie ein ausreichender Verzehr pflanzlicher Lebensmittel mit hohem Ballaststoffanteil angestrebt wird (DGE: Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett, 2011). Durch die Differenz des Richtwertes für die Fett- und Proteinzufuhr sollte laut WHO eine vollwertige Mischkost aus mehr als 50 % Kohlenhydraten bestehen (DGE, 2015). Hierbei sollten vor allem ballaststoffreiche Lebensmittel mit essenziellen Nährstoffen und sekundären Pflanzeninhaltsstoffen bevorzugt werden (DGE, 2015). Wird der Richtwert von > 50% Kohlenhydrate bezogen auf die Gesamtenergiezufuhr unterschritten, steigt der Anteil von Fett und Proteinen in der Nahrung. In weiterer Folge kommt es häufig zu einem Anstieg des Verzehrs von Fleisch- und Fischprodukten, was mit erhöhtem Risiko für koronare Herzerkrankungen, Diabetes mellitus 2, Hypertonie sowie Nierenerkrankungen in Verbindung gebracht wird. Eine verminderte Zufuhr von Kohlenhydraten ist demzufolge laut der Deutschen Gesellschaft für Ernährung nur durch Einhaltung folgender Richtwerte tolerierbar: Der zusätzliche Proteinkonsum ergibt sich aus pflanzlichen Quellen, die Zufuhr von gesättigten Fettsäuren und Transfettsäuren wird nicht erhöht und des Weiteren wird eine Kost mit ausreichend Nährstoffen sowie genügend Ballaststoffen aus Getreide- und Vollkornprodukten sichergestellt (DGE: Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett, 2011).

Isolierte Kohlenhydrate wie beispielsweise Mono- und Disaccharide, welche in Lebensmitteln und Getränken von Herstellern zugesetzt werden sowie von Natur aus in Sirup, Honig oder Fruchtsäften enthalten sind, gefährden die Nährstoffdichte, da sie in der Regel keine essentiellen Nährstoffe enthalten (DGE, 2015). Die Zufuhr dieser Kohlenhydrate sollte laut WHO auf weniger als 10% der Gesamtenergiezufuhr reduziert werden. Da ein Zusammenhang zwischen einer hohen Zufuhr sogenannter „freier Zucker“ und Karies sowie Übergewicht besteht, gibt die WHO darüber hinaus die Empfehlung, die Zufuhr unter 5% der Gesamttagesenergiezufuhr zu halten (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017).

Bezüglich der Zufuhr von Ballaststoffen kann derzeit nur für Erwachsene ein Richtwert gegeben werden, welcher 30 g/Tag entspricht. Liegt die Energiezufuhr unterhalb der Richtlinien, so sollte die Ballaststoffdichte erhöht werden. Muttermilch enthält keine Ballaststoffe, weshalb ein Säugling erst mit der Einführung der Beikost Ballaststoffe aufnimmt. Beginnend mit 4g/1000 kcal steigt die Ballaststoffdichte im Kindesalter auf in etwa 10g/1000 kcal (DGE, 2015). Ziel ist vor allem, eine ausgewogene Mischkost mit einem größeren Nahrungsvolumen und einer geringeren Energiedichte zu erreichen (DGE: Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett, 2011).

3.2 Kohlenhydratstatus - Versorgung in Österreich

Gemäß den länderspezifischen Ernährungsberichten werden sowohl in Österreich als auch in Deutschland die Richtwerte der Zufuhr von Kohlenhydraten nicht erreicht beziehungsweise unterschritten (DGE, 2015). Laut dem aktuellen Ernährungsbericht liegt die mittlere Zufuhr in Österreich bei 45,3%. Anders ausgedrückt erreichen etwa 71,6 % der Teilnehmerinnen und Teilnehmer den Richtwert der Kohlenhydratzufuhr. Die Unterschreitung des Verzehrs an Kohlenhydraten geht unter anderem mit einer zu hohen Fettzufuhr mit einem mittleren Wert von 36,8% einher (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017).

Zwar sind die Zahlen dem Referenzwert relativ nahe, allerdings resultiert ein Großteil der Kohlenhydratzufuhr aus dem Verzehr von Süßwaren sowie gesüßten Getränken, also aus Kohlenhydraten in Form von Mono- und Disacchariden (hauptsächlich Saccharose), welche keine essentiellen Nährstoffe enthalten (DGE: Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett, 2011). Diese Einfach- und Zweifachzucker, welche von Herstellern und Verbrauchern häufig zugesetzt werden und von Natur aus in Honig, Fruchtsäften und –konzentrat sowie in Sirup enthalten sind, werden als „freie Zucker“ zusammengefasst. Die mittlere Zufuhr dieser sogenannten „freien Zucker“ liegt bei Frauen bei 17,6% und bei Männer bei 16,5 % der Tagesenergiezufuhr. Die maximale wünschenswerte Zufuhr wird somit überschritten. Die empfohlene Verzehrsmenge von 5% bezogen auf die Gesamtenergiezufuhr wird sogar von 98,8 % der Frauen sowie 97, 5 % der Männer nicht eingehalten (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017).

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung sieht vor allem die Notwendigkeit, die Qualität der Nährstoffrelation zu verbessern und zu kommunizieren. Ziel ist es, ernährungsphysiologisch wertvolle Lebensmittel auszuwählen. Bedarf besteht vor allem bei der Aufklärung über die richtige Lebensmittelwahl der Kohlenhydrat-beziehungsweise Fettquellen (DGE: Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett, 2011). Die Zufuhr der Ballaststoffe ist zu niedrig, da der Referenzwert von lediglich 14% der TeilnehmerInnen erreicht wird. Die mittlere Zufuhr liegt bei den Frauen bei 20,1 g pro Tag, bei den Männern bei 21,7 g pro Tag. Dies entspricht 2,7 g Ballaststoffe/MJ pro Tag sowie 2,2 g Ballaststoffe/MJ pro Tag und unterschreitet somit die Empfehlungen von 3,9 g Ballaststoffe/MJ pro Tag bei Frauen und 3,1 g Ballaststoffe/MJ pro Tag bei Männern (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017).

3.3 Kohlenhydratreiche Lebensmittel

Die erwünschte tägliche Zufuhr von Kohlenhydraten wird hauptsächlich durch Lebensmittel pflanzlichen Ursprungs sowie durch verarbeitete Nahrungsmittel gedeckt (Biesalski et al., 2015). Die am häufigsten verzehrten Quellen stellen vor allem Getreideprodukte, Obst, Gemüse, Milch sowie Süßigkeiten dar (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Ballaststoffreiche sowie stärkehaltige Lebensmittel sind

besonders wertvoll, da sie Mineralstoffe, Vitamine und sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe enthalten. Getreide, Hülsenfrüchte, Knollen und Rüben gehören diesen Lebensmitteln an. Freie Zucker, welche häufig in Süßwaren, Getränken und Limonaden enthalten sind, werden auch als „leere Kalorien“ bezeichnet, da sie neben dem Zucker keine wertvollen Nährstoffe liefern. Obst, welches ebenso niedermolekularen Zucker enthält, weist allerdings eine hohe Nährstoffdichte auf (Elmadfa & Meyer, 2015). Zu den sogenannten „freien Zuckern“ zählen alle Mono- und Disaccharide, welche in Honig, Fruchtsäften, Fruchtkonzentraten sowie in Sirup enthalten sind. Bei letzterem handelt es sich um eingedickte Pflanzensäfte, wie beispielsweise Glucose- oder Fructosesirup, deren Herstellung auf der Aufspaltung von Stärke basieren. „High Fructose Corn Sirup“, auch als Isoglucose bezeichnet, ist ein Konzentrat, das aus Glucose und Fructose zusammengesetzt ist und welches üblicherweise aus Weizen- oder Maisstärke hergestellt wird. Je nach Anteil des überwiegenden Zuckers, wird der „High Fructose Corn Sirup“ als Glucose-Fructose-Sirup oder Fructose-Glucose-Sirup bezeichnet (Max Rubner Institut, 2017).

Quellen für Kohlenhydrate niedermolekulare Zucker (g/100 g LM)	Quellen für Stärke Kohlenhydrate (g/100 g LM)
Zuckerarten und konz. Süßigkeiten	Getreideprodukte
Zucker 100	Stärke (Mais, Weizen) 86
Honig 81	Getreide (trocken): Mais, Weizen,
Konfitüre 60–64	Hafer, Gerste, 56–64
Erfrischungsgetränke 10–12	Weizenmehl (Type 450) 71
Bonbons 84–97	Weizenmehl, Vollkorn 60
Schokolade, Vollmilch 56	Weißbrot 48
Schokolade, Edelbitter (70 % Kakao) 33	Vollkornbrot 39–41
	Nudeln, Reis (poliert, roh) 75–78
Obst	Reis (poliert, gekocht) 24
Banane, roh 20	
Weintraube, roh 15	Gemüse
Feige, roh 13	gekocht: Erbsen, Kartoffel 10–15
Apfel, roh 11; Birne, roh 12	roh: Möhre/Karotte, Tomate 3–5
Mandarine, roh 10	Blattgemüse: Spinat, Kopfsalat 1
Kirsche, roh 10–13	
Aprikose/Marille, roh 9	Sonstiges
Erdbeere, roh 6	Milch 5

Abbildung 2: Kohlenhydratgehalt einiger Kohlenhydratquellen (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

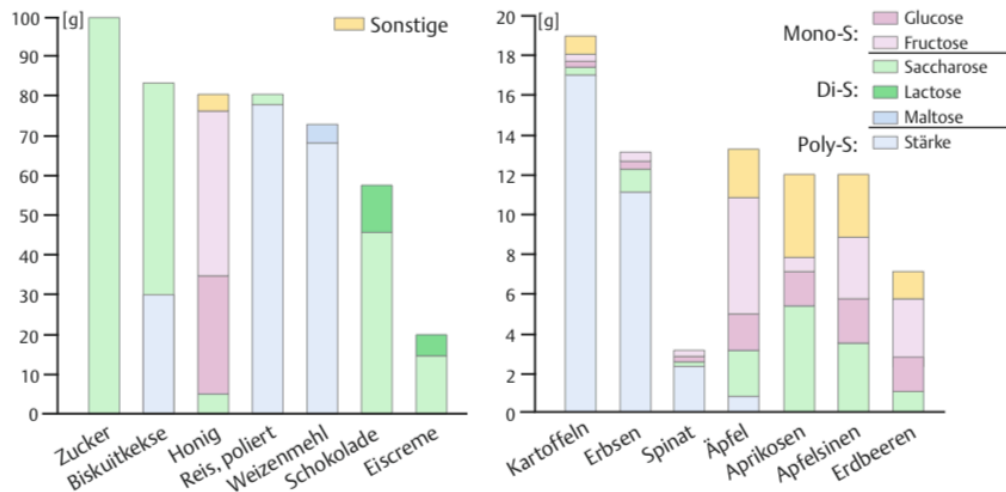


Abbildung 3: Kohlenhydratgehalt sowie Kohlenhydratbestandteile in 100 g Lebensmitteln (Biesalski et al., 2015).

3.4 Glykämischer Index / Glykämische Last

Nimmt man die gleiche Kohlenhydratmenge durch unterschiedliche Nahrungsmittel auf, so hat dies einen unterschiedlichen Blutzuckeranstieg als Konsequenz (Biesalski et al., 2015). Diese Erkenntnis hat die Formulierung des Glykämischen Index veranlasst, welcher die Wirkung verschiedenster Kohlenhydrate auf den Blutzuckerspiegel wiedergibt. Der Glykämische Index wird in Prozent angegeben und ergibt sich durch die Beobachtung der Fläche unter der Blutzuckerkurve nach Aufnahme verschiedenster Kohlenhydratquellen im Vergleich zur Aufnahme der gleichen Menge von reiner Glucose (=100%), welche hierfür als Standard dient (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Steigt der Blutzucker durch ein Lebensmittel langsamer als bei derselben Menge Glucose, so liegt der Glykämische Index unter 100%, bei schnellerem oder höherem Anstieg liegt der Glykämische Index über 100%. Laut der American Diabetes Association gelten für die Klassifikation des Glykämischen Index folgende Werte:

- niedrig: ≤ 55
- mittel: 56 - 69
- hoch: ≥ 70

(Elmadfa & Meyer, 2015).

Allerdings wird die Reaktion des Körpers auf die Zufuhr unterschiedlicher Kohlenhydrate von mehreren Faktoren beeinflusst. So hängt diese auch von der Konsistenz und von der Zusammensetzung der Nahrung, also den begleitenden Kohlenhydraten, Proteinen und Fetten, ab. Aus diesem Grund wurde die sogenannte Glykämische Last definiert, welche die Menge der Kohlenhydrate in einem Lebensmittel sowie die Portionsgröße berücksichtigt. Sie ergibt sich aus der Multiplikation des Glykämischen Index mit dem Kohlenhydratgehalt (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Lebensmittel	GI	Lebensmittel	GI
hoch (≥ 70)		niedrig (≤ 55)	
Kartoffelpüree aus Flocken	87	Müsli	57
Reiswaffeln	87	Roggenvollkornbrot, grobkörnig	57
Cornflakes	81	Papaya, frisch	56
Kartoffeln, gekocht	78	Banane, frisch	51
Wassermelone	76	Orangensaft, ungesüßt	50
Weißbrot*	75	Erdbeermarmelade	49
Reis, geschält, gekocht*	73	Nudeln, Weißmehl, gekocht	49
		Nudeln, Vollkorn, gekocht	48
mittel (56–69)		Datteln, roh	42
Reis, Vollkorn, gekocht	68	Orange, frisch	41
Popcorn	65	Schokolade, Milch	40
Saccharose	65	Karotten, gekocht	39
Kürbis, gekocht	64	Milch, Vollmilch	39
Pommes frites	63	Apfel, frisch	36
Honig	61	Sojadrink	34
Ananas, frisch	59	Linsen, gekocht	32
		Kichererbsen, gekocht	28
		Gerste, ganzes Korn, gekocht	25
		Kidneybohnen, gekocht	24
		Nüsse, gemischt	24

Abbildung 4: Glykämischer Index unterschiedlicher Lebensmittel (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

3.5 Blutzuckerspiegel

3.5.1 Hypoglykämie und Hyperglykämie

Die gewöhnliche Glucosekonzentration im Blut beträgt nüchtern 4,5 – 5,5 mmol/l und steigt nach einer Mahlzeit bis zu 7,5 mmol/l an, wobei dieser Wert beim gesunden Menschen nach 2 Stunden wieder abfällt. Von einer Hypoglykämie spricht man, wenn der Wert unter dem Normalbereich liegt. Dies kann beispielsweise zu einer Beeinträchtigung des Nervensystems führen, allerdings können selbst klinisch gesunde Menschen eine Hypoglykämie aufzeigen. Ist der Blutzucker erhöht, so spricht man von einer Hyperglykämie (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Ein zu hoher Blutzucker ist unter anderem das Kernsymptom einer Diabetes mellitus, welche ab einem Nüchternblutzucker von mehr als 125 mg/dl erstdiagnostiziert wird. Da dieser Wert häufig starken Schwankungen unterliegt, wie beispielsweise zwischen den Mahlzeiten, können in weiterer Folge mit einem Glucosetoleranztest genauere Aussagen getroffen werden. Liegt der Wert von diesem sogenannten Gelegenheitsblutzucker zusätzlich bei oder über 199 mg/dl, ist die Diagnose Diabetes bestätigt. Zusätzlich kann der Langzeit-Blutzucker anhand der Messung des HbA_{1c} Wertes ermittelt werden. Dieser dient in erster Linie dazu, die Blutzuckereinstellung beim Diabetiker zu kontrollieren (Wascher et al., 2015).

Der Blutzuckerspiegel wird anhand der Wirkung von Hormonen in der Blutbahn reguliert. Dabei spielt Insulin eine wesentliche Rolle, da es die Glucosekonzentration im Blut durch die Beförderung von Zucker in die Zelle erniedrigt. Führt man Kohlenhydrate zu sich, so wird die Insulinsekretion im Körper stimuliert (Elmadfa & Leitzmann, 2015). Bei Menschen, die unter Diabetes mellitus Typ 1 leiden, werden Zellen der Bauchspeicheldrüse, welche das Insulin produzieren, zerstört, während bei dem Diabetes mellitus Typ 2 die Insulinwirkung und -produktion langsam mit einer Insulinresistenz einhergeht (Müller-Nothmann & Weißenberger, 2007).

Zwischen 1980 und 2016 hat sich die Zahl der an Diabetes mellitus Typ 2 erkrankten Menschen nahezu vervierfacht. Weltweit ist etwa jeder Elfte zuckerkrank. Der wohl wichtigste Zusammenhang ist die einhergehende Ausbreitung von Übergewicht und Fettleibigkeit. Ein zu hoher Zuckerkonsum vor

allem durch gesüßte Speisen und Getränke kann den Insulin-Stoffwechsel negativ beeinflussen (Kruchem, 2017). Der Zusammenhang zwischen zuckerhaltigen Getränken und Adipositas wurde bereits in zahlreichen Studien belegt. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass diese Gewichtszunahme das Risiko für Diabetes erhöht. Eine Beobachtungsstudie, welche mehrfach reproduziert und durch Metaanalysen gesichert wurde, zeigte, dass der tägliche Verzehr von mehr als 250 Milliliter eines zuckerhaltigen Getränks das Risiko bei den Studienteilnehmern, in den nächsten 5 Jahren an Diabetes Typ 2 zu erkranken, um 80% steigt, im Vergleich zu jenen Teilnehmern, die weniger als 250 Milliliter pro Woche verzehrt hatten. Auch wenn andere Faktoren, wie beispielsweise ein geringer Ballaststoffanteil, sowie ein zu hoher Fett- oder Salzgehalt in der Nahrung oder zu wenig Bewegung das Diabetes- und Adipositasrisiko negativ beeinflussen, sollte die tägliche Aufnahme von Zucker in der Bevölkerung minimiert werden (Deutsche Diabetes Hilfe, 2017). Die World Health Organisation empfiehlt, die Zufuhr „freier Zucker“ auf mindestens 10% der Tagesenergiezufuhr zu senken (Ministerium Frauen Gesundheit, 2017).

3.6 Ballaststoffe

Ballaststoffe, welche auch als „Nahrungsfasern“, „Dietary Fiber“ oder „Nicht-Stärke-Polysaccharide“ bezeichnet werden, können als Sammelbegriff für Zellwandbestandteile pflanzlicher Lebensmittel zusammengefasst werden (Elmadfa & Meyer, 2015). Da sie von den Verdauungsenzymen des Menschen nicht oder nur unvollständig abgebaut werden können, kommt es zu keiner Resorption im Dünndarm, weshalb sie in weiterer Folge in den Dickdarm gelangen (Biesalski et al., 2015). Um Schlüsse auf ihre physiologische Wirkung ziehen zu können, sollten zunächst ihre physikalischen Eigenschaften für ein besseres Verständnis erläutert werden (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

3.6.1 Eigenschaften

- Wasserbindungskapazität:

Ballaststoffe haben ein hohes Wasserbindungsvermögen. Der Anteil der Polysaccharide bildet zusammen mit Wasser kolloidale Lösungen oder Gelee.

In Kombination der besonders guten Quelleigenschaften vergrößert sich das Volumen der Ballaststoffe und der Wassergehalt der Nahrung steigt.

- Viskosität:

Pektine, Algenpolysaccharide oder β -Glucane sind in der Lage, hoch viskose Lösungen zu bilden.

- Fermentierbarkeit:

Bakterien im Dickdarm besitzen die Fähigkeit, Ballaststoffe in unterschiedlichem Maß zu fermentieren. Dabei entstehen kurzkettige Fettsäuren, Acetat, Butyrat, Propionat und Wasserstoff- sowie Methangase. Die Geschwindigkeit und der Grad des Abbaus werden durch den Ballaststofftyp beeinflusst. Isolierte Ballaststoffe werden allgemein schneller fermentiert.

- Absorptionsvermögen organischer Stoffe:

Ballaststoffe sind in der Lage, Gallensäure zu binden. Bei saurem pH - Wert im Darmtrakt ist ihre Adsorption begünstigt, wodurch das Milieu basischer wird. Gallensäure wird somit dem enterohepatischen Kreislauf entzogen. Guar, Lignin und Pektine binden dabei am besten.

- Kationen Austauschfunktion:

Des Weiteren besitzen Ballaststoffe reaktive Gruppen, welche als Ionenaustauscher dienen. Auf diesem Weg können Stoffe selektiv gebunden werden oder in Stoffwechselvorgängen durch die Bindung unerwünschter Stoffe Entgiftungsprozesse hervorgerufen werden.

(Elmadfa & Leitzmann, 2015)

3.7 Physiologische Wirkung

Ihre Wirkung auf den Metabolismus sowie ihre gesundheitliche Bedeutung werden sehr unterschiedlich beurteilt. In Diskussion steht, dass der Verzehr ausreichender Ballaststoffe in der Nahrung präventive sowie kurative Effekte mit sich zieht (Biesalski et al., 2015).

Folgende Wirkungsweisen werden nach derzeit wissenschaftlichem Stand als positiv bewertet: Ballaststoffe verlängern die Kautätigkeit und erhöhen die Speichel- sowie Magensaftsekretion. Die längere Verweildauer des Nahrungsbreis im Magen hat ein anhaltendes Sättigungsgefühl zur Folge. Die hohe Wasserbindungsfähigkeit erhöht die Darmperistaltik und des Weiteren zieht

eine verkürzte Transitzeit im Dickdarm eine kürzere Wirkungsweise kanzerogener Stoffe in der Darmschleimhaut mit sich. Darmbakterien sind in der Lage, aus Gallensäure kanzerogene Stoffe zu bilden. Aus diesem Grund ist die Bindung der Gallensäure durch Ballaststoffe ein weiterer positiv zu bewertender Effekt. In weiterer Folge müssen diese aus Cholesterin neu synthetisiert werden, weshalb der Cholesterinspiegel im Blut sinkt (Elmadfa & Meyer, 2015).

Folgende Wirkungsweisen werden nach derzeit wissenschaftlichem Stand als potentiell negativ bewertet: Phytinsäure, welche in ballaststoffreichen Lebensmitteln enthalten ist, ist in der Lage, Kationen wie Calcium, Zink, Eisen oder Magnesium zu binden und deren Absorption zu verhindern.

Allerdings sollte im Zusammenhang einer gemischten Kost die Aufnahme der Mineralstoffe nicht beeinträchtigt werden. Des Weiteren kann bei hoher Ballaststoffzufuhr und gleichzeitig geringer Flüssigkeitszufuhr eine negative Bilanz der Flüssigkeit im Körper entstehen. Ferner kann eine ballaststoffreiche Ernährung Blähungen hervorrufen (Elmadfa & Meyer, 2015).



Abbildung 5: Ballaststoffe: Wirkung (Biesalski et al., 2015).

Laut der Ergebnisse der evidenzbasierten Leitlinien zur Kohlenhydratzufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung wirken Ballaststoffe einer Reihe an ernährungsmitbedingter Krankheiten entgegen. Viele Ballaststoffe in der Nahrung verringern das Risiko an Adipositas, Bluthochdruck, koronare Herzkrankheiten sowie an Diabetes mellitus Typ 2 zu erkranken (DGE: Mehr Ballaststoffe bitte, 2012). Des Weiteren sind laut WHO, Ernährungs- sowie Lebensstilfaktoren für ein Drittel der Krebserkrankungen verantwortlich. Eine ballaststoffreiche Ernährungsweise kann diesbezüglich entgegenwirken (Schulze-Lohmann, 2012). In diesem Zusammenhang liefern die bei der Fermentation entstehenden „kurzkettigen Fettsäuren“, auch genannt „short-chain fatty acids“, wie Propionat, Acetat, Butyrat sowie Wasserstoff, im Kolon, einen wesentlichen Beitrag. Diese wirken einer Schädigung des Erbguts entgegen, fördern Entgiftungsprozesse im Darmtrakt und hemmen das Wachstum von Darmtumorzellen. Folglich hat ein Mangel an Butyrat eine erhöhte Aufnahme von Bakterien und toxischen Substanzen in die Blutbahn als Konsequenz. Des Weiteren wird eine Störung sowie Proliferation der Kolonschleimhaut als auch eine Karzinogenese begünstigt. Nach derzeit wissenschaftlichem Stand wirkt eine ballaststoffreiche Ernährung mit wahrscheinlicher Evidenz dem Risiko eines Kolorektalkarzinoms entgegen. Die Risikoverringerung von Tumoren im Magen wird mit einer möglichen Evidenz verzeichnet. Aktuell werden neben den klassischen, ballaststoffreichen Nahrungsmittelquellen, Produkte welche mit Präbiotika angereichert sind, angeboten. Hierbei handelt es sich um Ballaststoffe, welche die Bildung von Milchsäurebakterien fördern und so schützende Eigenschaften besitzen. Inulin und Oligofructose sind die bekanntesten Präbiotika. Diese werden vor allem aus Chicoree gewonnen und sind vor allem Backwaren als auch Milchprodukten zugesetzt. Ihre Fermentation im Dickdarm begünstigt das Wachstum von Bifidobakterien und haben darüber hinaus eine Reihe an gesundheitsrelevanten Effekten zur Folge: Durch die Hemmung pathogener Bakterienstämme wird das Durchfall- sowie Obstipationsrisiko gesenkt sowie die Eisen-, Kalzium- und Magnesiumabsorption im Dickdarm gefördert. Außerdem verringern Präbiotika in der Diät die Häufigkeit von Tumoren im Dickdarm mit bis zu 5-15% (Schulze-Lohmann, 2012).

Daneben zieht eine ballaststoffreiche Ernährungsweise in der Regel eine geringere Energiedichte mit sich. Aufgrund positiver Effekte sowie präventiver Auswirkungen der Ballaststoffe sollte gemäß WHO alle Bemühung unternommen werden, ihre Zufuhr in der Bevölkerung zu steigern. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf Vollkornprodukte, Obst, Gemüse sowie Kartoffeln gelegt werden (DGE, 2015).

4 FOOD TRENDS

4.1 Zuckerfrei

Noch nie waren Lebensmittel in diesem Maß im Überfluss vorhanden. Essgewohnheiten und Lebensweisen haben sich verändert und in Industrieländern ist Übergewicht heute das wohl häufigste Gesundheitsproblem (Kroke, 2006, rnz, 2017). Den Verbrauchern ist dies bewusst, weshalb der gegenwärtige Trend „Zuckerfrei“ ganz großgeschrieben wird (rnz, 2017). Doch ZuckergegnerInnen versprechen sich noch viel mehr davon: weniger Falten, einen strahlenden Teint sowie ein besseres Geschmackserlebnis (welt, 2017). Im Laufe der Jahre wurden immer mehr Lebensmittel mit Zucker versetzt. Dabei spielt Saccharose die bedeutendste Rolle. Etwa 120 Millionen Tonnen werden jährlich aus Zuckerrüben sowie Zuckerrohr gewonnen (Rosenplenter, Nöhle, & Rymon Lipinski, 2007).

Laut der DGE-Leitlinie zur Kohlenhydratzufuhr spielt vor allem die Kohlenhydrat- oder Zuckerqualität eine entscheidende Rolle. Problematisch sind vor allem die bereits in Kapitel „Kohlenhydratstatus - Versorgung“ erwähnten „freien Zucker“. Dabei handelt es sich um Monosaccharide (Glucose und Fructose) sowie Disaccharide (vor allem Haushaltszucker), welche häufig von Herstellern oder Konsumenten selbst zugesetzt werden. Laut WHO besteht eine wissenschaftliche Evidenz, dass eine geringere Zuckerzufuhr im Erwachsenenalter mit einem niedrigeren Körpergewicht resultiert. Des Weiteren besteht ein Zusammenhang des Konsums von zuckergesüßten Getränken und Übergewicht im Kindesalter. Auch auf eine reduzierte Karieshäufigkeit geben drei Beobachtungsstudien durch einen geringeren Zuckerverzehr deutlichen Hinweis. Darüber hinaus veröffentlichte die WHO am 4. März 2015 neue Richtlinien zum Zuckerverzehr, welche besagen, die Aufnahme auf weniger als 10% der Gesamtenergiezufuhr zu reduzieren, wobei die Empfehlung mit eingeschränkter Aussagekraft laut WHO auf weitere 5% reduziert wird. Darüber hinaus wird vor allem auf den Effekt der Energiedichte aufmerksam gemacht. Besonders der Konsum gesüßter Getränke kann die Energiezufuhr deutlich heben sowie eine Gewichtszunahme und das Auftreten chronischer Erkrankungen begünstigen (World Health Organisation, 2015). Seit Anfang der 70er Jahre wurde vor allem

in den USA der Rohrzucker in der Lebensmittelindustrie durch den „high fructose corn sirup“, auch Isoglucose genannt, nach und nach ersetzt. Hierbei handelt es sich um einen aus Mais- oder Weizenstärke hergestellten Sirup, welcher aus etwa 55% Fructose und 50 % Glucose besteht und größtenteils Backwaren und Getränken zugesetzt wird. Isoglucose ist in Bezug auf die anderen zugesetzten Zucker gleichermaßen negativ zu bewerten. Ein hoher Anteil an Fructose im Sirup ist nicht zielführend. Über einen hohen Fructosekonsum in der Nahrung werden aktuell negative Effekte diskutiert (Max Rubner Institut, 2017). (siehe Kapitel „Fructosefrei“)

Wie die zehn Ernährungsregeln der ÖGE im Punkt 8 zum Ausdruck bringen, wird generell ein sparsamer Umgang mit Zucker geboten. (ÖGE: 10 Ernährungsregeln, 2017). Ebenso sollte man die Qualität sowie die Verzehrweise der Nährstoffe im Überblick behalten. Passt man die Ernährung seinem Energiebedarf an und schenkt man der Kohlenhydratzufuhr, welche vor allem ballaststoffreich und überwiegend aus komplexen Kohlenhydraten ausgewählt werden soll, Aufmerksamkeit, so verringert sich automatisch der über Zucker zugeführte Energieanteil (World Health Organisation, 2015).

4.2 Süßungsmittel

Heute gibt es neben dem Haushaltszucker eine Menge weiterer Süßungsmittel. Dazu zählen Süßstoffe sowie Zuckeraustauschstoffe, welche sich chemisch betrachtet, erheblich unterscheiden. Gemeinsam haben sie die Süße gebende Wirkung, weshalb sie vielen Lebensmitteln als Alternative von Zucker zugesetzt werden (Rosenplenter, 2007). In Österreich werden Süßungsmittel immer beliebter, was eine Meinungsumfrage zeigt: Sieben von zehn Befragten verwenden sie regelmäßig und sogar 42 % der Befragten sind der Meinung, dass Süßstoffe zu einem gesunden Lebensstil beitragen (openscience, 2017).

4.3 Süßstoffe

Süßstoffe sind natürliche oder synthetisch erzeugte Verbindungen und haben eine 30 – 10.000-fache Süßkraft von Saccharose. Neben Zucker und Zuckeraustauschstoffen liefern sie als einzige Süßungsmittel keine Energie

(ÖGE: Süßstoffe). Des Weiteren können sie unabhängig von Insulin verwertet werden und besitzen keine kariogene Wirkung. Diese Vorteile tragen dazu bei, dass sie vor allem Getränken, Süßwaren sowie Kaugummis zugesetzt werden (Rosenplenter, 2007).

Ehe ein Süßstoff in der Europäischen Union zugelassen wird, muss dieser auf Unbedenklichkeit hinsichtlich der Gesundheit geprüft werden.

Des Weiteren wird die Menge der täglichen akzeptablen Aufnahme erläutert, um gesundheitliche negative Auswirkungen ausschließen zu können (ÖGE: Süßstoffe, 2014).

Folgende synthetische Süßstoffe sind derzeit in der EU zugelassen:

- Acesulfam K
 - Advantam
 - Aspartam
 - Cyclamat
 - Saccharin
 - Stevioglykoside „Stevia“
 - Sucralose
 - Thaumatin
 - Neohesperidin DC
 - Neotam
 - Aspartam- Acesulfamsalz
- (Süßstoffverband, 2017).

Der Süßstoff Saccharin kam bereits 1897 erstmals in den Handel. Dennoch sind die Gespräche, dass Süßstoffe negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben könnten, noch nicht abgeschlossen. Aspartam steht häufig in Diskussion: Bei diesem Süßstoff, welcher aus Proteinbestandteilen aufgebaut ist, entstehen beim Abbau im Organismus geringe Mengen an Methanol. Dem Stoffwechselprodukt des Methanols, Formaldehyd, werden negative Effekte, unter anderem eine kanzerogene Wirkung, zugesprochen (2003). Die Sicherheit von Aspartam wurde bereits in zahlreichen Studien untersucht, woraufhin die Sachverständigen der EFSA („European Food Safety Authority“) folgende

Schlussfolgerungen ziehen konnten: Anhand durchgeführter Tier- als auch Bevölkerungsstudien kann ein mögliches Risiko der Krebserzeugung als auch Erbgutschädigung ausgeschlossen werden. Ebenso führt Aspartam zu keinerlei Gehirnschäden als auch Verhaltensstörungen. Hinzu kommt, dass die aufgenommene Menge des Methanols durch Aspartam sehr gering ist und laut derzeit wissenschaftlichem Stand gesundheitliche Risiken ausgeschlossen werden können (European Food Safety Authority, 2014).

Laut der Deutschen Gesellschaft für Ernährung sind Süßungsmittel sinnvolle Hilfsmittel für eine Gewichtsreduktion, dennoch sollten sie keinesfalls zusätzlich zum Haushaltszucker konsumiert werden. Im Zuge einer ausgewogenen Ernährung stellen Süßstoffe lediglich einen Ersatz für Zucker dar, wenn eine Energiereduktion erzielt wird (DGE: Süßstoffe in der Ernährung, 2007).

4.4 Zuckeraustauschstoffe

Zuckeraustauschstoffe sind hydrierte Mono- und Disaccharide, welche im Vergleich zu den Süßstoffen Kalorien liefern (Rosenplenter, 2007). Mit einer Gesamtenergie von 2,4 kcal/g liefern sie weniger Energie als Zucker, zudem werden sie weitgehend insulinabhängig in die Zellen transportiert, weshalb sie nicht nur als „Diät-“ sondern auch als „Diabetikerzucker“ bekannt sind (Rosenplenter, 2007).

Zu den zugelassenen Zuckeralkoholen zählen Sorbit, Mannit, Isomalt, Maltit, Lactit sowie Xylit. Neben Diabetikerprodukten sind sie insbesondere in Backwaren, Süßwaren, Desserts sowie Kaugummis enthalten. Führt man Zuckeralkohole in größeren Mengen zu, so können vor allem Sorbit und Mannit Blähungen, Bauchbeschwerden sowie Durchfälle hervorrufen (Vitacert, 2003).

4.5 Fructosefrei

Aktuell glauben immer mehr Menschen, auf verschiedenste Lebensmittel allergisch zu reagieren. Der „Trend“, nach glutenfreien, laktosefreien oder fructosefreien Produkten im Supermarkt zu greifen, steigt (beobachter, 2015). Somit hat sich die Zahl der Konsumenten der sogenannten „frei von“ – Produkten in den letzten Jahren verdreifacht. Die Lebensmittelindustrie macht Profit, obwohl tatsächlich nur wenige Menschen unter Lebensmittelunverträglichkeiten leiden (shz, 2017). Vor allem werden Produkte frei von Gluten, Laktose und Histamin in hohem Maß beansprucht. Die Nachfrage fructosefreier Lebensmittel hält sich bisher in Grenzen (Lebensmittelpraxis, 2016).

Jeder Dritte nimmt an, von einer Unverträglichkeit betroffen zu sein, allerdings kann dies nur bei der Hälfte der Personen medizinisch nachgewiesen werden. Auch wenn Beschwerden wie Blähungen, Durchfälle, Sodbrennen, Kopfweg oder Ausschläge, welche mit verschiedensten Produkten in Verbindung gebracht werden, zunehmen, sollte in erster Linie die Ursache abgeklärt werden (beobachter, 2017).

Eine Fructoseunverträglichkeit tritt in zwei unterschiedlichen Formen auf: Die hereditäre Fructoseintoleranz ist eine angeborene Stoffwechselerkrankung, die auf einem Enzymdefekt basiert (ÖGE: Fructosemalabsorption, 2007). Betroffenen fehlt die Fructose-1-Phosphat- Aldolase, weshalb es zu einer toxischen Ansammlung des Fructose-1-Phosphats in Leber, Niere und im Dünndarm kommt (Schäfer, et al. 2010). Leber- und Nierenschäden sowie Unterzuckerung sind die Folgen (ÖGE: Fructosemalabsorption, 2007). Diese Form der Fructoseunverträglichkeit bedarf einer strikten sowie lebenslangen fructosefreien Kost (Schäfer, et al. 2010).

Dem gegenüber steht die viel häufiger vorkommende Fructosemalabsorption. Hier liegt ein Defekt des Transportsystems GLUT 5 im Darm vor (Schleip, 2010). Die mangelhafte Aufnahme hat eine Anhäufung von Fructose im Dickdarm als Konsequenz. In weiterer Folge wird der Fruchtzucker von Darmbakterien fermentiert, weshalb zu den häufigsten Symptomen Magen- und Darmprobleme, Völlegefühl, Blähungen sowie Durchfälle zählen (Schleip, 2010).

Die Fructosezufuhr ist in den vergangenen Jahren gestiegen, denn es haben sich Ernährungs- und Trinkgewohnheiten verändert, sodass vermehrt Früchte sowie insbesondere Fruchtsäfte verzehrt werden. Auch der Konsum zuckerfreier Nahrungsmittel hat sich erhöht. Hier werden Zuckeraustauschstoffe wie Maltit, Mannit, Sorbit oder Xylit als Ersatz beigemischt, allerdings können diese Zuckeralkohole die Aufnahme der Fructose im Darm hemmen, weshalb sich diese negativ auswirken (Fritzsche, 2017). Zudem wird heutzutage aus technologischen Gründen in zahlreichen Speisen und Getränken Fructose zugesetzt. Auch dies trägt zu einem höheren Konsum bei (Schleip, 2010). In weiterer Folge kann eine Überschreitung der Toleranzschwelle für Fructose im Organismus entstehen, sodass der Körper diese nicht mehr resorbieren kann (Schäfer, 2009). Somit gelangt der Fruchtzucker gleich wie bei einer Fructosemalabsorption in den Dickdarm, welcher diese in Gase und kurzkettige Fettsäuren verstoffwechselt. Gasbildung sowie gastrointestinale Beschwerden treten auf. Wie gut der Fruchtzucker vertragen wird, ist außerdem von weiteren Faktoren abhängig: So können Nahrungsbestandteile wie Glucose, Galaktose, Stärke oder Proteine die Fructoseaufnahme erleichtern. Beschwerden können bereits durch gezielte Reduktion der Fructose in der Nahrung gelindert werden (Fritzsche, 2017).

In Diskussion steht, dass ein hoher Konsum an Fructose eine hohe lipogene Potenz besitzt und die Gewichtszunahme sowie die Entstehung von Adipositas fördert. Fructose wird im Vergleich zu Glucose oder Mannose anderweitig verstoffwechselt, so wird diese im distalen Dünndarm resorbiert, es kommt zu einer kaum relevanten Insulin-Freisetzung-Aktivität und ihr Abbau erfolgt mehr oder weniger ausschließlich in der Leber (Arrighi et al., 2009). Dort wird Fructose ohne der Phosphorfructokinase zu unterliegen, zu Glycerin-3-Phosphat und Acetyl-CoA umgewandelt und kann direkt als Substrat für die Lipidsynthese herangezogen werden. Fettsäuren entstehen und es kommt hinzu, dass Fructose die Lipidoxidation in der Leber hemmt, wodurch die Veresterung der Fettsäuren als auch die Triglycerid-Synthese gefördert wird (Nutraceuticals, 2013). Da Insulin an und für sich eine Erhöhung der Leptinsekretion ins Plasma hervorruft und damit ein Sättigungsgefühl einhergeht, wird außerdem diskutiert, dass der reduzierte Leptinspiegel bei hohem Fructoseverzehr die Gesamtkalorienzufuhr erhöhen und so zu einem Anstieg des Körpergewichts beitragen könne. Dem kommt

hinzu, dass Fructose wesentlich süßer schmeckt und sie eine höhere Tendenz zur Abhängigkeit besitzen könnte (Arrigoni et al., 2009). In zahlreichen Studien wurde das Gewichtsverhalten im Verlauf einer fructosereichen Ernährung analysiert. Untersuchungen an Mäusen ergaben, dass Getränke welche mit Fructose gesüßt sind, eine höhere adipogene Wirkung besitzen verglichen zu saccharosegesüßten Getränken. (DGE: Macht Zucker zuckerkrank, 2007). In einer weiteren Studie konnte nachgewiesen werden, dass durch eine fructosereiche Nahrung im Vergleich zu einer normalen Diät der Körperfettanteil von Ratten um 20% signifikant höher war und die Lipogenese deutlich stieg. Die Mitochondrien der Leber zeigten außerdem oxidative Schädigungen, was metabolische Probleme wie Diabetes mellitus Typ 2, Fettleibigkeit oder eine nichtalkoholische Fettleber zur Folge haben kann. Ob eine fructosereiche Ernährung wesentliche negative Effekte auf das Gewichtsverhalten und somit auf die Entstehung von Adipositas hat, bedarf dennoch weiteren Abklärungen (Nutridis, 2013).

4.6 „Low Carb“

Die „Low Carb Diät“ ist über die letzten Jahre zu einer der beliebtesten Methoden geworden, um eine Gewichtsreduktion zu erzielen (Pavlicek, 2014). Laut der Deutschen Gesellschaft für Ernährung sollten täglich mehr als 50% Kohlenhydrate bezogen auf die Gesamttagesenergiezufuhr verzehrt werden. „Low Carb“ beziehungsweise „kohlenhydratarm“ bedeutet, den Kohlenhydratanteil zu senken und somit den Protein- und Fettgehalt zu erhöhen. Es gibt dabei keine konkrete Definition, weshalb darunter eine Kost mit einer Zufuhr von 40% der Kohlenhydrate bis hin zu einer ketogenen Diät verstanden wird. Bei der ketogenen Ernährung versucht man, so wenige Kohlenhydrate wie möglich zu sich zu nehmen (Holzapfel, Eichhorn, & Hauner, 2015).

Im Laufe einer kohlenhydratarmen Kost sowie längerem Hungern wird die vom Körper benötigte Glucose in erster Linie aus Proteinen der Nahrung sowie der Muskeln herangezogen. Dies wirkt sich ungünstig aus, da dieser Vorgang nicht nur viel Energie kostet, sondern Proteine wertvolle Aufgaben im Organismus übernehmen: Die Neubildung von Hormonen, Enzymen und Antikörpern sowie der Aufbau von Gewebe und Zellen sind nur wenige davon. Außerdem werden im Zuge dessen Ketonkörper gebildet. Dabei handelt es sich um β -Hydroxybutyrat, Acetacetat und giftiges Azeton, welches allerdings nur in geringem Maß für die Energiegewinnung herangezogen wird. Vor allem die ketogene Ernährung wurde jahrelang zur Gewichtsreduktion empfohlen, da die Speicherung von Fett abnimmt und eine Gewichtsabnahme erzielt werden kann. Allerdings stellt eine Kost wie diese negative Folgen dar: Die Blutfettwerte sowie die daraus resultierenden gesundheitlichen Folgen nehmen zu, da diese Ernährungsform häufig mit einer erhöhten Einnahme gesättigter Fettsäuren verbunden ist (Elmadfa & Meyer, 2015). Kohortenstudien zeigen zudem, dass eine eiweißreiche Kost, wenn die Eiweißquellen vor allem aus tierischen Proteinen bestehen negative Effekte auf die Gesundheit hat: Zwar kann es den Gewichtsverlust geringfügig verbessern, allerdings steigt das Risiko, an Herz-Kreislauf-erkrankungen sowie an Diabetes mellitus Typ 2 zu erkranken (Elmadfa & Meyer, 2015, Holzapfel et al., 2015). Des Weiteren gibt es überzeugende Belege, dass ein hoher Konsum von rotem und verarbeitetem Fleisch mit einem erhöhten Darmkrebsrisiko resultiert (Nilsson et al., 2013). Ein

hoher Proteinanteil in der Nahrung kann ferner eine Ketoazidose mit sich ziehen (Elmadfa & Meyer, 2015). Laut der Deutschen Gesellschaft für Ernährung ist eine Unterschreitung der Kohlenhydratzufuhr nur dann vertretbar, wenn sich der zusätzliche Proteinkonsum aus pflanzlichen Nahrungsmitteln ergibt und eine erhöhte Zufuhr von gesättigten sowie Transfettsäuren vermieden wird (DGE: Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett, 2011).

Zahlreiche Studien haben den gewichtsreduzierenden Effekt einer Low-Carb Diät untersucht, sowie den Vergleich mit einer Low- Fat Diät hergestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass in den ersten 6 Monaten die Erfolge bei einer kohlenhydratreduzierten Kost höher als bei einer Low- Fat Diät sind, nach 12 Monaten sind allerdings keine Unterschiede mehr erkenntlich. Um langfristig ein erfolgreiches Gewichtsmanagement zu erzielen, sollte eine alltagstaugliche Kost mit eigenen Vorlieben und Wünschen unter Berücksichtigung des Energiebedarfs umgesetzt werden (Holzapfel et al., 2015).

4.7 Glutenfreie Ernährung

Spricht man vom Gluten, so handelt es sich um wasserunlösliche Klebereiweiße verschiedener Getreidesorten, welche sich im Mehlkörper der Getreidekörner befinden (Ludwig, 2015; Schumann, Daum, & Siegmund, 2015). Gluten, auch genannt Gliadin, wird neben den Eiweißgruppen Albuminen, Globuline und Prolamine zu den Glutelinen gezählt (Ledochowski, 2014).

Zu den glutenhaltigen Getreidesorten zählen Weizen, Gerste, Roggen, Grünkern, Dinkel sowie alle aus diesen Süßgräsern bestehenden Urformen und Kreuzungen wie Emmer, Einkorn oder Triticale (Ludwig, 2015).

Des Weiteren sind alle daraus hergestellten Lebensmittel glutenhaltig wie beispielsweise Mehl, Grieß, Teigwaren, Knödel, Pizzateig, Mehlspeisen, Bier und vielerlei Fertiggerichte (Ledochowski, 2014).

Gluten ist für die Backfähigkeit von Backwaren verantwortlich und wahrscheinlich Hauptauslöser von Unverträglichkeiten gegenüber Brot und Getreide. Dabei unterscheidet man zwischen der Zöliakie, einer entzündlichen Darmerkrankung, sowie dem „glutensensitiven Reizdarmsyndrom“ (Ledochowski, 2014).

Die Zöliakie ist eine immunologische, systematische Erkrankung des Darms. Sie wird bei genetisch vorbelasteten Personen durch das Klebereiweiß Gluten hervorgerufen und kann sich im Laufe der Zeit manifestieren. Betroffene klagen über Symptome wie Blähungen, Bauchschmerzen, Diarrhoe (Aust & Bläker, 2015) sowie häufig über unspezifischere Beschwerden wie Kopfschmerzen, Müdigkeit und Konzentrationsschwäche (Ledochowski, 2014).

Im weiteren Verlauf der Krankheit kann es zur Schädigung und chronischen Entzündung der Darmmucosa kommen, die Darmzotten bilden sich zurück und die Resorptionsfläche wird kleiner. Nahrungsbestandteile können somit schlechter resorbiert werden, weshalb es häufig zu Mangelerscheinungen wichtiger Makro- und Mikronährstoffe kommt (Ledochowski, 2011).

Durch die Rückbildung der Darmzotten kann ebenso ein Mangel an Verdauungsenzymen entstehen. Häufig geht eine Laktoseintoleranz mit einer Zöliakie einher, da den Patienten die Milchzucker spaltende Lactase fehlt (Ledochowski, 2011).

Die bisher einzige mögliche Therapie ist eine strikte lebenslange glutenfreie Diät (Zimmer, 2011). Diese besteht, sobald die Glutenaufnahme auf weniger als 10 mg pro Tag reduziert wird. Reis, Kartoffeln, Hirse, Mais, Buchweizen, Amaranth und Quinoa sowie Teigwaren und Mehle auf deren Basis werden als Ersatz für glutenhaltige Getreidequellen herangezogen (Ledochowski, 2011). Ab einem Gehalt von < 20 mg Gluten/kg ist ein Lebensmittel glutenfrei und wird mittels einer durchgestrichenen Ähre gekennzeichnet (Ledochowski, 2014). Während einer glutenfreien Diät werden die meisten, aber nicht alle Betroffenen, nach einigen Wochen symptomfrei (Ledochowski, 2014) .

Die Symptome des „glutensensitiven Reizdarmsyndroms“ sind vor allem Diarrhoe, Obstipation, Schmerzen sowie Blähungen und treten vor allem nach dem Verzehr von Backwaren auf. Eine glutenreduzierte Diät führt bereits zur Verbesserung der Beschwerden, es muss keine so wie bei der Zöliakie strikte glutenfreie Ernährung eingehalten werden (Ledochowski, 2014).

Vor einiger Zeit war die Zöliakie noch als „typische Kindeskrankheit“ bekannt und wurde etwa bei einer Person von 1000 diagnostiziert. Im Laufe der Jahre erhöhte sich die Zahl der Diagnosen auf 10-20 von 1000 Einwohnern und trat ebenso häufiger im Erwachsenenalter auf (Ledochowski, 2014). Heute wird international von einer Prävalenz von 1% dieser Krankheit ausgegangen, wobei diese Zahl beispielsweise in Deutschland (0,3-0,7 %) nicht erreicht wird (Aust & Bläker, 2015; Zimmer, 2011). Weshalb die Zahl der Neuerkrankungen an Zöliakie steigt, ist nicht geklärt, dennoch gibt es einige Theorien dafür. Einen wesentlichen Faktor stellen wahrscheinlich die besseren Diagnosetests dar (Leiss, 2017).

Doch darüber hinaus reagieren in den letzten Jahren immer mehr Personen empfindlich auf Gluten und Weizenbestandteile ohne an einer Zöliakie oder einem „glutensensitiven Reizdarmsyndrom“ zu leiden. Betroffene erdulden Beschwerden wie Bauchschmerzen, Blähungen, Diarrhoe sowie Müdigkeit und werden wiederum nahezu symptomfrei bei glutenfreier oder - reduzierter Diät. Im Jahr 2012 wurde hierfür folgender Begriff eingeführt: „Non Celiac Gluten Sensitivity“, auch „Glutensensitivität“ (Freitag- Ziegler, 2014).

Eine Theorie und somit wesentliche Rolle für den Anstieg der Empfindlichkeit gegenüber Gluten könnte die Züchtung von Weizensorten sein. Der Eiweißanteil spielt eine bedeutsame Rolle in der Brotherstellung. Die Backwaren werden durch einen höheren Anteil von Proteinen „luftiger“, vermitteln ein angenehmeres Kaugefühl und das Brot wird besser in Form gehalten. Dementsprechend werden vor allem Getreidesorten mit hohem Eiweißanteil im Korn und somit einem höheren Glutenanteil gezüchtet (Ledochowski, 2011).

Zudem haben sich die Verfahren in der heutigen Brotherstellung verändert. Durch den Zusatz von Backtriebmitteln wird der Teigführungsprozess sehr stark verkürzt (Ledochowski, 2011). Aufgrund dieser reduzierten Fermentierungszeiten sowie der Verwendung von Hefe anstatt von Sauerteig wird weniger Phytinsäure abgebaut, was wiederum zu einem höheren Glutengehalt im Brot führen kann (Ledochowski, 2011). Dem kommt hinzu, dass heutzutage ohnehin größere Mengen an Brot, Pasta und anderen mehlhaltigen Produkten verzehrt werden (Ledochowski, 2014).

Ferner wird bezüglich der erhöhten Prävalenz von Zöliakie im Kindesalter vermutet, dass die veränderte Gluteneinführung bei Kleinkindern, ein verändertes Verhalten des Abstillens sowie ein erhöhter Glutengehalt von Fertigpräparaten Auslöser dafür sein kann (Leiss, 2017).

Mittlerweile gibt es eine Vielzahl an glutenfreien Lebensmittel quer durch den Markt von unterschiedlichsten Anbietern. Alleine Dr. Schär führt 400 glutenfreie Produkte und die Zahl ist steigend. Für Betroffene ist dieser Fortschritt erfreulich, allerdings greifen immer mehr Person ohne jeglicher Weizenallergie zu Produkten ohne Gluten und Weizen.

Gründe dafür sind unter anderem nicht belegte oder falsche Aussagen wie „Glutenfreie Ernährung sei gesünder“, welche vor allem durch Medien oder diverse „Social Media Plattformen“ kursieren (Freitag- Ziegler 2014). Jedoch kann eine glutenreduzierte Kost sogar negative Folge mit sich ziehen: Häufig werden glutenfreie Brot- und Backwaren mit Butter oder anderen fetthaltigen Bestandteilen angereichert, um einen besseren Geschmack sowie ein besseres Erscheinungsbild zu erzielen. Aus diesem Grund können diese Waren mitunter eine Gewichtsproblematik herbeiführen. Glutenfreie Nahrungsmittel sind zudem hoch raffiniert, besitzen einen geringen Faseranteil und sind nur selten mit

Mikronährstoffen angereichert. Der Gehalt an Thiamin, Riboflavin und Niacin ist durchschnittlich um 60 % geringer als in herkömmlichen glutenhaltigen Getreidesorten. Dies gilt ebenso für die Folsäure, an welcher es ohnehin bei dem Großteil der Bevölkerung mangelt. Eine finnische Studie zeigt zudem, dass der Ballaststoffgehalt im Zuge einer glutenfreien Ernährung bei nur 13g/Tag liegt und somit die Empfehlung um beinahe zwei Drittel unterschreitet (Kiss et. al, 2010).

5 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1: KOMPONENTE DER BALLASTSTOFFGRUPPE (ELMADFA & LEITZMANN, 2015)	S. 9
ABBILDUNG 2: KOHLENHYDRATGEHALT EINIGER KOHLENHYDRATQUELLEN (ELMADFA & LEITZMANN, 2015).....	S.15
ABBILDUNG 3: KOHLENHYDRATGEHALT SOWIE KOHLENHYDRATBESTANDTEILE IN 100 G LEBENSMITTELN (BIESALSKI ET AL., 2015)	S.16
ABBILDUNG 4: GLYKÄMISCHER INDEX UNTERSCHIEDLICHER LEBENSMITTEL (ELMADFA & LEITZMANN, 2015)	S.16
ABBILDUNG 5: BALLASTSTOFFE: WIRKUNG (BIESALSKI ET AL., 2015).....	S. 20

6 LITERATURVERZEICHNIS

- Arrigoni, E., Amadò, R., Sieber, R., Reinli, K., Laimbacher, J., L'Allemand-Jander, D., Marx, G., Imfeld, T., Nebiker-Pedrotti, P., Nordmann, H., Keller, U., Colombani, P. C., Ballmer, P. E., Berneis, K., Laederach-Hofmann, K., Fähr, D. (2009). Kohlenhydrate in der Ernährung. Stellungnahme und Empfehlungen der Eidgenössischen Ernährungskommission. Zürich: Bundesamt für Gesundheit.
- Aust, D. E., & Bläker, H. (2015). Histologische Diagnostik und Komplikationen der Zöliakie: Aktualisierung entsprechend der neuen S2k-Leitlinie. *Der Pathologe*, 36(2), 197–207. <https://doi.org/10.1007/s00292-015-0006-2>
- Biesalski, H.-K., Grimm, P., & Nowitzki-Grimm, S. (2015). *Taschenatlas Ernährung* (6., überarbeitete Auflage). Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag.
- DGE, D. G. für E. (2015). D-A-CH: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr (2. Aufl). s.l.: DGE + ÖGE.
- Ebermann, R., & Elmadfa, I. (2011). *Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung* (2., korrigierte und erw. Aufl). Wien: Springer.
- Elmadfa, I., & Leitzmann, C. (2015). *Ernährung des Menschen* (5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Elmadfa, I., & Meyer, A. L. (2015). *Ernährungslehre*.
- European Food Safety Authority. (2014). Wissenschaftliches Gutachten zu Aspartam. Parma: EFSA.

Freitag-Ziegler, G. (2014). „Frei von“ erobert die Regale. Ernährung im Focus. Internet:

https://www.bzfe.de/_data/files/eif_2014_07-08_frei_von_lebensmittel.pdf,

Stand: 5.12.2018

Fritzsche, D. (2017). *Fruktose-Unverträglichkeit beschwerdefrei mit dem 3-Phasen-Programm*.

Holzappel, C., Eichhorn, C., & Hauner, H. (2015). Abspecken – aber richtig! *MMW - Fortschritte der Medizin*, 157(3), 54–61. <https://doi.org/10.1007/s15006-015-2548-x>

Kiss, C., Furlano, R. (2010). Glutenfreie Ernährung bei Zöliakie: Schulung und Beratung fördern die Compliance. *Ars Medici* 22, S. 907-912.

Klein, K., & Oettinger, U. (2004). Experimentelle Ernährungslehre: Versuche zur Ernährung ; Theorie und Praxis. Baltmannsweiler: Schneider Verl. Hohengehren.

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

Kroke, A., Günther, A. (2006). Mangel im Überfluss: Ernährungsepidemiologische Daten zu Übergewicht und Nährstoffmangel. *Ernährungs- Umschau*, 53, Heft 12, S.480.

Kruchem, T. (2017). *Am Tropf von Big Food: wie die Lebensmittelkonzerne den Süden erobern und arme Menschen krank machen*. Bielefeld: Transcript.

Ledochowski, M. (2011). *Wenn Brot & Getreide krank machen: Gluten-Intoleranz, Zöliakie - oder was sonst?* (1. Aufl). Stuttgart: Trias.

Ledochowski, M. (2014). *Nahrungsmittel-Intoleranzen: Unverträglichkeiten erkennen und gut damit leben* (2., vollst. überarb. Neuaufl). Stuttgart: TRIAS.

Leiss, O. (2017). *Zöliakie und andere Gluten-assoziierte Erkrankungen*. Berlin ; Boston: Walter de Gruyter GmbH.

Ludwig, N. (2015). Ernährung bei Zöliakie. *Der Gastroenterologe*, 10(6), 489–491.
<https://doi.org/10.1007/s11377-015-0021-0>

Ministerium Frauen Gesundheit. (2017). Österreichischer Ernährungsbericht 2017.
Internet:https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/9/5/0/CH1048/CMS1509620926290/erna_hrungsbericht2017_web_20171018.pdf, Stand: 17.3.2018

Müller-Nothmann, S.-D., & Weißenberger, C. (2007). *Ernährungsratgeber Diabetes: genießen erlaubt*. Hannover: Schlüter.

Nilsson, L. M., Winkvist, A., Johansson, I., Lindahl, B., Hallmans, G., Lenner, P., & Van Guelpen, B. (2013). Low-carbohydrate, high-protein diet score and risk of incident cancer; a prospective cohort study. *Nutrition Journal*, 12(1).
<https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-58>

Pavlicek, V. (2014). Ist eine Low-Carb-Diät besser als eine Low-Fat-Diät? *Der Diabetologe*, 10(7), 587–588. <https://doi.org/10.1007/s11428-014-1290-9>

Püschel, G., Kühn, H., Kietzmann, T. (2011). Taschenatlas Biochemie. Stuttgart: Thieme.

Rosenplenter, K., Nöhle, U., & Rymon Lipinski, G.-W. von (Eds.). (2007). Handbuch Süßungsmittel: Eigenschaften und Anwendung (2., vollst. überarb. Aufl). Hamburg: Behr.

Schleip, T. (2010). *Fructose-Intoleranz: wenn Fruchtzucker krank macht* (3., aktualisierte und überarb. Aufl). Stuttgart: TRIAS.

Schäfer, C. (2009). Fructose: Malabsorption oder Intoleranz? Ernährungsumschau, (12/09), 694- 700.

Schäfer, C., Reese I., Ballmer- Weber, B., Beyer, K., Erdmann, S., Fuchs, T., Henzgen, M., Huttegger, I., Jappe, U., Kleine-Tebbe, J., Lepp, U., Niggemann, B., Raithel, M., Saloga, J., Szépfalusi, Z., Vieths, S., Werfel, T., Zuberbier, T., Worm, M. (2010). Fructosemalabsorption. Positionspapier, 2010; 19:66-9.

Schulze- Lohmann, P. (2012). Ballaststoffe: Grundlagen – präventives Potential – Empfehlungen für die Lebensmittelauswahl. Ernährungsumschau, 7, 2012. Internet: https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf_2012/07_12/EU07_2012_408_417.qxd.pdf, Stand: 5.3.2018

Schumann, M., Daum, S., & Siegmund, B. (2015). Pathophysiologie der Zöliakie. *Der Gastroenterologe*, 10(6), 464–472. <https://doi.org/10.1007/s11377-015-0014-z>

Vitacert (2003). Über Süßungsmittel in Lebensmitteln: Grundlagen. Ausgabe 4. Tüv Süd. Technische Universität München. Internet: http://www.tuev-sued.de/uploads/images/1137565541562582099221/tuev_zusatzstoffe4.pdf, Stand: 11.3.2018

Wascher, T.C., Pongratz, R., & MedMedia Verlag und Mediaservice. (2015).
Zeitbombe Zuckerkrankheit so entschärfen Sie die Gefahr Diabetes.

World Health Organisation (2015). WHO Guidline (2015): Sugars intake for adults and children. Internet: <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/position/DGE-Position-WHO-Richtlinie-Zucker.pdf>, Stand: 8.3.2018

Zimmer, K.-P. (2011). Zöliakie. *Der Gastroenterologe*, 6(6), 471–476.
<https://doi.org/10.1007/s11377-010-0512-y>

Österreichische Gesellschaft für Ernährung

ÖGE: Fructosemalabsorption: Definition-Prävalenz- Ursachen. Internet:
<https://www.oege.at/index.php/bildung-information/diaetetik/allergien-unvertraeglichkeiten/1803-fruktosemalabsorption>, Stand: 7.3.2018

ÖGE: Süßstoffe: Definition- Verwendung- Eigenschaften. Internet:
<https://www.oege.at/index.php/bildung-information/ernaehrung-von-a-z/1784-suessstoffe>, Stand: 10.3.2018

ÖGE: 10 Ernährungsregeln der ÖGE. Internet: <https://www.oege.at/index.php/bildung-information/empfehlungen/allgemeine-empfehlungen/2-uncategorised/1126-empfehlungen-10-regeln-dge>, Stand: 8.3.2018

Deutsche Gesellschaft für Ernährung

DGE: Kohlenhydrate in der Ernährung. Internet:

<https://www.dge.de/presse/pm/kohlenhydrate-in-der-ernaehrung/>, Stand:

20.2.2018

DGE: Macht Zucker zuckerkrank? Internet: [https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-](https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/typ-2-diabetes-und-koerpergewicht/)

[publikationen/fachinformationen/typ-2-diabetes-und-koerpergewicht/](https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/typ-2-diabetes-und-koerpergewicht/), Stand:

22.4.2018

DGE: Presse, aktuell 06/2012: Mehr Ballaststoffe bitte! Ballaststoffzufuhr lässt sich im

Alltag leicht steigern. Internet: [https://www.dge.de/presse/pm/mehr-](https://www.dge.de/presse/pm/mehr-ballaststoffe-bitte/)

[ballaststoffe-bitte/](https://www.dge.de/presse/pm/mehr-ballaststoffe-bitte/), Stand: 6.3.2018

DGE: Richtwerte für die Energiezufuhr aus Kohlenhydraten und Fett. Internet:

[https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/position/DGE-Positionspapier-](https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/position/DGE-Positionspapier-Richtwerte-Energiezufuhr-KH-und-Fett.pdf)

[Richtwerte-Energiezufuhr-KH-und-Fett.pdf](https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/position/DGE-Positionspapier-Richtwerte-Energiezufuhr-KH-und-Fett.pdf), Stand: 27.2.2018

DGE: Süßstoffe in der Ernährung: Machen Süßstoffe dick? Internet:

[https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-](https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/suessstoffe-in-der-ernaehrung/)

[publikationen/fachinformationen/suessstoffe-in-der-ernaehrung/](https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/suessstoffe-in-der-ernaehrung/), Stand:

18.3.2018

Internet

Beobachter: Ein Trend der Schaden kann. Internet:

<https://www.beobachter.ch/ernahrung-genuss/editorial-ein-trend-der-schaden-kann>, Stand: 7.3.2018

Beobachter: Gutes essen, schlechter essen. Internet:

<https://www.beobachter.ch/gesundheit/ernahrung-genuss/allergie-gutes-essen-schlechtes-essen>, Stand: 7.3.2018

Deutsche Diabetes Hilfe: Hoher Zuckerkonsum fördert Adipositas und Diabetes Typ 2.

Internet:

https://www.diabetesde.org/system/files/documents/pm_europaeischer_adipositas_ag_online.pdf, Stand: 24

Lebensmittelpraxis: Frei von, aber bitte mit ohne. Internet:

<https://lebensmittelpraxis.de/zentrale-management/15319-frei-von-aber-bitte-mit-ohne.html>, Stand: 7.3.2018

Max Rubner Institut: Ernährungsphysiologische Bewertung von Isoglucose. Internet:

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/Gesundheit/Isoglucose-Bewertung.pdf?__blob=publicationFile, Stand: 19.4.2018

Nutridis: Wissenschaftliche Gesellschaft zur Forschung und Weiterbildung im Bereich
nahrungsmittelbedingter Intoleranten. Internet:

http://www.nutridis.at/fileadmin/content/Bilder/Newsletter_Q1_2013_de.pdf,

Stand: 22.4.2018

Openscience: Halten Süßstoffe wirklich schlank? Internet:

<http://www.openscience.or.at/hungryforscienceblog/halten-suessstoffe-wirklich-schlank/>, Stand: 18.3.2018

Österreichische Diabetes Gesellschaft: 700 Getränke im Zucker und Süßstoffcheck!

Internet: https://www.oedg.at/1803_PR_getraenkeliste.html

rnz.de: Zuckerfreie Ernährung ist der neue Trend. Internet:

https://www.rnz.de/ratgeber/gesundheit_artikel,-Gesundheit-Ach-wie-suess-Zuckerfreie-Ernaehrung-ist-der-neue-Trend-_arid,278020.html, Stand: 8.3.2018

shz.de: Der Feind auf meinem Teller: Verzicht auf Laktose, Fructose und Glucose:

Zwei Forscher erklären den Trend. Internet: <https://www.shz.de/deutschland-welt/wissenschaft/verzicht-auf-laktose-fruktose-und-glukose-zwei-forscher-erklaeren-den-trend-id16455456.html>, Stand: 7.3.2018

süßstoffverband: Süßstoffe- Zuckeraustauschstoffe. Internet: <http://www.suessstoffverband.de/suessstoffe/>, Stand: 19.4.2018

welt.de: Macht zuckerfreie Ernährung wirklich schön? Internet:

<https://www.welt.de/wissenschaft/ernaehrung/article164573734/Macht-zuckerfreie-Ernaehrung-wirklich-schoen.html>, Stand: 9.3.2018

7 ZUSAMMENFASSUNG

Kohlenhydrate stellen neben Fett und Proteinen den wichtigsten Energielieferanten der menschlichen Ernährung dar. Durch ihre vielfältige sowie quantitative Verfügbarkeit decken sie den größten Teil des Energiebedarfs eines Menschen. Sie sind in unterschiedlichster Form vorhanden und erfüllen eine Menge an wichtigen Aufgaben. Neben den fachlichen Standpunkten werden aktuelle „Lifestyle- und Ernährungstrends“ erläutert, welche in letzter Zeit stark präsent geworden sind. Themen wie „Low Carb“, „zucker- oder glutenfrei“ werden in Bezug auf ernährungsphysiologischen Faktoren genauer betrachtet.

Des Weiteren werden Kohlenhydrate in Form von Schulversuchen, unterstützt von Unterrichtsmaterialien, behandelt. Dabei werden allgemeine, sensorische, ökologische sowie lebensmitteltechnologische Inhalte, welche auf die Theorie der Kohlenhydrate aufbauen, erläutert. Ziel ist es, Lehrpersonen zu motivieren, Versuche in ihren Unterricht zu integrieren und ihnen aufzuzeigen, dass Experimente nicht nur einen wertvollen Beitrag im naturwissenschaftlichen Unterricht liefern, sondern ebenso einfach und unkompliziert durchführbar sind.

8 ABSTRACT

Besides fat and protein, carbohydrates are the most important source of energy in the human diet. Due to their diverse and quantitative availability, they cover most of a person's energy demand. They are available in various types and fulfil a number of important tasks. This thesis is divided in two main parts. First their scientific background is presented and discussed. In addition, current lifestyle and nutrition trends are explained, which have recently become highly popular. Topics such as "low carb", "sugar-free or gluten-free" are considered in more detailed with regard to nutritional triggers.

Furthermore, carbohydrates are considered for school experiments, supported by additional teaching materials. Here, general, sensorial, ecological and food technological foci, which are based on the theoretical background of carbohydrates, are explained. The aim of this thesis is to motivate teachers to integrate "carbohydrate" experiments into their teaching material and to illustrate that experiments are not only a valuable contribution to science based teaching, but are also easy and uncomplicated to be implemented.

9 UNTERRICHTSMATERIALIEN

9.1 Klassische Experimente

Nachweis von Kohlenhydraten

V= Vorbereitung



Ziele



Wissenswertes für
die Lehrperson

D= Durchführung



Anleitung



Protokoll

W= Wartezeit



Erläuterung



Lösung

	Zeit	Materialien	Sozialform
Nachweis der Elemente im Zucker	V= 5 min D= 10 min	Anleitung Protokoll Versuchsmaterialien	Gruppenarbeit
Pharaoschlange	V= 5 min D= 15 min	Anleitung Protokoll Versuchsmaterialien	Demonstration oder Gruppenarbeit
Nachweis von reduzierenden Zuckern: Die Fehling Probe	V= 5 min D= 20 min	Anleitung Protokoll Versuchsmaterialien	Demonstration oder Gruppenarbeit



Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler kennen die elementare Zusammensetzung von Kohlenhydraten.
- Die Schülerinnen und Schüler können unterschiedliche Zucker den Mono-, Di-, Oligo- und Polysacchariden zuordnen.
- Die Schülerinnen und Schüler lernen Nachweisreaktionen von Kohlenhydraten kennen und können diese in Kleingruppen selbstständig durchführen.

Nachweis der Elemente im Zucker



Wissenswertes für die Lehrperson

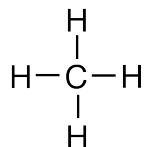
Kohlenhydrate spielen in der menschlichen Ernährung die bedeutendste Rolle von allen Nährstoffen. Sie kommen in zahlreichen Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs wie beispielsweise Cerealien, Knollen, Gemüse und Obst vor und sind die am meisten verbreitete Stoffklasse organischer Substanzen. Besonders ist, dass sie für den menschlichen Körper leicht verwertbar sind und deshalb als Energiequelle bevorzugt werden.

Kohlenhydrate werden in einfache Zucker (Monosaccharide und Disaccharide) sowie komplexe Polymere (Oligosaccharide und Polysaccharide) eingeteilt. Im Stoffwechsel werden sie immer zu Monosacchariden, also in ihre Grundbausteine gespalten und können so zu den Körperzellen transportiert und als Energiequelle herangezogen werden (Elmadfa & Meyer, 2015).

Kohlenhydrate sind aus folgenden Elementen aufgebaut: Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Beim trockenen Erhitzen ist es möglich, auf diese Elemente zu schließen:

Kohlenstoff

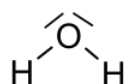
Der Kohlenstoff wird als schwarzer Rückstand identifiziert, welcher ebenso einen von Verbrennungsprozessen bekannten Geruch hinterlässt.



Strukturformel von Kohlenstoff

Wasserstoff

Beim Erhitzen der Kohlenhydrate steigt ein zu beobachtender Wasserdampf auf. Auch im Reagenzglas bildet sich an den abgekühlten Stellen Kondenswasser.



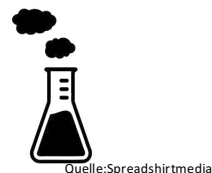
Strukturformel Wasser

Kohlendioxid

Ebenso entweicht das Gas Kohlendioxid bei der Verbrennung von Kohlenhydraten. Allerdings ist es schwierig, dies zu identifizieren beziehungsweise zu erkennen.



In einfachen Kohlenhydraten sind außer diesen drei Bestandteilen keine weiteren vorhanden (Klein & Oettinger, 2004).



Nachweis der Elemente im Zucker

Materialien: Haushaltszucker

Geräte: 1 Reagenzglas, Bunsenbrenner, Feuerzeug, Schutzbrille

Durchführung:

1. Setze eine Schutzbrille auf!
2. Gib etwas Haushaltszucker in das Reagenzglas.
3. Erhitze den Zucker im Reagenzglas mit Hilfe eines Bunsenbrenners.
4. Beobachte, was passiert und notiere deine Ergebnisse im Versuchsprotokoll.



Protokoll

Beobachtung und Versuchsauswertung

Was kannst du beobachten?	
Warum kommt es zu einer schwarzen Verfärbung?	
Aus welchen drei Elementen sind Kohlenhydrate aufgebaut?	



Pharaoschlange



Quelle:tfcd

Materialien:	Emser Pastille mit Zucker, Emser Pastille ohne Zucker, Sand
Geräte:	2 Porzellanschalen, Feuerzeug, Schutzbrille
Chemikalien	Brennspiritus

Durchführung:

1. Setze eine Schutzbrille auf!
2. Fülle beide Porzellanschalen mit Sand auf.
3. Stecke in eine Schale zwei Emser Pastillen mit, in die andere Schale zwei Emser Pastillen ohne Zucker.
4. Überschütte die Pastillen mit etwa 1 ml Brennspiritus und zünde sie an.
5. Beobachte, was passiert und notiere deine Ergebnisse im Versuchsprotokoll.



Pharaoschlange

Beobachtung und Auswertung

	Emser Pastille mit Zucker	Emser Pastille ohne Zucker
Was kannst du beobachten?		
Begründe die Unterschiede der Ergebnisse beider Pastillen!		



Nachweis der Elemente im Zucker

Dieser Versuch eignet sich besonders gut für den Einstieg in das Thema der Kohlenhydrate. Mithilfe der Ergebnisse kann eine Schlussfolgerung auf die elementare Zusammensetzung des Zuckers gezogen werden. Außerdem ist dieses Experiment schnell und einfach durchführbar, erfordert wenig Aufwand und wenig Material.

Pharaoschlange

Die Pharaoschlange kann als Ergänzung zu dem Experiment „Nachweis der Elemente im Zucker“ durchgeführt werden. Durch die entstandenen „Kohlenstoffschlangen“ kann hier ebenso auf die Zusammensetzung und Struktur der Kohlenhydrate eingegangen werden. Das Element Kohlenstoffdioxid macht sich hier besser bemerkbar: Es entstehen schwarze, poröse Gebilde, da der Kohlenstoff durch das CO_2 aufgebläht wird.

Zu bedenken ist, dass Emser Pastillen auch andere Inhaltsstoffe als Zucker enthalten, weshalb es den Versuch mit den Rückschlüssen auf die elementare Zusammensetzung von Zucker nicht ersetzt.

Hinweis: Dieser Versuch kann ebenso im Zuge der Thematik „Zuckeraustauschstoffe und Süßstoffe“ behandelt werden, da die Emser Pastillen ohne Zucker Aspartam enthalten. Dieser Stoff ist ebenso für die Süße verantwortlich, besitzt aber eine völlig andere physikalische Eigenschaft als normaler Zucker.



Lösung

Nachweis der Elemente im Zucker

Beobachtung

Zu Beginn färbt sich der Haushaltszucker bräunlich, nach einiger Zeit ist eine Schwarzfärbung zu beobachten. Es steigt ein Dampf auf und ein verbrannter Geruch macht sich bemerkbar. An den Rändern des Reagenzglases setzt sich klare Flüssigkeit ab.

Versuchsauswertung

Kohlenhydrate sind aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aufgebaut. Wird trockener Zucker stark erhitzt, so kann die Entstehung dieser Bestandteile beobachtet werden. Bei dem schwarzen Rückstand im Glas handelt es sich um elementaren Kohlenstoff. Der aufsteigende Dampf ist Wasserdampf. Dieser kondensiert außerdem häufig an den Rändern der Reagenzgläser als klare Flüssigkeit. Einzig das Gas Kohlendioxid ist schwer oder nicht zu identifizieren. Es entweicht bei der Verbrennung.

Pharaoschlange

Beobachtung

Der Alkohol brennt neben und auf den Pastillen, welche sich nach und nach schwärzen. Die Pastillen mit Zucker sind nun schwarz und nach einiger Zeit wachsen schlangenartige, schwarze und poröse Gebilde über den Rand der Porzellanschale hinaus. Die Pastillen ohne Zucker färben sich lediglich schwarz, ein Wachstum der Pastillen bleibt aus.

Versuchsauswertung

Der Kohlenstoff der **Emser Pastillen mit Zucker** kann aufgrund der Anwesenheit des Kohlenstoffdioxids nur in geringen Teilen verbrennen, sodass der Großteil aufgrund des Sauerstoffmangels verkohlt. Der Kohlenstoff, welcher im Zucker enthalten ist, wird durch das Kohlenstoffdioxid aufgebläht. So kommt es zu der Entstehung der „Kohlenstoffschlangen“ oder den sogenannten „Pharaoschlangen“.

In den **Emser Pastillen ohne Zucker** kann kein Zucker verkohlen, weshalb auch kein Kohlenstoffgebilde entsteht. Für die „Hauptsüße“ in diesen Pastillen ist das Aspartam verantwortlich, welches eine völlig andere physikalische Eigenschaft als Zucker besitzt.

Nachweis von reduzierenden Zuckern: Die Fehling Probe



Wissenswertes für die Lehrperson

Die Fehlingsche Probe ist allbekannt, spielt eine bedeutende Rolle in den Ernährungswissenschaften und ist „der Klassiker“ für den Nachweis von Einfachzuckern. Sie wurde von dem deutschen Chemiker Hermann Christian Fehling veröffentlicht und diente vor allem zum Nachweis von reduzierenden Zuckern im Harn. Die Fehling Probe ermöglicht es also, reduzierende von nicht reduzierenden Zuckern zu unterscheiden (Wild & Schmitt, 2012).

Ist ein Zucker reduzierend, so bedeutet dies, dass er eine freie Aldehydgruppe aufweist. Diese hat die Tendenz, in Säuregruppen überzugehen oder anders ausgedrückt: Die Aldehydgruppen werden oxidiert. Dabei werden Elektronen abgegeben, die Aldehydgruppe ist also innerhalb des Zuckers noch keine Bindung eingegangen (Klein & Oettinger, 2004).

Folgende Zucker weisen bei der Fehling Probe eine positive Reaktion auf:

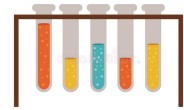
Einfachzucker: Glucose, Fructose, Galactose, Ribose

Zweifachzucker: Lactose, Maltose

Die Saccharose sowie alle weiteren Vielfachzucker wie beispielsweise die Stärke reagieren negativ auf die Fehlingsche Probe. Um es mit einfachen Worten auszudrücken, kann man zusammenfassend sagen, dass die Fehling Probe auf alle Einfach- sowie Zweifachzucker positiv ausfällt, mit Ausnahme der Saccharose (Klein & Oettinger, 2004).

Die Saccharose ist ein Disaccharid bestehend aus Fructose und Glucose, welche über ihre Hydroxylgruppen acetalartig miteinander verknüpft sind. Dies bedeutet, dass dieser Zweifachzucker keine freien OH- Gruppen aufweist und somit keine Aldehydgruppen durch eine Ringöffnung gebildet werden können. Saccharose besitzt also keine reduzierende Eigenschaft. Die Stärke beziehungsweise Amylose besteht aus vielen Glucoseeinheiten, welche glykosidisch miteinander verknüpft sind und ebenso keine reduzierende Wirkung besitzen. Lediglich das letzte Molekül dieser Kette steht frei. Dies reicht allerdings für einen Farbumschlag nicht aus (Wild & Schmitt, 2012).

Als Nächstes sollte noch geklärt werden, weshalb es zu dem Farbumschlag kommt: Die Kupferionen des Fehling- Reagenz 2 kommen als Kupfer- Tartrat- Komplex vor und sind für die blaue Farbe des Gemisches beider Lösungen verantwortlich. Zucker, die mit Fehling positiv reagieren, geben an die Kupferionen der Fehlingreagenz Elektronen ab. Die zweifach positiv geladenen Kupferionen (Cu^{2+}) werden somit zu einfach positiven Kupferionen (Cu^+) reduziert. Sie werden oxidiert und fallen als Kupferoxid (CuO) aus. Dies wird anhand des roten Niederschlags sichtbar (Klein & Oettinger, 2004).



Nachweis von reduzierenden Zuckern: Die Fehling Probe

Materialien:	Glucose, Lactose, Saccharose, lösliche Stärke
Geräte:	4 Reagenzgläser mit Ständer, Becherglas als Wasserbad (1000 ml), Bunsenbrenner, Feuerzeug, Spatel, Messzylinder (10ml), Schutzbrille
Chemikalien	Brennspiritus, Fehling Reagenzen: Fehling Reagenz 1 = 7 g CuSO_4 (Kupfersulfat) in 100 ml entmineralisiertes Wasser Fehling Reagenz 2 = 35 g Na-K-Tartrat (Natriumkaliumtartrat) und 12 g NaOH (Natriumhydroxid) in 100 ml entmineralisiertes Wasser



Vorsicht: Fehling Reagenz 2 ist aufgrund der Natronlauge stark ätzend!

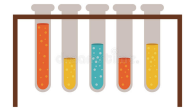


Durchführung:

1. Setze eine Schutzbrille auf!
2. Mische Fehling Reagenz 1 und Fehling Reagenz 2 im Verhältnis 1:1.
3. Gib je eine große Spatelspitze der Glucose, Lactose, Saccharose und löslichen Stärke in eines der vier Reagenzgläser und fülle diese mit 5 ml entmineralisiertem Wasser auf.
4. Mische jedem Reagenzglas 1 ml der neuen Fehling-Lösung hinzu.
5. Erhitze alle Reaktionsansätze im Wasserbad bei 100°C.

Ein Siedeverzug entsteht, wenn Flüssigkeiten über ihren Siedepunkt hinaus erhitzt werden und es so schlagartig aus dem Gefäß spritzt!

Bemerke: Anstatt die Reagenzgläser im Wasserbad zu erhitzen, können sie auch direkt über den Bunsenbrenner gehalten werden. Beachte in diesem Fall die Gefahr eines Siedeverzugs. Es empfiehlt sich, Siedesteine in die Reagenzgläser zu geben und eine Schutzbrille zu tragen!



Nachweis von reduzierenden Zuckern: Die Fehling Probe

Beobachtung und Auswertung

	Was kannst du beobachten?	Begründe deine Beobachtungen!
Glucose		
Lactose		
Saccharose		
lösliche Stärke		

Wodurch kommt es zu der blauen, wodurch zu der roten Verfärbung?



Erläuterung

Die Fehling Probe

Der Fehling Test eignet sich gut für die Schule, da er einfach durchzuführen ist, sich der apparative Aufwand gering hält und die verwendeten Geräte und Chemikalien an einer Schule vorhanden sein sollten. Will man näher auf die chemische Zusammensetzung unterschiedlicher Zucker eingehen, so eignet sich dieser Versuch besonders gut, um diese zu erarbeiten.

Tipp: Mit der Fehling Probe ist es ebenso möglich, unterschiedliche Lebensmittel auf Einfach- und Zweifachzucker zu testen. Beispielsweise kann man den Saft aus Früchten pressen und diesen als Probe verwenden.

Allerdings sollte hier beachtet werden, dass auch andere Inhaltsstoffe für einen positiven Test verantwortlich sein können wie beispielsweise die Ascorbinsäure in einer Orange.



Lösung

Die Fehling Probe

Beobachtung

Mischt man das Fehling Reagenz mit den unterschiedlichen Proben, so färben sich diese zunächst tiefblau.

Glucose und Lactose werden im Wasserbad zunächst trübe, verfärben sich zuerst grünlich und gehen im Anschluss in eine deutliche Rotfärbung über. Lässt man die Proben abkühlen, so bleibt die rote Färbung bestehen und ein kräftig roter Niederschlag bildet sich am Boden der Reagenzgläser.

Bei der **Saccharose und löslichen Stärke** kommt es zu keiner Verfärbung beim Erhitzen sowie zu keinem roten Niederschlag im Gefäß.

Glucose und Lactose sind reduzierende Zucker, also Saccharide mit einer freien Aldehydgruppe, weshalb sie mit Fehling reagieren können. Die Aldehydgruppen werden oxidiert und reagieren mit dem Kupfersulfat der Fehling Reagenz.

Saccharose und Stärke besitzen keine freien Hydroxygruppen, weshalb sie mit Fehling negativ reagieren und es zu keinem Farbumschlag kommt. Es handelt sich um nichtreduzierende Zucker.

Weshalb kommt es zu einer blauen sowie roten Färbung?

Die Kupferionen (Cu^{2+}) der Fehling Reagenz 2 sind in ihrem Komplex für die blaue Farbe des Gemisches verantwortlich.

Bei allen reduzierenden Zuckern gibt die freie Hydroxygruppe, nachdem sie erhitzt wurde, Elektronen an die zweifach positiv geladenen Kupferionen ab. Diese oxidieren und fallen als Kupferoxid (CuO) in roter Farbe und mit rotem Niederschlag aus.

Literaturverzeichnis

Elmadfa, I., & Meyer, A. L. (2015). *Ernährungslehre*.

Klein, K., & Oettinger, U. (2004). Experimentelle Ernährungslehre: Versuche zur Ernährung ; Theorie und Praxis. Baltmannsweiler: Schneider Verl. Hohengehren.

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

Wild, A., & Schmitt, V. (2012). *Biochemische und physiologische Versuche mit Pflanzen*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
<https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2819-6>

Stärkenachweis

V= Vorbereitung



Ziele



Wissenswertes für
die Lehrperson

D= Durchführung



Anleitung



Protokoll

W= Wartezeit



Erläuterung



Lösung

	Zeit	Materialien	Sozialform
Nachweis von Stärke in Lebensmitteln	V= 5 min D= 15 min	Anleitung Protokoll Versuchsmaterialien	Gruppenarbeit
Die rohe und die gekochte Kartoffel	V= 5 min D= 10 min	Anleitung Protokoll Versuchsmaterialien	Gruppenarbeit
Mikroskopische Untersuchung von Stärkekörnern	V= 5 Minuten D= 20 Minuten	Anleitung Protokoll Versuchsmaterialien	Einzelarbeit



Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass Stärke in vielen Pflanzen enthalten ist und woraus diese besteht.
- Die Schülerinnen und Schüler können stärkehaltige Lebensmittel aufzählen.
- Die Schülerinnen und Schüler lernen zu beobachten.
- Die Schülerinnen und Schüler können selbstständig mikroskopieren und die Eigenschaften eines Stärkekorns wiedergeben.



Wissenswertes für die Lehrperson

Die Stärke ist ein wichtiges Polysaccharid und dient neben dem Glykogen und der Cellulose als Speicher- und Gerüstsubstanz in Pflanzen und Tieren. Sie ist das zentrale Nahrungskohlenhydrat und ist vor allem in Kartoffeln, Getreide und noch vielen weiteren Lebensmitteln enthalten. Die Stärke besteht zu 20 - 40% aus Amylose (α 1-4 verkettete Glucoseeinheiten) und aus 60 – 80% Amylopektin (α 1-6 verkettete Glucoseeinheiten). Wird sie verdaut, so entstehen folgende Nebenprodukte: Stärke -> Dextrine -> Oligosaccharide -> Maltose -> Glukose (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

Die Glucoseeinheiten der Stärke sind spiralförmig, also in einer Helix angeordnet. In diese Spiralen kann sich Jod einlagern. Durch die Wechselwirkung des Jods mit Amylose und Amylopektin kommt es zu einer blauvioletten Färbung, wodurch sich die Stärke nachweisen lässt. Man spricht hier von der sogenannten „Jod- Stärke-Reaktion“. Die blauviolette Färbung ist darauf zurückzuführen, dass längenwelliges Licht von der Amylose absorbiert wird, wodurch diese zusammen mit Jod rein blau erscheint. Amylopectin hingegen absorbiert kurzwelliges Licht und eine rot bis violette Färbung entsteht. Die Jodkaliumiodid-Lösung wird ebenso als Lugol'sche Lösung bezeichnet (Ebermann & Elmadfa, 2011; Wild & Schmitt, 2012).

Die Stärke liegt kristallin und dicht verpackt in einer Eiweißmatrix, in einem sogenannten Stärkekorn vor. Verschiedenste Pflanzenarten bilden Stärkekörner in unterschiedlichster Form und Größe, sodass es nicht nur möglich ist, ein Stärkekorn zu beobachten, sondern dieses auch zuzuordnen. Die Stärkekörner werden in Speicherorganen von Amyloplasten gebildet. Durch einen Dichteunterschied der kristallinen sowie halbkristallinen Stärkestrukturen erscheinen die Körner teilweise in einer Art Lamellenstruktur. Des Weiteren werden den Körnern oftmals erneut Schichten von Stärke aufgelagert, was zum Beispiel bei der Kartoffel gut zu beobachten ist. Dabei entstehen Körner mit unterschiedlicher Schichtung (Wild & Schmitt, 2012).



Bild: Pixabay

Nachweis von Stärke in Lebensmitteln

Materialien:	verschiedene Lebensmittel wie Kartoffel, Brot, Banane, Apfel, Karotte, Zwiebel, Topinamburknolle etc.
Geräte:	Petrischale, Küchenmesser, Brett, Pasteurpipette
Chemikalien	Lugol'sche Lösung

Durchführung:

1. Schneide die zu untersuchenden Lebensmittel in Scheiben.
2. Platziere die geschnittenen Lebensmittel auf die Petrischale mit der Schnittfläche nach oben.
3. Tropfe etwas Jodkaliumiodid-Lösung mit Hilfe der Pipette auf die Schnittflächen der Lebensmittel.
4. Beobachte, ob eine Verfärbung stattfindet.
5. Notiere deine Ergebnisse im Versuchsprotokoll.



Bild: Pixabay

Nachweis von Stärke in Lebensmitteln

Beobachtung und Versuchsauswertung

Probe	Beobachtung?	Verfärbung?	Stärke vorhanden?
Kartoffel			
Apfel			
Brot			
Banane			
Topinambur- knolle			
Karotte			
Zwiebel			

Weshalb verfärben sich stärkehaltige Lebensmittel mit einer Lugol'schen Lösung blauviolett?



Versuch: Die rohe und die gekochte Kartoffel

Materialien:	eine rohe Kartoffel, eine gekochte Kartoffel
Geräte:	Petrischale, Küchenmesser, Pasteurpipette
Chemikalien	Lugol'sche Lösung



Eine Hypothese ist eine wissenschaftliche Aussage, die noch nicht bewiesen ist!

Durchführung:

1. Stelle zuerst eine Hypothese auf. Nimm dafür das Versuchsprotokoll zur Hand.
2. Halbiere die rohe sowie die gekochte Kartoffel.
3. Platziere diese auf der Petrischale mit der Schnittfläche nach oben.
4. Tropfe etwas Jodkaliumiodid-Lösung mit Hilfe der Pipette auf die Schnittflächen der rohen und der gekochten Kartoffel.
5. Beobachte, welche Kartoffel sich schneller verfärbt.
6. Notiere deine Ergebnisse im Versuchsprotokoll.

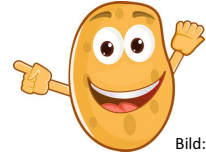


Bild: Bing

Die rohe und die gekochte Kartoffel

Hypothese: Welche Kartoffel verfärbt sich schneller- die rohe oder die gekochte?	
Was kannst du beobachten?	
Welche Kartoffel hat sich schneller verfärbt?	
Begründe dein Ergebnis!	

Wo befindet sich die Stärke beispielsweise in einer Kartoffel?



Erläuterung

Nachweis von Stärke in Lebensmitteln / Die rohe und die gekochte Kartoffel

Ein Stärkenachweis mittels der Lugol'schen Lösung ist sehr einfach durchführbar, benötigt wenig Zeit und die Materialien sind einfach zu beschaffen. Deshalb eignet sich dieser Versuch gut für eine Einzel- oder Partnerarbeit. Des Weiteren kann dieses Experiment bereits in niedrigeren Schulstufen durchgeführt werden, da der Stärkenachweis aufgrund der Verwendung von Lebensmitteln gut veranschaulicht wird und die Schülerinnen und Schüler einen Bezug zum Alltag herstellen können.

Eine Lugol'sche Lösung ist sowohl in Apotheken als auch online erhältlich. Die Lebensmittel können entweder von der Lehrperson ausgewählt und mitgebracht werden oder man stellt den Schülerinnen und Schülern den Arbeitsauftrag, ein Lebensmittel mitzubringen, welches sie auf das Vorhandensein von Stärke testen möchten. Hier ist empfehlenswert im Vorhinein abzuklären, wer welches Produkt mitbringt, damit man eine möglichst hohe Auswahl an unterschiedlichen Lebensmitteln zur Verfügung hat.



Lösung

Nachweis von Stärke in Lebensmitteln

Probe	Beobachtung?	Verfärbung?	Stärke vorhanden?
Kartoffel	Es ist eine Verfärbung zu beobachten!	blauviolett	JA
Apfel	Es ist keine Verfärbung zu beobachten!	bräunlich	NEIN
Brot	Es ist eine Verfärbung zu beobachten!	blauviolett	JA
Banane	Es ist eine Verfärbung zu beobachten!	blauviolett	JA

Topinambur- knolle	Es ist keine Verfärbung zu beobachten!	bräunlich	NEIN
Karotte	Es ist eine Verfärbung zu beobachten!	blauviolett	JA
Zwiebel	Es ist keine Verfärbung zu beobachten!	bräunlich	NEIN

Weshalb verfärben sich stärkehaltige Lebensmittel mit einer Lugol'schen Lösung blauviolett?

Amylose und Amylopektin sind spiralförmig, also in einer Helix angeordnet. In diese Spiralen kann sich Jod einlagern. Durch die Wechselwirkung des Jods mit Amylose und Amylopektin kommt es zu einer blauvioletten Färbung, wodurch sich die Stärke nachweisen lässt.

Die rohe und die gekochte Kartoffel

Beobachtung

Beide Kartoffeln verfärben sich durch Zugabe der Lugol'schen Lösung blauviolett. Die gekochte Kartoffel färbt sich schneller als die rohe.

Versuchsauswertung

Die Stärke liegt kristallin und dicht verpackt in einer Eiweißmatrix, in einem sogenannten Stärkekorn vor. Wird eine Kartoffel gekocht, platzen die Zellen auf, sodass die Stärke frei vorliegt, weshalb das Jod schneller eindringen kann und die Verfärbung schneller stattfindet.



Mikroskopische Untersuchung von Stärkekörnern

Materialien:	Kartoffel, Banane, Getreidekörner (Weizen, Hafer, Reis, Mais), Leguminosensamen (Erbse, Bohne)
Geräte:	Mikroskop, Objektträger, Deckgläser, Messer, Präpariernadel, Pasteurpipette, Filterpapier
Chemikalien	Lugol'sche Lösung

Durchführung

1. Präpariere die stärkehaltigen Lebensmittelproben wie folgt und platziere sie jeweils auf einem Objektträger:
 - An der Schnittstelle einer Kartoffel wird etwas Material abgeschabt.
 - Am Fruchtfleisch der Banane wird ein kleines Stück Gewebe entnommen.
 - Die Getreidekörner werden halbiert und vom Mehlkörper wird etwas Material abgekratzt.
 - Der Hafer wird halbiert und vom Mehlkörper wird etwas Material abgekratzt.
2. Vermische die Proben mit einem Tropfen Wasser und bedecke sie mit einem Deckglas.
3. Färbe mit Hilfe einer Jodlösung und einem Filterpapier die Proben an. Die Stärke wird dadurch sichtbar gemacht!
4. Beschrifte die Proben willkürlich mit Probe 1 bis Probe 4.
5. Nun wird mikroskopiert!
6. Notiere deine Beobachtungen und Ergebnisse auf dem Versuchsprotokoll.



Quelle:seasons

Mikroskopische Untersuchung von Stärkekörnern

- 1 Beobachte die Stärkekörner der jeweiligen Proben.
- 2 Fertige eine Skizze der Stärkekörner an.
- 3 Finde Unterschiede zwischen den Proben und schreibe ihre Merkmale nieder.
- 4 Versuche die Proben den jeweiligen Lebensmitteln zuzuordnen.

Probe 1: _____	Probe 2: _____
Probe 3: _____	Probe 4: _____



Erläuterung

Mikroskopische Untersuchung von Stärkekörnern

Für diesen Versuch sollten die Schülerinnen und Schüler bereits Erfahrung mit dem Mikroskopieren haben. Ist dies nicht der Fall, empfiehlt es sich, vorab den Aufbau sowie die Anwendung eines Mikroskops zusammen zu besprechen.

Tipp: Damit die Schülerinnen und Schüler nicht wissen, um welches Lebensmittel es sich handelt, können die Präparate nach dem Beschriften mit Probe 1 bis Probe 4 mit dem Sitznachbarn getauscht oder einmal im Kreis durchgegeben werden.

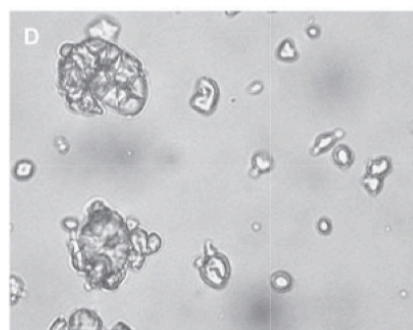
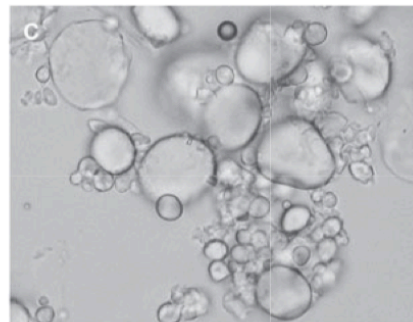
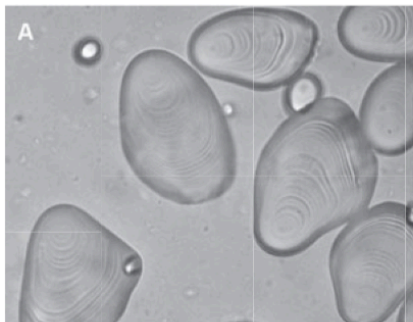


Lösung

Mikroskopische Untersuchung von Stärkekörnern

Beobachtung

Die Stärkekörner färben sich nach Zugabe der Lugol'schen Lösung blaviolett und sind so, gut unter dem Mikroskop zu beobachten. Besonders bei der Kartoffel sind die Anlagerungsschichten gut sichtbar, welche sich um das Bildungszentrum herum bilden.



(Abbildung 1: Stärkekörner: A Kartoffel, B Banane, C Weizenmehl, D Hafermehl)
(Wild & Schmitt, 2012)

Kartoffel- Merkmale

- relativ großes Stärkekorn (15-100 μm)
- eiförmiger Umriss
- exzentrisch geschichtet

Weizen- Merkmale

- relativ kleine Körner (30- 40 μm)
- linsenförmig
- unmerklich konzentrisch geschichtet

Banane- Merkmale

- großes Stärkekorn (bis 100 μm)
- eher länglich und unregelmäßig geformt
- extrem exzentrische Schichtung

Hafer- Merkmale

- aus vielen Teilkörnern zusammengesetzt (50 μm)
- ebenso kantig, freiliegende Teilkörner

Hinweis:

Neben der Kartoffel, Banane, dem Weizen und Hafer eignen sich auch andere pflanzliche Lebensmittel zur Untersuchung von Stärkekörnern wie beispielsweise Leguminosensamen, Mais sowie verschiedenste Mehlsorten.

Tipp: Um die Herstellung des Präparats von Getreide und Hafer zu vereinfachen, kann auch Weizen- bzw. Hafermehl verwendet werden.

Literaturverzeichnis

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

Elmadfa, I., & Leitzmann, C. (2015). *Ernährung des Menschen* (5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

Wild, A., & Schmitt, V. (2012). *Biochemische und physiologische Versuche mit Pflanzen*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
<https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2819-6>

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: STÄRKEKÖRNER: A Kartoffel, B Banane, C Weizenmehl, D Hafermehl) (WILD & SCHMIDT, 2012).....S. 11

Verdauung von Kohlenhydraten

V= Vorbereitung



Ziele



Wissenswertes für die Lehrperson

D= Durchführung



Anleitung



Protokoll

W= Wartezeit



Erläuterung



Lösung

	Zeit	Materialien	Sozialform
Spaltung von Stärke durch Säure	V= 5 min D= 10 min W= 20 min	Anleitung Protokoll Versuchsmaterialien	Gruppenarbeit
Abbau von Stärke mittels Speichel	V= 5 min D= 15 min W= bis 60 min	Anleitung Protokoll Versuchsmaterialien	Gruppenarbeit
Gut gekaut ist halb verdaut!	V= 3 min D= 10 min	Anleitung Protokoll Versuchsmaterialien	Einzelarbeit



Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler lernen experimentelle Untersuchungsmethoden zu dem Abbau und der Verdauung von Stärke kennen.
- Die Schülerinnen und Schüler können in Kleingruppen selbstständig mit Hilfe der geeigneten Arbeitsanleitung experimentieren.
- Die Schülerinnen und Schüler können die Spaltung der Kohlenhydrate durch Enzyme im Mund nachvollziehen und verstehen die Verdauungsvorgänge im menschlichen Körper.

Verdauung von Kohlenhydraten



Wissenswertes für die Lehrperson

Im Zuge der Verdauung werden alle Kohlenhydrate zu ihren Grundbausteinen, den Monosacchariden abgebaut, da sie so resorbiert und für die Energieversorgung herangezogen werden können. Der menschliche Körper ist auf den Stoffwechsel der Glucose spezialisiert (Elmadfa & Leitzmann, 2015).

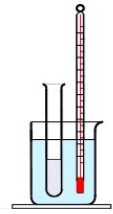
Die Spaltung der Kohlenhydrate beginnt bereits im Mund: Die α -Amylase der Speicheldrüse zerlegt die Polysaccharide der Nahrung wie beispielsweise die Stärke in Oligo- und Disaccharide. Aufgrund des sauren Milieus findet im Magen kein enzymatischer Abbau statt. Der Nahrungsbrei wird angesäuert und mit Wasser vermischt, wodurch die Moleküle für den Dünndarm besser „greifbar“ werden. Im Dünndarm spaltet die α -Amylase der Bauchspeicheldrüse die Oligo- und Disaccharide in ihre weiteren Bestandteile auf. In der Bürstensaummembran enthaltene Enzyme wie die Disaccharidasen und Maltase-Glucoamylasen bauen diese schließlich zu Glucose ab. Diese wird über die Dünndarmschleimhaut ins Blut bis zu den Zellen weitertransportiert, wo sie primär für die Energieversorgung zur Verfügung steht. Bei Bedarf wird nicht verwertete Glucose zunächst in Fettsäuren umgewandelt, welche schließlich in die Fettdepots gelangen. Des Weiteren werden sie ebenso in Aminosäuren umgewandelt oder als Glykogen gespeichert (Thieme, 2017).

Stärke und ihre hydrolytische Spaltung:

Wie bereits erwähnt, findet die Verdauung der Stärke hauptsächlich im Mund und im Dünndarm statt. Die Abbauprodukte der Stärke sind folgende: Stärke -> Dextrine -> Oligosaccharide -> Maltose -> Glukose. Nur hochmolekulare Verbindungen wie beispielsweise die Kartoffelstärke können nicht vollständig zu Glucose abgebaut werden. Man spricht hier auch von einer sogenannten „resistenten Stärke“. Diese gelangt zu Teilen unverändert in den Dickdarm, wo die Darmbakterien kurzkettige Fettsäuren bilden, ein saures Milieu entsteht und so beispielsweise das Risiko für Dickdarmkrebs gesenkt werden kann (Ebermann & Elmadfa, 2011) .

Die Stärke ist aus Amylose und Amylopektin aufgebaut, welche aus langen Ketten von Glucoseeinheiten bestehen. In folgenden Versuchen wird gezeigt, dass diese Ketten mittels Säure aufgespaltet werden können. In einem Versuch wird die enzymatische Spaltung der Amylase des Speichels direkt angewendet, im anderen Versuch wird die Verdauung mittels Säure und Hitze nachgestellt und gezeigt, wie durch die Säure die Stärke abgebaut wird (Klein & Oettinger, 2004).

Die Stärke stellt die Hauptquelle dar, aus der sich der menschliche Körper ausreichend mit Glucose versorgen kann. Aus diesem Grund wird sie als das wichtigste Nahrungskohlenhydrat bezeichnet (Ebermann & Elmadfa, 2011).



Quelle: Seilnacht

Spaltung von Stärke durch Säure

Materialien:	Kartoffelstärke
Geräte:	2 Reagenzgläser mit Ständer, Wasserbad, 2 Pipetten, Becherglas (500 ml), wasserfester Stift
Chemikalien	verdünnte Salzsäure, Jodlösung, Wasser

Durchführung:

1. Löse im Becherglas (500 ml) etwa einen Teelöffel Kartoffelstärke in Wasser auf.
2. Fülle jeweils 100 ml dieses Gemisches in beide Reagenzgläser und gib in nur eines der Gläser 10 ml verdünnte Salzsäure hinzu.
3. Beschrifte das Reagenzglas mit der Salzsäure, um die beiden nicht miteinander zu verwechseln.
4. Koche beide Proben für 20 Minuten im Wasserbad.
5. Tropfe im Anschluss mit einer Pipette etwas Jodlösung in beide Proben.
6. Beobachte, was passiert!



Beachte: Beim Erhitzen von Säuren kann es zu einem Siedeverzug kommen. Deshalb ist es empfehlenswert, den Proben Siedesteinchen zuzugeben.

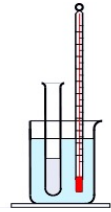


Ein Siedeverzug entsteht, wenn Flüssigkeiten über ihren Siedepunkt hinaus erhitzt werden und es so schlagartig aus dem Gefäß spritzt!

Tipp: Anstatt verdünnter Salzsäure kannst du ebenso konzentrierte Salzsäure verwenden. In diesem Fall genügt es, die Proben weniger lang zu erhitzen. Allerdings sollten hier die Sicherheitshinweise beachtet werden. Konzentrierte Salzsäure ist stark ätzend!



Spaltung von Stärke durch Säure



Quelle: Seilnacht

Beobachtung

	Was kannst du beobachten?
Kartoffelstärke mit Salzsäure	
Kartoffelstärke ohne Salzsäure	

Versuchsauswertung

	Zu welchem Ergebnis bist du gekommen?
Kartoffelstärke mit Salzsäure	
Kartoffelstärke ohne Salzsäure	



Erläuterung

Abbau von Stärke durch Säure

Dieser Versuch eignet sich nur für ausgewählte Klassen. Verdünnte Salzsäure ist mindergiftig, weshalb sorgfältig damit gearbeitet werden soll und die dafür vorgesehenen Sicherheitsanweisungen zu beachten sind. Eine verdünnte Salzsäure ist entweder online erhältlich oder kann selbst hergestellt werden.

Herstellung einer 10%igen Salzsäure:

Ausgangssubstanz: 37%HCL, Dichte: 1,19 g/cm³

Fülle 30 Milliliter der 37%igen HCL mit 100 Milliliter destilliertem Wasser auf.



Lösung

Abbau von Stärke durch Säure

Beobachtung und Versuchsauswertung

Kartoffelstärke mit Salzsäure

Es kommt zu keiner Verfärbung der Kartoffelstärke. Der Nachweis von Stärke ist negativ.

Die Stärke besteht aus langen Glucoseketten, die miteinander verknüpft sind. Diese Bindungen können auf unterschiedliche Weise gelöst werden. Alternativ zu der enzymatischen Spaltung im Speichel mittels der Amylase baut in diesem Experiment die Säure in der Hitze die Stärkemoleküle ab. Dass keine Stärke mittels der Jodlösung nachgewiesen werden konnte, dient als Positivkontrolle und zeigt, dass diese durch die Säure abgebaut wurde.

Kartoffelstärke ohne Salzsäure

Es kommt zu einer blauvioletten Verfärbung der Kartoffelstärke. Der Nachweis von Stärke ist somit positiv. Es wurde keine Stärke abgebaut, da keine Salzsäure vorhanden ist.



Abbau von Stärke mittels Speichel

Materialien:	Kartoffelstärke
Geräte:	Becherglas (50 ml), Becherglas (10 ml), 5 Reagenzgläser mit Ständer, Spatel, Pipette, wasserfester Stift, Wärmeschrank
Chemikalien	Jodlösung, Speichel, Wasser

Durchführung

1. Sammle zu Beginn etwa 6 ml Speichel (ohne Schaum) im kleineren Becherglas.
2. Löse eine Spatelspitze der Kartoffelstärke im größeren Becherglas mit 50 ml Wasser auf und rühre gut um.
3. Beschrifte die Reagenzgläser mit Probe 1 bis Probe 5.
4. Verteile das Kartoffelstärke- Wassergemisch gleichmäßig auf die fünf Reagenzgläser.
5. Teile den Speichel auf vier der Reagenzgläser (Probe 2-5) auf und rühre gut um! **Beachte:** In Probe Nr. 1 kommt **kein** Speichel hinzu!
6. Gib die Probe Nr. 5 für eine Stunde bei 37°C in den Wärmeschrank.
7. Stelle dir währenddessen die Lugol'sche Lösung sowie die restlichen vier Proben bereit und verfähre wie folgt:
 - Probe 1 ohne Speichel:
Gib einige Tropfen der Lugol'schen Lösung hinzu, beobachte, was passiert und notiere dies in deinem Versuchsprotokoll.
 - Probe 2 mit Speichel:
Gib einige Tropfen der Lugol'schen Lösung hinzu, beobachte, was passiert und notiere dies in deinem Versuchsprotokoll.
 - Probe 3 mit Speichel:
Gib nach etwa **drei Minuten** einige Tropfen der Lugol'schen Lösung hinzu, beobachte, was passiert und mache Notizen in deinem Versuchsprotokoll.



- Probe 4 mit Speichel:
Gib nach etwa **fünfzehn Minuten** einige Tropfen der Lugol'schen Lösung hinzu, beobachte, was passiert und mache Notizen in deinem Versuchsprotokoll.
 - Probe 5 mit Speichel:
Entnimm die Probe nach einer Stunde dem Wärmeschrank, gib einige Tropfen der Lugol'schen Lösung hinzu, beobachte, was passiert und mache Notizen in deinem Versuchsprotokoll.
8. Versuche deine Beobachtungen zu begründen und erarbeite im Anschluss die Versuchsauswertungen im Klassenplenum.



Abbau von Stärke mittels Speichel

	Was kannst du beobachten?	Zu welchem Ergebnis bist du gekommen?
<u>Probe 1</u> ja nein Stärke vorhanden ☐ ☐ Speichel vorhanden ☐ ☐ Lugol'sche Lösung nach ____ Minuten		
<u>Probe 2</u> ja nein Stärke vorhanden ☐ ☐ Speichel vorhanden ☐ ☐ Lugol'sche Lösung nach ____ Minuten		
<u>Probe 3</u> ja nein Stärke vorhanden ☐ ☐ Speichel vorhanden ☐ ☐ Lugol'sche Lösung nach ____ Minuten		
<u>Probe 4</u> ja nein Stärke vorhanden ☐ ☐ Speichel vorhanden ☐ ☐ Lugol'sche Lösung nach ____ Minuten		
<u>Probe 5</u> ja nein Stärke vorhanden ☐ ☐ Speichel vorhanden ☐ ☐ Lugol'sche Lösung nach ____ Minuten		



Gut gekaut ist halb verdaut!



Materialien:	Weißbrot (2 mundgerechte Stücke)
Geräte:	2 Becher, Pipette
Chemikalien	Jodlösung

Durchführung:



Eine Hypothese ist eine wissenschaftliche Aussage, die noch nicht bewiesen ist!

1. **Hypothese:** Enthält Weißbrot Kohlenhydrate in Form von Stärke? Notiere deine Vermutung im Versuchsprotokoll.
2. Kontrolle: Gib ein Stück des Brotes in einen der Becher, tropfe etwas Jodlösung darauf, beobachte was passiert und notiere dies im Versuchsprotokoll.
3. Gib das zweite Stück Brot in deinen Mund. Kaue es gut und so lange du kannst. Achte dabei besonders auf die geschmackliche Veränderung!
4. Spucke es im Anschluss in den zweiten Becher und halte deine Empfindungen im Versuchsprotokoll fest.
5. Tropfe etwas Jodlösung auf das gekaute Brot, beobachte, was passiert und notiere dies im Versuchsprotokoll.
6. Versuche, deine Beobachtungen zu begründen und erarbeite im Anschluss die Versuchsauswertungen im Klassenplenum.



Gut gekaut ist halb verdaut!



Beobachtung

	unzerkautes Brot
Hypothese:	
Beobachtung:	
Stärke vorhanden?	

	gekautes Brot
Geschmackliche Veränderung?	
Beobachtung:	
Stärke vorhanden?	

Versuchsauswertung

Wodurch kommt es zu einer blauvioletten Färbung?



Warum schmeckt das Brot nach längerem Kauen süßlich?

Weshalb kommt es auch beim gekauten Brot zu einer Verfärbung?

Zu welchem Ergebnis bist du gekommen?



Erläuterung

Abbau von Stärke mittels Speichel / Gut gekaut ist halb verdaut!

Der Abbau von Stärke mittels Speichel ist wohl der anschaulichste Versuch zur Demonstration der Wirkung von Enzymen im Zuge der Verdauung. Er ist einfach durchführbar und in den unterschiedlichsten Schulstufen einsetzbar:

1. Das dafür benötigte Enzym Amylase kommt in unserem eigenen Speichel vor und ist daher immer „frisch“ und in großen Mengen vorhanden.
2. Die Enzymwirkung wird auf farbliche Weise gut und prägnant veranschaulicht.
3. Alle Stoffe, die für diesen Versuch verwendet werden, sind außerdem ungefährlich und unproblematisch.

Abbau von Stärke mittels Speichel

Hinweis: Anstatt der Kartoffelstärke kann auch Stärke in anderer Form herangezogen werden. Dabei ist zu beachten, dass man nicht zu viel Stärke verwendet oder diese verdünnt, damit sie sich im Wasser löst und der Speichel die Stärke abbauen kann.

- Um den Versuch zeitlich zu verkürzen, kann die Lehrperson bereits im Vorfeld den fünften Ansatz in den Wärmeschrank geben. Ist kein Wärmeschrank vorhanden, kann die Probe ebenso in der Sonne erwärmt werden. Zu beachten ist dabei, eine Temperatur von 40 °C nicht zu überschreiten.

Tipp:

- Sollten die Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten beim Sammeln von Speichel haben, so können sie darauf hingewiesen werden, an ein schmackhaftes Essen zu denken.



Abbau von Stärke mittels Speichel

	Was kannst du beobachten?	Zu welchem Ergebnis bist du gekommen?
Probe 1 Stärke vorhanden ja Speichel vorhanden nein Lugol'sche Lösung nach 0 Minuten	Die Lösung färbt sich blauviolett.	Der Stärketest ist positiv. Es wurde keine Stärke abgebaut, da kein Speichel vorhanden ist.
Probe 2 Stärke vorhanden ja Speichel vorhanden ja Lugol'sche Lösung nach 0 Minuten	Die Lösung färbt sich zwar blauviolett, allerdings etwas schwächer und langsamer.	Da sich die Lösung etwas langsamer verfärbt, könnte es sein, dass der Speichel bereits etwas an Stärke abgebaut hat.
Probe 3 Stärke vorhanden ja Speichel vorhanden ja Lugol'sche Lösung nach 3 Minuten	Die Lösung färbt sich nur sehr schwach blauviolett. Rührt man um, so nimmt die gesamte Lösung diese Farbe an.	Da sich die Lösung hier noch schwächer verfärbt hat, konnte der Speichel in 3 Minuten etwas mehr Stärke abbauen als bei Probe 2.
Probe 4 Stärke vorhanden ja Speichel vorhanden ja Lugol'sche Lösung nach 15 Minuten	Die Lösung verfärbt sich gelb – braun.	Der Speichel hat bereits viel von der vorhandenen Stärke abgebaut.
Probe 5 Stärke vorhanden ja Speichel vorhanden ja Lugol'sche Lösung nach 60 Minuten	Die Lösung färbt sich schwach gelb.	Damit die Stärke mittels Speichel abgebaut werden kann, benötigt es Zeit sowie höhere Temperaturen.

Gut gekaut ist halb verdaut

	unzerkautes Brot
Beobachtung:	Das Stück Brot färbt sich blauviolett.
Stärke vorhanden?	Ja.

	gekautes Brot
Geschmackliche Veränderung?	Umso länger das Brot gekaut wird, desto süßlicher schmeckt es.
Beobachtung:	Das Stück Brot färbt sich blauviolett.
Stärke vorhanden?	Ja.

Wodurch kommt es zu einer blauvioletten Färbung?

Die Jodmoleküle lagern sich in die Stärkehelix ein, wodurch eine blauviolette Färbung entsteht.

Warum schmeckt das Brot nach längerem Kauen süßlich?

Werden Kohlenhydrate verdaut, so werden sie in Poly- Oligo, sowie Di- und Monosaccharide, also Zucker, zerlegt. Je länger man kaut, desto mehr Zucker entsteht. Die Verdauung beginnt also bereits im Mund.

Weshalb kommt es auch beim gekauten Brot zu einer Verfärbung?

Die Verdauung ist ein viel längerer Prozess, weshalb auch nach längerem Kauen noch immer Stärke vorhanden ist.

Zu welchem Ergebnis bist du gekommen?

Der Verdauungsprozess beginnt bereits im Mund. Die α - Amylase baut vorhandene Stärke zu Malzzucker ab, allerdings wird der Verdauungsprozess im Mund noch nicht abgeschlossen, weshalb auch nach dem Kauen noch Stärke vorhanden ist.

Literaturverzeichnis

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

Elmadfa, I., & Leitzmann, C. (2015). *Ernährung des Menschen* (5., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

Klein, K., & Oettinger, U. (2004). Experimentelle Ernährungslehre: Versuche zur Ernährung ; Theorie und Praxis. Baltmannsweiler: Schneider Verl. Hohengehren.

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

Thieme via medici. Kohlenhydrate: Verdauung. Internet:

<https://viamedici.thieme.de/lernmodule/biochemie/kohlenhydrate+verdauung>, Stand: 7.1.2018

9.2 Experimente in Bezug auf Sensorik

Verkostung von Zucker

V= Vorbereitung



Ziele



Wissenswertes für
die Lehrperson

D= Durchführung



Anleitung



Protokoll

W= Wartezeit



Erläuterung



Lösung

	Zeit	Materialien	Sozialform
Verkostung von Monosacchariden	V= 5 min D= 15 min	Verkostungsprotokoll inklusive Hilfestellungen	Einzelarbeit
Verkostung von zuckerhaltigen Getränken	V= 5 min D= 20 min	Verkostungsprotokoll inklusive Hilfestellungen	Einzelarbeit



Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass beim Verkosten von Lebensmitteln die Eindrücke mehrerer Sinne eine Rolle spielen.
- Die Schülerinnen und Schüler können Sinneseindrücke wahrnehmen und diese mit verschiedensten Adjektiven beschreiben.
- Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass es Lebensmittel gibt, die ihnen schmecken und welche, die ihnen weniger schmecken.
- Die Schülerinnen und Schüler erleben, dass Geschmäcker verschieden sind und es unterschiedliche Meinungen und Wahrnehmungen der Sinneseindrücke gibt.



Sensorik

Allgemeines

Spricht man von „Sensorik“, so handelt es sich um wissenschaftliche Untersuchungen von Nahrungsmitteln, welche mit dem Einsatz menschlicher Sinnesorgane geprüft oder „gemessen“ werden (Jacob, Oehlenschläger, & Schneider-Häder, 2012). In der Umgangssprache wird häufig der Begriff „Verkostung“ dafür verwendet.

Die sensorischen Eigenschaften stellen ein sehr wichtiges Qualitätskriterium, insbesondere für Lebensmittel, dar. Damit ein Produkt für den Verbraucher ansprechend ist, sollte es mitunter gut riechen, schmecken und appetitlich aussehen (Derndorfer, 2012). Die Sensorik wird vor allem für Entwicklungs-, Produktions- und Überwachungsprozesse in der Lebensmittelbranche eingesetzt (Derndorfer, 2012).

Wir können Reize mit Hilfe unserer Sinnesorgane wie Augen, Ohren, Nase, Zunge und Haut aufnehmen, welche dann in elektrische Impulse umgewandelt und an unser Gehirn weitergeleitet werden. So können wir Gerüche, Geräusche, Geschmäcker, Temperaturen oder Berührungen wahrnehmen (Derndorfer, 2012).

Diese physiologischen Eindrücke werden von persönlichen Erfahrungen, Gefühlen sowie bereits Gelerntem begleitet. Beide Faktoren zusammen ergeben dann die menschliche Sinneswahrnehmung (Jacob et al., 2012).

Es ist möglich fünf Geschmacksarten, 10.000 Geruchsstoffe, 400.000 verschiedene Farben und eine Vielzahl an Struktureigenschaften mit unseren Sinnen zu registrieren und diese mit Hilfe unterschiedlicher Gehirnareale zu bewerten und zu interpretieren (Jacob et al., 2012).

Sinne

Sehsinn

Mehr als 80 % der Informationen, die in unser Gehirn gelangen, setzen sich aus visuellen Reizen zusammen, weshalb es eines der bedeutendsten sensorischen Systeme darstellt (Carla Barzanò & Michele Fossi, 2009). Das menschliche Auge besitzt ein Objektiv für die Entfernungseinstellung, eine Blende für die Regulierung des Lichtes und eine Netzhaut mit vielen Rezeptoren.

Diese Netzhaut ist mit Zapfen und Stäbchen ausgestattet, welche die Bilder aufnehmen, sie in elektrische Impulse umwandeln und an das Gehirn weiterleiten. Die Zäpfchen sind für die Farbe zuständig, die Stäbchen für das Licht (Derndorfer, 2012).

Der Sehsinn ist für sensorische Beurteilungen von großer Bedeutung. Eigenschaften wie Farbe, Form, Größe, Struktur sowie Trübheit oder Glanz können mit dem Auge wahrgenommen werden (Derndorfer, 2012). Des Weiteren lassen sich Kriterien wie Frische und Attraktivität damit bewerten. Besonders die Farbe eines Lebensmittels beeinflusst unsere Erwartung bezüglich des Geschmacks. Beispielsweise erwarten wir, dass grünes Obst oder Gemüse zu sauer oder unreif schmeckt (Carla Barzanò et al., 2009). Abgesehen von der Farbe spielen Form und Menge ebenso eine wesentliche Rolle. Unterschiedliche Verpackungsformen können die Inhalte des Produktes kleiner oder größer erscheinen lassen. In einer Studie wurde gezeigt, dass klein geschnittene Lebensmittel mengenmäßig überschätzt werden. Beispielsweise wurde bei ganzen und gewürfelten Karotten angenommen, dass die gewürfelten Karotten mehr Inhalt aufweisen, obwohl dies nicht der Fall war (Derndorfer, 2012).

Auch wenn die visuellen Reize beim Nahrungsverzehr eine große Rolle spielen, sollte man sich immer wieder daran erinnern, dass ein ansprechendes Erscheinungsbild eines Lebensmittels nicht immer gleich einer hohen Qualität entspricht (Carla Barzanò et al., 2009).

Geruchsin

Der Geruchsin ist jener Sinn, welcher sich am stärksten auf unsere Emotionen und unsere Stimmung auswirken kann, er spielt eine bedeutende Rolle in der Sensorik (Carla Barzanò et al., 2009). Es handelt sich dabei um einen chemischen Sinn, welcher ebenso auf chemische Signale reagiert. Besonders ist, dass zwischen Mundhöhle und den Nasenhöhlen eine direkte Verbindung besteht, weshalb Gerüche eines Lebensmittels nicht nur pronasal, sondern auch retronasal, also während des Verzehrs, wahrgenommen werden. Daher werden Gerüche oft fälschlicherweise als Geschmackswahrnehmungen aufgefasst (Derndorfer, 2012).

Studien zufolge beruhen sogar 90 % der Geschmackswahrnehmung auf den Rezeptoren der Nasenhöhle (Carla Barzanò et al., 2009).

Die Geruchsmoleküle steigen also ebenso von der Mundhöhle zur Riechschleimhaut auf und gelangen dort zu den Sinneszellen, welche die Signale an das Gehirn weiterleiten.

Als Mensch besitzt man etwa 900 verschiedene Gene für Riechrezeptoren, von denen annähernd 350 aktiv sind. Durch verschiedenste Kombinationen dieser Rezeptoren sind wir in der Lage, eine Vielzahl an unterschiedlichen Geruchseindrücken zu empfinden (Derndorfer, 2012). Die gleichzeitige Wahrnehmung von Geruch und Geschmack wird auch als „Aroma“ bezeichnet, welches man häufig heranzieht, um ein Produkt auf Qualität zu bewerten. Vor allem Lebensmittel wie Wein, Käse, Honig oder Öl beinhalten besondere Duftstoffe, die uns helfen, ihren Wert anzuerkennen. Allerdings werden heutzutage ebenso Lebensmittel durch (künstliche) Aromen „tolerierbar“ gemacht (Carla Barzanò et al., 2009).

Da beim gewöhnlichen Einatmen grundsätzlich nur durch ein Nasenloch geatmet wird und nur 2% der Atemluft bis zur Riechschleimhaut gelangt, wird für die sensorische Riechtechnik „Schnüffeln“ empfohlen. Dadurch gelangt der Luftstrom durch beide Nasenlöcher, welche kurzfristig aktiviert werden, und Gerüche können intensiver wahrgenommen werden. Es sollte des Weiteren immer beachtet werden, dass die Beurteilung sowie Wahrnehmung von Gerüchen von Person zu Person sehr stark variiert. Es gibt Menschen, die brauchen eine 100 mal höhere Konzentration einer Substanz (Derndorfer, 2012).

Geschmackssinn

Der Geschmackssinn ist im Gegenteil zum Geruchssinn ein sehr schwacher Sinn, da die Rezeptoren auf der Zunge eine nur sehr begrenzte Anzahl von Eigenschaften wiedergeben können. Für diese fünf Geschmacksarten wurden folgende sensorische Rezeptoren auf der Zunge identifiziert: süß, salzig, sauer, bitter, umami.

Daneben wurden in den vergangenen Jahren zwei weitere Rezeptoren für „Fett“ und „Calcium“ festgestellt, welche allerdings noch nicht offiziell anerkannt wurden (Carla Barzanò et al., 2009).

Der Geschmackssinn ist ebenso ein chemischer Sinn. Die Stoffe werden im Speichel gelöst und zu den Rezeptoren weitertransportiert, welche die Signale bis an das Gehirn weiterleiten (Majchrzak, 2017). Geschmackspräferenzen sind sowohl angeboren als auch erlernt. Süß, salzig, umami und Fett werden von den meisten Menschen von Geburt an akzeptiert, wohingegen bitter und sauer häufig mit etwas Giftigem assoziiert werden und deshalb vorerst abgelehnt werden.

Die Wahrnehmung von unterschiedlichen Geschmacksrichtungen ist von vielen Faktoren abhängig und kann von Person zu Person sehr stark variieren. Oft kommuniziert unser Organismus über die Sinne mit unserem Körper, um uns deutlich zu machen „was er gerade braucht“. Beispielsweise bevorzugt der Körper, wenn es draußen heiß ist, gerne Salziges, da unser Körper viel schwitzt und Natrium benötigt. Des Weiteren sei zu beachten, dass die Schwelle unserer Empfindlichkeit steigen kann, wenn sie überstrapaziert wird. Salzen oder süßen wir unsere Gerichte sehr stark, so tendieren unsere Rezeptoren daran zu erschöpfen, die Empfindlichkeit wird reduziert und wir müssen immer mehr salzen oder süßen (Carla Barzanò et al., 2009).

Hautsinn

Zum Hautsinn zählt man Tast-, Temperatur- und Schmerzsinne, für welche Hand und Mund als Tastorgane bei sensorischen Bewertungen herangezogen werden (Derndorfer, 2012). Anhand taktiler Empfindungen dieser beiden Tastorgane ist es uns möglich, die Textur, also Struktur und Konsistenz, eines Lebensmittels festzustellen (Carla Barzanò et al., 2009).

Wir können wahrnehmen, ob ein Produkt zart oder knackig, rund oder kantig, flüssig oder fest, heiß oder kalt ist (Jacob et al., 2012).

Gehörsinn

Mittels auditiver Eindrücke ist es uns möglich, weitere Eigenschaften im Bereich Textur und Konsistenz aufzunehmen. Auch wenn dem Gehörsinn in der Sensorik nicht dieselbe Bedeutung wie dem Geruchs- und Geschmackssinn zugesprochen wird, ist er ebenso ein Bestandteil der Qualitätsbeurteilung. Er gibt zum Beispiel einen Anhaltspunkt bezüglich der Frische eines Lebensmittels.

So bevorzugen wir vor allem Brot, Gebäck und Knabbereien, welche knuspern, knacken und krachen (Jacob et al., 2012).

Praxistipps für Verkostungen

Die Produktproben sollten so festgelegt werden, dass die Unterschiede gering und vergleichbar sind. Des Weiteren sollten sie in geruchs- und geschmackslosen Behältern mit neutralen Farben sowie gleicher Form und Größe bereitgestellt werden, um vorzeitige Bewertungen zu verhindern (Jacob et al., 2012).

Bei flüssigen Produkten empfiehlt es sich, diese in kleinen Schlucken zu sich zu nehmen und sie einige Sekunden im Mund zu behalten. Verkostet man feste Produkte, ist es schwer eine Empfehlung zu geben, da Kau- und Schluckverhalten sehr individuell sein können. Empfehlenswert ist es, Pausen zwischen den unterschiedlichen Proben einzulegen sowie Wasser oder Weißbrot zu verzehren, um den Geschmack zu neutralisieren. Will man den retronasalen Geruch abstellen, so empfiehlt es sich, die Nase zuzuhalten oder diese mit einer Klammer zu verschließen (Derndorfer, 2012).



Quelle: dreamstime

Verkostung unterschiedlicher Zucker

Bezeichnungen wie „Glucosesirup“, „fructosefrei“ oder „lactosefrei“ sind wohl jedem ein Begriff. Doch welche Zuckerart steckt tatsächlich hinter diesen Fachbegriffen? Verbinde die Zuckerarten mit ihrem umgangssprachlichen Namen!

GLUCOSE

FRUCTOSE

SACCHAROSE

LAKTOSE

MILCHZUCKER

HAUSHALTZUCKER

TRAUBENZUCKER

FRUCHTZUCKER

1. Bewerte und unterscheide die verschiedenen Zuckerarten anhand ihres Aussehens, der Textur und des Geschmacks.
2. Beurteile die Zucker nach ihrer Süße in einer Skala von 1 bis 10:
1 = nicht – wenig süß
10 = sehr süß
3. In welchen Lebensmitteln sind diese Zucker vorhanden? Finde mindestens zwei Beispiele.
4. Bewerte die Zuckerarten nach Schulnoten. Welcher Zucker schmeckt dir am besten? _____



Quelle: dreamstime

Verkostung unterschiedlicher Zucker

Zucker	Aussehen/ Textur	Geschmack	Süße	Enthalten in?	Note
Glucose					
Fructose					
Saccharose					
Laktose					

Hilfestellung zur Verkostung verschiedener Zuckerarten

Eigenschaften zur Beschreibung

Aussehen/ Textur:

- Farbe (weiß, farblos, verfärbt...)
- glänzend
- klar
- künstlich
- matt
- fein – grob

Geschmack:

- sehr gut – wenig gut
- süß
- karamellisiert
- fade
- fruchtig
- gärig
- harmonisch
- mild

Süße:

- nicht süß
- wenig süß
- süß
- sehr süß



Erläuterung

Materialien:

- ✓ 4 Zuckersorten (Glucose, Fructose, Saccharose, Lactose)
- ✓ 4 Löffel für die Ausgabe der Zuckersorten
- ✓ 1 Verkostungslöffel pro Schüler/in

Vorbereitung:

Die Zuckersorten werden in einheitlicher Reihenfolge (siehe Protokoll) bereitgestellt und so platziert, dass sie bei der Verkostung richtig zugeordnet werden können.

Durchführung:

Zum Stundeneinstieg eignet es sich, die Sinne, welche bei einer Verkostung beansprucht werden, zusammen mit den Schülerinnen und Schülern zu besprechen. Adjektive zum Beschreiben von Eindrücken können auf der Tafel gesammelt werden. Während der Verkostung können die Schülerinnen und Schüler auf unterschiedlichste Weise angeregt werden:

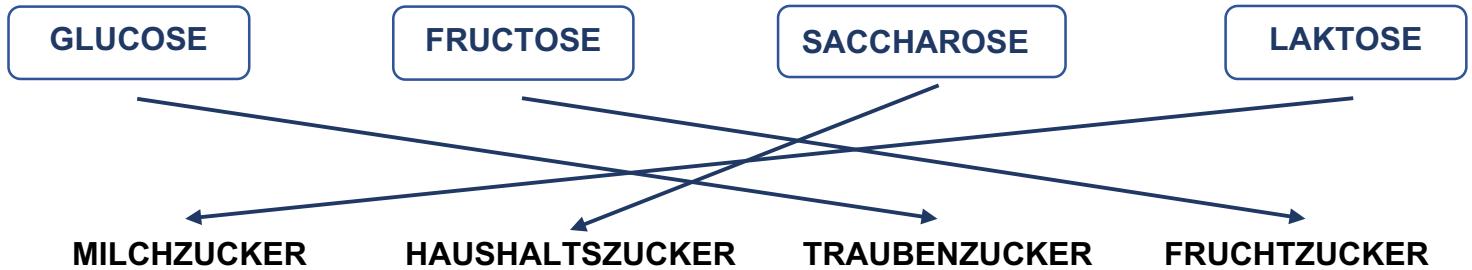
- Schließe deine Augen, vielleicht kannst du den Geschmack nun besser wahrnehmen.
- Verteile die Kostprobe auf unterschiedliche Flächen im Mund. Vielleicht gibt es Bereiche deiner Zunge, die den Geschmack besser aufnehmen können.
- Lass dich nicht von den Eindrücken deines Sitznachbarn beeinflussen.
- Schreibe deine Eindrücke direkt ins Protokoll, damit nichts davon vergessen wird.
- Nimm dir Zeit für die Verkostung.
- Versuche, die Kostproben zu genießen.

Am Ende einer jeden Verkostung ist es sinnvoll, Meinungen auszutauschen und eine Gruppendiskussion über die Ergebnisse im Plenum zu führen. Auch wenn die Eindrücke der Schülerinnen und Schüler sich stark unterscheiden können, so ist es wichtig, die Verkostung mit bedeutenden Schlüsselworten, welche den Sinn der Verkostung zusammenfassen, abzuschließen.



Lösung

Verbinde die Zuckerarten mit ihrem umgangssprachlichen Namen!



In welchen Lebensmitteln sind die Zucker vorhanden? Finde mindestens zwei Beispiele.

Zucker	Enthalten in?
Glucose	in reifen Früchten Apfel, Birne, Pfirsich, ... Honig
Fructose	vor allem in reifen Früchten Apfel, Pfirsich, Banane, Pflaumen, Weintrauben, ...
Saccharose	Rohrzucker Gemüsesorten Erbsen, Karotten, ... zusammen mit Glucose und Fructose in reifen Früchten
Laktose	Milch Joghurt Weichkäse

Verkostung zuckerhaltiger Getränke



Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler können ihre Sinneseindrücke bei der Verkostung von zuckerhaltigen Getränken beschreiben.
- Die Schülerinnen und Schüler können den Zuckergehalt unterschiedlicher Getränke miteinander vergleichen.
- Die Schülerinnen und Schüler können geeignete Durstlöscher aufzählen.



Wissenswertes für die Lehrperson

Ernährungsexperten sind sich darüber einig, dass Kinder und Jugendliche vor allem während der Schulzeit zu wenig trinken (gutdrauf, 2011). Die durchschnittliche Flüssigkeitszufuhr unterschreitet in etwa 20 % der Empfehlungen der Dach-Referenzwerte (schoolwater, 2002). Des Weiteren werden Getränke bevorzugt, welche nicht als Durstlöscher geeignet sind. Jedoch ist erwiesen, dass eine unzureichende Wasserzufuhr negative Auswirkungen haben kann (kinderumweltgesundheit, 2002). Unser Körper besteht bis zu 75 % aus Wasser und übernimmt eine Menge an wichtigen Körperfunktionen. Führt man zu wenig Flüssigkeit zu sich, können manche Aufgaben nicht mehr richtig bewältigt werden: Zunächst sinkt die Fließgeschwindigkeit des Blutes, sodass nicht nur die Sauerstoff- sowie Nährstoffversorgung eingeschränkt ist, sondern ebenso Giftstoff und Abbauprodukte nicht mehr optimal ausgeschieden werden können. In Folge entstehen Kreislaufprobleme, Kopfschmerzen sowie erhöhte Temperaturen im Körper. Müdigkeit, Schwindel sowie Stimmungsschwankungen können auftreten und bei sehr hohem Wasserdefizit kann es sogar zu Verwirrheitszuständen kommen (waterlogic, 2017). Geistige sowie körperliche Leistungsfähigkeit, Konzentration und Aufmerksamkeit haben vor allem im schulischen Alltag große Relevanz, weshalb das Trinken nicht nur an heißen Sommertagen großgeschrieben werden soll (kinderumweltgesundheit, 2002).

Ein Leben ohne Wasser wäre unmöglich. Unser Körper besteht zu einem Großteil aus Wasser, welches für alle biochemischen Reaktionen benötigt wird. Je nach Lebensalter macht dieser Anteil zwischen 45 bis 70 % der Gesamtkörpermasse aus.

Während ein Säugling aus etwa 70% Wasser besteht, ändert sich der Anteil im Körper eines Erwachsenen auf etwa 50-60% und sinkt im Seniorenalter auf weitere 50%-45% (Köhnke, 2011). Bekannt ist, dass ein Mensch ohne Wasser etwa nur eine Woche lang überleben kann. Viel weniger bekannt ist, wie sich eine milde Dehydration auf das Wohlbefinden, die Leistungsfähigkeit und auf die Gesundheit auswirken kann. Vor allem bei Kindern und Jugendlichen sollte die Wasserzufuhr besondere Beachtung erlangen, da ihr Wasserbedarf im Vergleich zu einem Erwachsenen deutlich erhöht ist. Laut der deutschen Gesellschaft für Ernährung sollten Jugendliche zwischen 40-60 ml Wasser pro kg Körpergewicht am Tag zu sich nehmen, während bei Erwachsenen eine Zufuhr von 30-35 ml/kg Körpergewicht gewährleistet werden soll (DGE: Wasser, 2018). Ihr Wasseranteil, bezogen auf die Gesamtkörpermasse, ist wesentlich höher und auch ihr Adaptionsvermögen einer zu geringen Flüssigkeitsaufnahme ist deutlich schlechter ausgeprägt, sodass sich Folgen schneller bemerkbar machen können (Heseker, 2002).

Da Schülerinnen und Schüler einen Großteil ihrer Zeit in der Schule verbringen, sollte das Trinken von den Lehrpersonen im Schulalltag unterstützt werden. Hierfür wurde ein Online-Leitfaden für LehrerInnen über „Trinken im Unterricht“ erstellt. Zahlreiche Informationen sowie Erfahrungsberichte können unter folgendem Link nachgelesen werden: www.trinken-im-unterricht.de. (zuletzt aufgerufen: 16.2.2018)



Anleitung



Quelle: bidab.nibis

Verkostung zuckerhaltiger Getränke

1. Bewerte Geruch, Geschmack, den Zucker- und den Kohlensäureanteil der Getränkeproben.
2. Welches Getränk steckt hinter der Probe? Notiere deine Vermutung.
3. Bewerte die Getränkeproben nach Schulnoten.



Protokoll

Probe	Geruch	Geschmack	Zucker- anteil	Kohlen- säure- anteil	Getränk	Note
1						
2						
3						
4						
5						

4. **Vergleichsprobe:** Erstelle eine Rangliste anhand der Süße des Getränkes von am wenigsten süß bis am meisten süß.



Probe
Getränk

Lösung

--	--	--	--	--

Hilfestellung zur Getränkeverkostung

Eigenschaften zur Beschreibung

Geruch:

- erfrischend
- frisch
- fruchtig
- gärig
- grasig
- harmonisch
- malzig
- medizinisch
- metallisch
- blumig
- aromatisch
- streng
- fade

Zuckeranteil:

- nicht süß
- wenig – sehr süß

Geschmack:

- aromatisch
- bitter
- fade
- frisch
- fruchtig
- gärig
- harmonisch
- metallisch
- muffig
- sauer
- süß
- würzig
- vollmundig



Erläuterung

Materialien:

- ✓ 5 Getränke, die verkostet werden
- ✓ 5 leere Plastikflaschen (1,5 l)
- ✓ Lebensmittelfarbe
- ✓ 2 kleine Becher pro Schüler/in (5 cl)

Verkostet werden folgende Getränke:

- Wasser
- Fruchtsaft (Apfel-, Orangen-, Multifruchtsaft)
- Fruchtsaft verdünnt mit Mineralwasser
- Limonade mit Süßungsmittel (zum Beispiel mit Aspartam)
- Kohlensäurehaltiges Getränk (Fanta, Sprite, Cola,)

Vorbereitung:

Die Getränke werden in leere Plastikflaschen ohne Etikett umgefüllt und mit einer Lebensmittelfarbe gefärbt, sodass alle Getränke die gleiche Farbe besitzen. Die Plastikflaschen werden mit Probe 1 bis Probe 5 beschriftet. Die Lehrperson notiert sich im Zuge dessen das Getränk hinter der beschrifteten Probe, um den Schülerinnen und Schüler im Anschluss die richtige Auflösung geben zu können.

Durchführung:

Jeder Schüler/ jede Schülerin erhält einen Verkostungsbecher und das Protokoll. Zunächst werden etwa 3 cl der 1. Probe verkostet und die gewünschten Sinneseindrücke notiert. Dann wird mit der 2. bis 5. Probe dieser Ablauf wiederholt. Im Anschluss wird anhand einer Vergleichsprobe die Süße der Getränke ermittelt. Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei eine Rangordnung der Proben von der geringsten Süße bis hin zu der höchsten Süße erstellen. Hierfür wird eventuell ein zweiter Verkostungsbecher für jede/jeden Schüler/in benötigt. Es eignet sich, immer zwei Proben miteinander zu vergleichen. Die Probe mit der höchsten Süße kann dann mit der nächsten verglichen werden und so weiter.

Im Anschluss wird bekannt gegeben, welche Getränke sich hinter den Proben verstecken. Die Schülerinnen und Schüler können dies in die 2. Spalte der Vergleichsprobe (Getränk) eintragen.

Am Ende der Verkostung sollten die Eindrücke der Schülerinnen und Schüler im Plenum besprochen und eventuell auf der Tafel niedergeschrieben werden. Zum Abschluss wird eine Auflösung über den Zuckergehalt sowie der richtigen Rangordnung gegeben. Die Schülerinnen und Schüler können dies in der Spalte „Lösung“ notieren und mit ihren eigenen Ergebnissen vergleichen.

Hinweis: Folgende Inhalte können im Zuge der Verkostung besprochen werden:

- Was sind die besten Durstlöscher für unseren Körper?
 - Wasser
 - Mineralwasser
 - ungesüßte Tees
 - gespritzte Fruchtsäfte
- Welcher Nachteil ergibt sich aus Getränken, die mit Süßstoff gesüßt sind?
 - Einerseits enthalten Süßstoffe einen geringeren Kaloriengehalt als Zucker, andererseits liefern so genannte „Light Getränke“ keine natürlichen Vitamine und Mineralstoffe, weshalb sie keine geeigneten Durstlöscher sind.
 - Des Weiteren darf die akzeptable Dosis eines Süßstoffes über den Tag nicht überschritten werden, da ein übermäßiger Konsum Verdauungsprobleme verursachen kann.
- Wieviel Zucker steckt in den unterschiedlichen Getränkeproben?
 - -> siehe Lösungen



Lösung

Zuckeranteil ausgewählter Getränke

Getränk	Zuckergehalt in g/ 250 ml	Anzahl der Zuckerwürfel (~) in 250 ml
Wasser	0	0
Fruchtsaft gespritzt		
• Orangensaft gespritzt	16	5
• Apfelsaft gespritzt	16,25	5
Fruchtsaft		
• Orangensaft	32	10
• Apfelsaft	32,5	11
Getränke mit Süßungsmittel		
• Coca Cola Zero	0	0
Kohlensäurehaltige Getränke		
• Coca Cola	26,5	9
• Sprite	14,5	5
• Fanta	22,5	7,5

(Quelle: sipcan, 2017)

Der Zuckeranteil weiterer Getränke kann unter folgendem Link nachgeschlagen werden:http://www.sipcan.at/uploads/2/8/1/4/28145439/getraenke_zucker_w2017.pdf
(zuletzt zugegriffen: 22.4.2018)

Literaturverzeichnis

Barzanò, C., Fossi, M. (2009). In what Sense: Eine kurze Anleitung zur sensorischen Bildung. Internet: http://www.terramadre.at/fileadmin/Dateien/Inchesenso_TED_Projekt.pdf , Stand: 5.1.2018

Daten.schule: Schlau trinken: Eine Hilfestellung für die Auswahl von Getränken.
Internet: http://daten.schule.at/dl/Getraenkeliste_zucker_1_.pdf, Stand: 18.2.2018

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

Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Wasser- Richtwerte für die Zufuhr von Wasser.
Internet: <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/wasser/>, Stand: 22.4.2018

Gutdrauf: Trinken im Unterricht: Ein Leitfaden für Lehrer. Internet:
https://www.gutdrauf.net/fileadmin/user_upload/Startseite/Materialien/Ki-undJugendernaehrung/2011-broschuere-trinken-im-unterricht.pdf, Stand: 17.2.2018

Köhnke, K. Der Wasserhaushalt und die ernährungsphysiologische Bedeutung von Wasser und Getränken. Bonn. Ernährungsumschau 2 /2011.

Heseker H, Weiß M: Trinken und Leistungsfähigkeit in der Schule. Paderborn (2002).
Internet: http://www.forum-trinkwasser.de/downloads/studien05_04.pdf, Stand: 17.2.2018

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

Kinderumweltgesundheit: Untersuchung zum Trinkverhalten von Schüler/innen und Student/innen. Internet:

http://www.kinderumweltgesundheit.de/index2/pdf/themen/Trinkwasser/Studienbericht_3.pdf, Stand: 17.2.2018

Majchrzak, D. (2017). Grundlagen der Lebensmittelsensorik [Vorlesungsunterlagen].

Schoolwater: Trinkverhalten der Schüler. Internet:

http://www.schoolwater.de/trinkverhalten_schueler.htm, Stand: 17.2.2018

Sipcan: Getränkeliste: Getränke nach Zuckergehalt sortiert. Internet:

http://www.sipcan.at/uploads/2/8/1/4/28145439/getraenke_zucker_w2017.pdf, Stand: 22.4.2018

Waterlogic: Was passiert wenn man zu wenig trinkt? Internet:

<https://www.waterlogic.at/infocenter/was-passiert-wenn-man-zu-wenig-trinkt/>, Stand: 25.3.2018

Verkostung von Kohlenhydraten

V= Vorbereitung



Ziele



**Wissenswertes für
die Lehrperson**

D= Durchführung



Anleitung



Protokoll

W= Wartezeit



Erläuterung



Lösung

	Zeit	Materialien	Sozialform
Gluten: Der Feind im Brot? Brotverkostung	D= 20 min V= 5 min D= 15 min	Infotext: Gluten: Der Feind im Brot? Arbeitsblatt Verkostungsprotokoll inklusive Hilfestellungen	Einzelarbeit
Handelsklassen und ihre Qualitätsfalle! Verkostung verschiedener Apfelsorten	D= 20 min V= 5 min D= 15 min	Infotext: Handelsklassen und ihre Qualitätsfalle! Arbeitsblatt Verkostungsprotokoll inklusive Hilfestellungen	Einzelarbeit
Saisonkalender Verkostung einheimischer Obst- und Gemüsesorten	D= 25 min V= 10 min D= 15 min	Saisonkalender Anleitung sowie Verkostungsprotokoll inklusive Hilfestellungen	Partnerarbeit

Brotverkostung und Gluten



Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler erlangen neue Erkenntnisse über das Thema „Gluten“ und können diesen Trend kritisch hinterfragen.
- Die Schülerinnen und Schüler können mögliche Gründe einer Glutenunverträglichkeit am Beispiel von Brot wiedergeben.
- Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Brot sehr unterschiedlich schmeckt und können ihre Sinneseindrücke beschreiben.
- Die Schülerinnen und Schüler erkennen im Zuge der Verkostung, Inhaltsstoffe der verschiedenen Brotsorten.



Wissenswertes für die Lehrperson

Bei Gluten handelt es sich um ein Getreideprotein, welches im Mehlkörper der Samen die Stärkekörner umgibt. Im Allgemeinen werden Getreideproteine, also Gerüsteiweißstoffe, in Skleroproteine und Sphäroproteine, welche in kugeliger Eiweißgestalt vorhanden sind, eingeteilt. Gluten und Gliadin werden als Gluteline zusammengefasst, welche zu den Sphäroproteinen zählen (Marko, 2016).

Diese Gluteline werden auch als Klebereiweiße bezeichnet, da sie besondere Eigenschaften besitzen. Sie sind wasserlöslich, elastisch, stabil und sind für die Backfähigkeit von Backwaren verantwortlich. Allerdings ist Gluten ebenso hauptverantwortlich für die Unverträglichkeit von Getreide und Brot. Hier wird zwischen folgenden Erkrankungen beziehungsweise Unverträglichkeiten unterschieden: Leidet man unter einem sogenannten „glutensensitiven Reizdarmsyndrom“, so klagen Betroffene über Bauchmerzen, Blähungen, Diarrhoe und Obstipation, wobei sich die Symptome bereits nach glutenreduzierter Kost verbessern. Nicht ganz 1 % der Bevölkerung sind von der seltenen Darmerkrankung Zöliakie betroffen.

Dabei muss ein Leben lang gänzlich auf Gluten in der Nahrung verzichtet werden, da es andernfalls zur Schädigung der Darmschleimhaut bis hin zur Atrophie von Darmzotten und somit zur Störung der Resorptionsfläche kommen kann. Betroffene weisen häufig Mangelerscheinungen wichtiger Mikro- und Makronährstoffe auf (Ledochowski, 2011).

Darüber hinaus reagieren in den letzten Jahren immer mehr Menschen empfindlich gegenüber glutenhaltigen Nahrungsmitteln.

Wissenschaftler haben im Jahr 2012 hierfür folgenden Begriff eingeführt: „Glutensensitivität“ (Freitag-Ziegler, 2014).

Weshalb die Zahl der Betroffenen einer Glutensensitivität steigt, ist noch nicht gänzlich geklärt. Es wird von folgenden Theorien gesprochen:

1. Die Züchtung von Weizensorten

Der Eiweißanteil im Brot spielt eine bedeutende Rolle. Durch ihn wird das Brot besser in Form gehalten und darüber hinaus wird für ein luftiges und angenehmes Kaugefühl gesorgt. Dementsprechend werden vor allem Getreidesorten mit höherem Proteinanteil im Korn und somit einem höheren Glutenanteil gezüchtet (Ledochowski, 2011).

2. Industrielles Brot anstatt traditionellem „slow baking“

Die Verfahren der heutigen Brotherstellung haben sich verändert. Anstatt Sauerteig und langen „Gehzeiten“ werden den Backwaren unterschiedlichste Backtriebmittel hinzugefügt, um die Herstellung zeitlich zu beschleunigen. Doch Wissenschaftler der deutschen Universität in Hohenheim haben Folgendes festgestellt: „Brot braucht Zeit“. Anhand von „slow baking“ werden die Teigwaren verträglicher gemacht. In einer langen Gehzeit können die für uns schwer verdaulichen Inhaltsstoffe wie beispielsweise die Phytinsäure sowie das Gluten vermehrt abgebaut und somit reduziert werden. Auch der Anteil der kurzen Kohlenhydratketten des Weizens, die sogenannten FODMAPs, auf welche viele Menschen empfindlich reagieren, kann durch längere Teigführungsprozesse minimiert werden (Ziegler et. al, 2016).

Auch wenn es immer mehr glutenfreie Produkte am Markt zu finden gibt, raten Experten davon ab, auf Brot zu verzichten. Vor allem Vollkornprodukte enthalten für den Menschen wichtige Vitamine sowie Ballaststoffe, auf welche man auf keinen Fall verzichten soll (Stern, 2017).

➔ Für nähere Informationen zu dem Thema Gluten siehe „Glutenfreie Ernährung“ S. 13.



Quelle: Stafflinger

INFOTEXT: Gluten: Der Feind im Brot?

Der Trend einer glutenfreien Ernährung steigt, viele Menschen verzichten vermehrt auf Brot und immer häufiger wird im Supermarkt nach glutenfreien Produkten gegriffen. Doch worum handelt es sich eigentlich bei Gluten? Ist eine glutenfreie Ernährung tatsächlich „gesünder“, wie es viele Medien und Social Media Plattformen prophezeien?



- ✓ Glutenfreie Produkte sind mittels einer durgestrichenen Ähre gekennzeichnet.
- ✓ Nahrungsmittelunverträglichkeiten treten auf, wenn der Körper gewisse Nahrungsmittelbestandteile nicht richtig verdauen kann. Sie äußern sich durch Symptome wie Übelkeit, Durchfall oder Blähungen!



Gluten

Gluten ist ein Protein, welches man auch Klebereiweiß nennt. Es befindet sich im Mehlkörper vieler Getreidekörner wie beispielsweise in der Gerste, im Weizen, Roggen, Grünkern und Dinkel. Gluten hat viele besondere Eigenschaften: Es ist elastisch, gleichzeitig stabil, bildet lange Stränge beim Kneten eines Teiges und ist für ein leichtes, luftiges Gebäck verantwortlich. Es ist für die Backfähigkeit aller Backwaren zuständig und bei der Herstellung leckerer Brote, Brötchen, Croissants und Mehlspeisen nicht wegzudenken.

Allerdings ist Gluten auch der Hauptauslöser von Unverträglichkeit gegenüber Brot und Backwaren. Etwa 1 % der Bevölkerung leiden unter Zöliakie, einer entzündlichen Darmerkrankung, bei welcher gänzlich auf glutenhaltige Nahrungsmittel verzichtet werden muss. Abgesehen davon, gibt es immer mehr Menschen, die auf Brotwaren empfindlich reagieren und über Bauchschmerzen und Blähungen klagen. Doch was könnten mögliche Gründe für die Zunahme der Unverträglichkeiten sein?

Zeit ist Geld!

Die Verfahren in der heutigen Brotherstellung haben sich verändert: Heutzutage werden Unmengen an Backwaren industriell, günstig und vor allem schnell gefertigt. Anstatt von Sauerteig werden Hefe sowie Backtriebmittel hinzugeführt, wodurch sich der Prozess der Teigverarbeitung verkürzt hat, denn Zeit ist Geld!

Doch Wissenschaftler haben herausgefunden, dass guter Teig sowie qualitativ hochwertiges Brot viel Zeit benötigt. Nur noch wenige Bäcker praktizieren sogenanntes „slow baking“ oder „langsames Backen“.

Kann der Teig mehrere Stunden oder über Nacht rasten, so verändert sich die Zusammensetzung des Teiges zum Positiven, denn Hefe und Sauerteig sind in der Lage, Inhaltsstoffe, welche sich negativ auf unseren Darm auswirken könnten, abzubauen. Deutsche Wissenschaftler haben herausgefunden, dass schnell industriell produziertes Brot mehr Gluten enthält, als jenes eines Bäckers, welcher Wert auf Qualität anstatt Ertrag legt.

Eine weitere Theorie für den Anstieg des Glutens im Brot könnte die Züchtung von Weizensorten sein. Der Eiweiß- sowie Glutenanteil wird dabei erhöht, da die Brote dann luftiger werden und sie so für ein angenehmeres Kaugefühl sorgen.

Auf Brot verzichten?

Bisherige Studien besagen, dass eine glutenfreie oder glutenreduzierte Kost für einen Gesunden keinen Nutzen bringt. Im Gegenteil könnte es sogar negativ sein, wenn man oft nach glutenfreien Lebensmitteln greift. Zum einen sind die Produkte häufig mit Butter oder anderen fetthaltigen Bestandteilen angereichert, damit sie ebenso einen guten Geschmack aufweisen. Zum anderen ist ihr Ballaststoffanteil sehr gering. Auch wichtige Mikronährstoffe wie Thiamin, Riboflavin und Niacin sind vor allem in glutenhaltigen Getreideprodukten vorhanden und sollten ausreichend zugeführt werden, um eine Unterversorgung vorzubeugen.



Bedenke: Auch wenn es immer mehr glutenfreie Lebensmittel im Supermarkt zu finden gibt, sollte man „Ernährungstrends“ wie diesen, stets kritisch hinterfragen!



Quelle: Stafflinger

ARBEITSBLATT: Gluten: Der Feind im Brot?

1. Lies den Infotext „Gluten: Der Feind im Brot?“ aufmerksam und markiere Wichtiges.
2. Versuche im Anschluss die folgenden Aussagen richtig miteinander zu verbinden.

Gluten	werden als Ersatz für glutenhaltige Getreidequellen herangezogen.
Dinkel, Weizen, Gerste, Roggen und Grünkern	häufig an einer Glutenunverträglichkeit.
Das Klebereiweiß Gluten	unter der entzündlichen Darmerkrankung Zöliakie und müssen ein Leben lang auf glutenhaltige Lebensmittel verzichten.
Reis, Kartoffeln, Hirse, Mais, Buchweizen sowie Amaranth und Quinoa	enthalten mehr Proteine und somit mehr Gluten, was sich negativ auf eine Unverträglichkeit auswirken kann.
Etwa 1 % der Bevölkerung leiden	ist ein Protein, welches sich im Mehlkörper vieler Getreidekörner befindet.
Gezüchtete Weizensorten	häufig mit Butter oder fetthaltigen Bestandteilen angereichert.
Glutenfreie Produkte sind	kann nicht empfohlen werden.
Menschen, die über Blähungen und Bauchschmerzen nach dem Konsum von Brot klagen, leiden	kann sich positiv auf ihre Zusammensetzung auswirken. Gluten sowie weitere schwer verdauliche Inhaltsstoffe werden bei längeren Teigverarbeitungsprozessen abgebaut.
„Slow Baking“ oder „langsames Backen“ von Teigwaren	hat besondere Eigenschaften und ist für die Backfähigkeit von Backwaren verantwortlich.
Menschen, die sich glutenfrei ernähren,	sind glutenhaltige Getreideprodukte.
Eine glutenfreie Diät ohne Beschwerden	weisen häufig eine schlechtere Versorgung mit Thiamin, Riboflavin und Niacin auf. Außerdem verzehren sie oft zu wenig Ballaststoffe.



Lösung

Gluten: Der Feind im Brot?

Gluten	werden als Ersatz für glutenhaltige Getreidequellen herangezogen.
Dinkel, Weizen, Gerste, Roggen und Grünkern	häufig an einer Glutenunverträglichkeit.
Das Klebereiweiß Gluten	unter der entzündlichen Darmerkrankung Zöliakie und müssen ein Leben lang auf glutenhaltige Lebensmittel verzichten.
Reis, Kartoffeln, Hirse, Mais, Buchweizen sowie Amaranth und Quinoa	enthalten mehr Proteine und somit mehr Gluten, was sich negativ auf eine Unverträglichkeit auswirken kann.
Etwa 1 % der Bevölkerung leiden	ist ein Protein, welches sich im Mehlkörper vieler Getreidekörner befindet.
Gezüchtete Weizensorten	häufig mit Butter oder fetthaltigen Bestandteilen angereichert.
Glutenfreie Produkte sind	kann nicht empfohlen werden.
Menschen, die über Blähungen und Bauchschmerzen nach dem Konsum von Brot klagen, leiden	kann sich positiv auf ihre Zusammensetzung auswirken. Gluten sowie weitere schwer verdauliche Inhaltsstoffe werden bei längeren Teigverarbeitungsprozessen abgebaut.
„Slow Baking“ oder „langsames Backen“ von Teigwaren	hat besondere Eigenschaften und ist für die Backfähigkeit von Backwaren verantwortlich.
Menschen, die sich glutenfrei ernähren,	sind glutenhaltige Getreideprodukte.
Eine glutenfreie Diät ohne Beschwerden	weisen häufig eine schlechtere Versorgung mit Thiamin, Riboflavin und Niacin auf. Außerdem verzehren sie oft zu wenig Ballaststoffe.



Anleitung

Verkostung von Brot



Quelle: Stafflinger

1. Bewerte Aussehen, Textur, Geruch und Geschmack der unterschiedlichen Brote und beurteile sie nach Schulnoten.
2. Welche Sorte könnte sich hinter der Kostprobe verbergen?



Protokoll

Brot	Aussehen/ Textur	Geruch	Geschmack	Sorte	Note
1					
2					
3					
4					
5					

Hilfestellung zur Brotverkostung

Eigenschaften zur Beschreibung

Aussehen:

- Farbe (hell, dunkel, ...)
- Form (gleichmäßig, ungleichmäßig, löchrig, rissig, trocken, ...)
- sehr ansprechend – nicht ansprechend
- Kruste: dünn - dick

Textur:

- fein – grob
- weich – hart
- knusprig
- kross
- frisch
- körnig
- feucht - trocken

Geruch:

- stark - schwach
- frisch
- alt
- streng
- aromatisch
- erfrischend

Geschmack:

- aromatisch
- fade
- mild
- frisch
- alt
- fruchtig
- säuerlich
- harmonisch
- rauchig
- würzig

Sorten:

- Weizenbrot
- Roggenbrot
- Vollkornbrot
- Dinkelbrot
- Mischbrot
- Toastbrot
- Weißbrot
- Knäckebrot
- usw.



Erläuterung

Gluten: Der Feind im Brot?

Bevor sich die Schülerinnen und Schüler mit dem Text sowie dem anschließenden Zuordnungsspiel auseinandersetzen, kann zu Beginn eine Diskussion im Plenum zu dem Thema „Brot und Gluten“ geführt werden. Folgende Fragen können dabei behandelt werden:

- Wie oft isst du Brot? / Weshalb isst du Brot?
- Kaufst du dein Brot im Supermarkt, beim Bäcker oder bäckst du selber?
- Was bedeutet für dich „gutes Brot“? Welche Kriterien muss es erfüllen?
- Greifst du hin und wieder zu glutenfreien Lebensmitteln im Supermarkt oder ernährst du dich gar glutenfrei?

Das Arbeitsblatt sollte im Anschluss im Plenum besprochen und richtiggestellt werden.

Brotverkostung

Materialien:

- ✓ 5 verschiedene Brotsorten
- ✓ eine Serviette pro Schüler/in

Für die Brotverkostung können verschiedene, beliebige Brotsorten herangezogen werden, welche von der Lehrperson mitgebracht werden. Eine weitere Möglichkeit ist, dass jeder Schüler/ jede Schülerin ein Brot mitbringt, dieses untereinander ausgetauscht wird und jeder fünf Brote verkostet. Im Anschluss empfiehlt es sich, eine kurze Auswertung im Plenum vorzunehmen. Dabei kann man Adjektive, mit welchen die Brote beschrieben werden, vergleichen sowie bestimmte Vorlieben zu den Brotsorten feststellen. Im Anschluss ist es möglich, auf die Inhaltsstoffe der Brote sowie auf ihren Vollkorn- und Ballaststoffanteil einzugehen.

Hinweis: Es ist empfehlenswert, zwischen dem Probieren der Brotsorten einen Schluck Wasser zu trinken, um den Geschmack zu neutralisieren.

Apfelverkostung / Handelsklassen und ihre Qualitätsfalle!



Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler können die Funktion von Handelsklassen erläutern.
- Die Schülerinnen und Schüler können die Auswirkung der Einteilung von Lebensmitteln in Handelsklassen bezogen auf die Lebensmittelverschwendung begründen.
- Die Schülerinnen und Schüler können sich mit den Kriterien der Handelsklassen kritisch auseinandersetzen und eine eigene Meinung darüber bilden.
- Die Schülerinnen und Schüler können persönliche Vorlieben einer bestimmten Obstsorte (Apfel) nennen.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, den Geschmack und das Aroma unterschiedlicher Äpfel zu beschreiben.



Wissenswertes für die Lehrperson

Weltweit landen etwa ein Drittel aller erzeugten Lebensmittel auf dem Müll, in Industrieländern sogar beinahe die Hälfte. Die Wertschätzung gegenüber Lebensmitteln ist gesunken. Noch genießbare Produkte werden bereits auf dem Acker aussortiert, wenn diese nicht der Norm entsprechen (Engler, Stengel, & Bommert, 2016). Dabei handelt sich in erster Linie um Obst und Gemüse (Foodwaste, 2014).

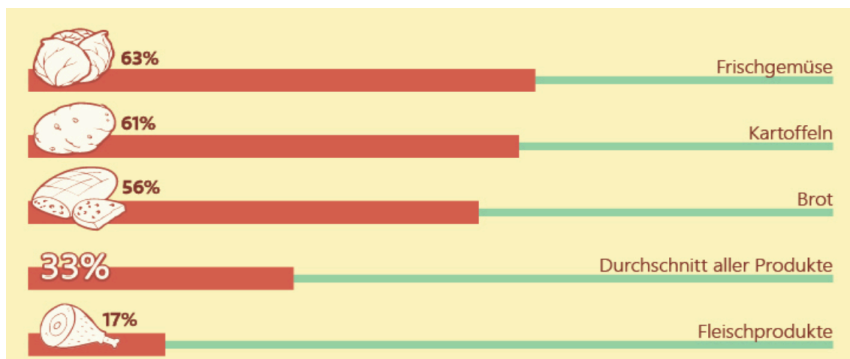


Abbildung 1: Welche Lebensmittel gehen am meisten verloren?
(Quelle: Foodwaste, 2014)

Eine Delle im Apfel, eine Beule in der Kartoffel oder ein welkes Salatblatt- schon wird die Ware aussortiert. Für eine bessere Marktübersicht wurden innerhalb der EU Vermarktungsnormen durch Handels- beziehungsweise Güteklassen eingeführt. Sie sollen dazu dienen, den Verbraucher vor „minderwertiger Ware“ zu schützen, doch die Kriterien richten sich nur nach äußerlichen Qualitätsmerkmalen. Bewertet werden vor allem die Größe, Form sowie das makellose Aussehen eines Produktes, aber nicht der Vitamingehalt, die Inhaltsstoffe oder eine schonende Erzeugung. Handelsklassen können den Verbraucher in die Irre führen, da vermutet wird, dass ein Apfel der Extraklasse besser schmeckt als ein Apfel der Klasse 2, obwohl dies in keiner Weise der Fall ist. Makelloses Aussehen kann sogar ein Hinweis auf großzügige Verwendung von Dünge- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sein. Bioware wird häufig der Klasse 2 zugeordnet (Ernährung und Verbraucherbildung, 2012).

Erschreckend ist, dass der größte Anteil der Müllverschwendung in privaten Haushalten entsteht. Dabei spielt das Mindesthaltbarkeitsdatum, welches den Zeitpunkt bis ein Lebensmittel noch genießbar ist, angibt, eine große Rolle. Viele Lebensmittel werden weggeworfen, obwohl diese noch genießbar wären. Häufig wird keine Einkaufsplanung geführt, sodass zu viele Lebensmittel gekauft sowie zu große Portionen angetragen werden. Des Weiteren kommt eine falsche Lagerung von Produkten hinzu (Foodwaste, 2014).

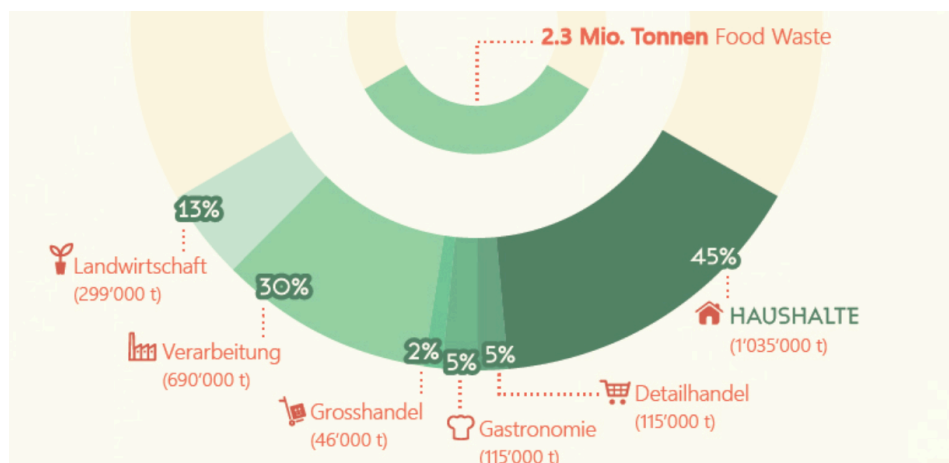


Abbildung 2: Wo entsteht Müll? (Quelle: Foodwaste, 2014)



INFOTEXT: Handelsklassen und ihre Qualitätsfalle!

Eine Beule im Apfel, eine Spalte in der Kartoffel oder ein welkes Salatblatt – schon wird die Ware aussortiert.

Heutzutage landet beinahe die Hälfte unserer Lebensmittel im Müll, ein Großteil davon noch bevor sie überhaupt in unsere Einkaufstasche gelangen: jeder zweite Salat, jede zweite Kartoffel und jedes fünfte Brot!

Insbesondere Obst und Gemüse werden häufig aussortiert, obwohl es noch genießbar wäre. Ist eine Kartoffel zu klein, zu dick oder weist sie kleine äußerliche Macken auf, würde man im Supermarkt nicht nach ihr greifen. Aus diesem Grund bleibt bereits die Hälfte der Kartoffelernte auf dem Acker liegen. Die Lebensmittelauswahl ist ohnehin groß und hat der Kunde die Wahl, so werden jene Produkte bevorzugt, welche perfekt aussehen. Doch hat dies tatsächlich etwas mit der Qualität eines Lebensmittels zu tun? Bedeutet dies, dass der Apfel, welcher am besten aussieht, auch am besten schmeckt oder die optimale Zusammensetzung der Nährstoffe aufweist? Um den Handel von Obst und Gemüse übersichtlicher zu gestalten, wurden Handelsbeziehungsweise Güteklassen eingeführt. Der Gedanke dahinter ist, die Verbraucher vor „minderwertiger“ Ware zu schützen. Doch wonach richten sich diese Handelsklassen? Bewertet werden Eigenschaften wie Größe, Form, Farbe und makelloses Aussehen, nicht aber der Vitamingehalt oder bedeutende Inhaltsstoffe. Die Güteklassen dienen also lediglich dem Handel, um beispielsweise gleich aussehendes Gemüse einfacher verpacken oder transportieren zu können. Kunden und Kundinnen führt dies in die Irre. Es wird angenommen, dass die Produkte der Klasse 1 besser sind als die der Klasse 2. Dabei schmeckt ein Apfel der Klasse 1 keinesfalls besser als der einer niedrigeren Klasse. Ebenso besitzt er auch nicht mehr Vitamine oder Mineralstoffe, denn dies ist vor allem auf Anbaubedingungen oder auf die Sorte zurückzuführen. Sind Früchte äußerlich makellos, so kann dies sogar ein Hinweis auf Rückstände von Dünge- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sein.

Handelsklassen von Obst und Gemüse

Klasse Extra	Obst und Gemüse von höchster Qualität
Klasse 1	Obst und Gemüse von guter Qualität
Klasse 2	Obst und Gemüse von mittlerer Qualität

(Quelle: Ernährung und Verbraucherbildung, 2012, Foodwaste, 2014)



ARBEITSBLATT: Handelsklassen und ihre Qualitätsfalle!

ARBEITSAUFTRAG

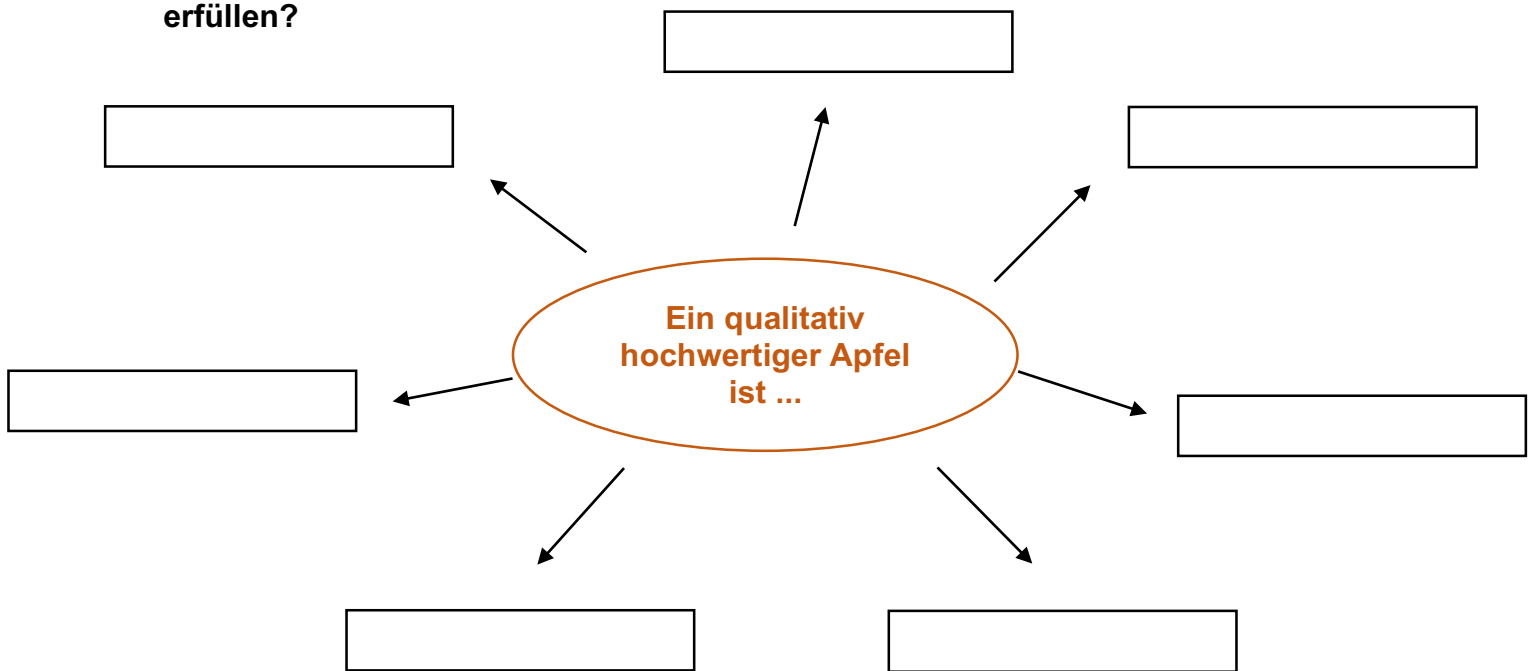
Lies den Infotext „Handelsklassen und ihre Qualitätsfalle“ aufmerksam, unterstreiche Wichtiges und beantworte im Anschluss die nachfolgenden Fragen!

1. Warum landet eine Menge an Lebensmitteln bereits auf dem Weg vom Acker bis zum Supermarkt im Müll?

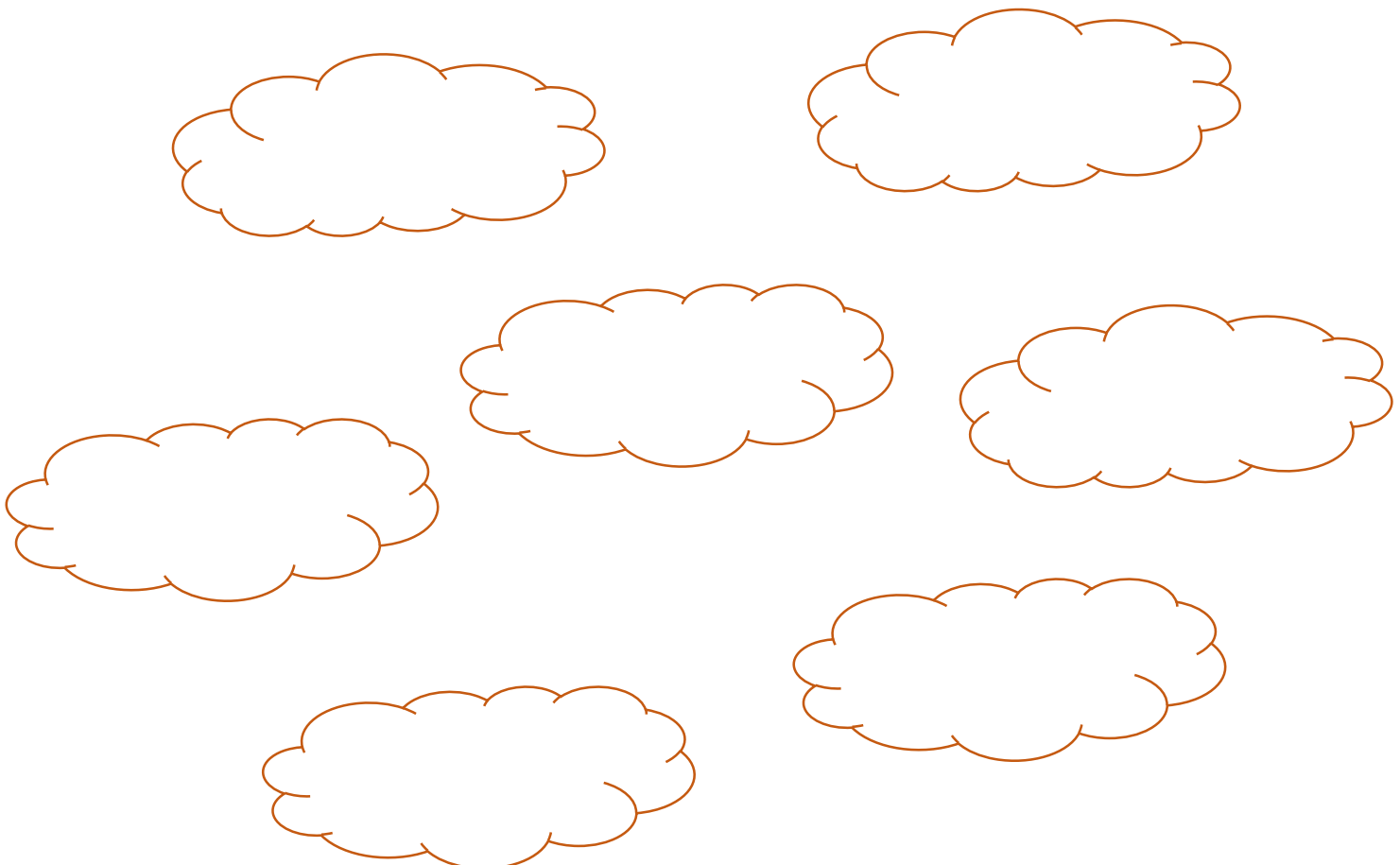
2. Was sind Handelsklassen und warum führen sie den Verbraucher in die Irre?

3. Ist ein Apfel der Handelsklasse 2 „schlechter“ als einer der Extraklasse? Begründe!

4. Vermerke deine persönlichen Kriterien: Was muss ein guter Apfel für dich erfüllen?



5. 45 % der Lebensmittel im Müll entstehen in privaten Haushalten! Was kannst du dagegen tun, um keinen Lebensmittel Müll zu verursachen? Schreibe deine Ideen in die dafür vorgesehenen Wolken!





Lösung

Handelsklassen und ihre Qualitätsfalle!

1. Warum landet eine Menge an Lebensmitteln bereits auf dem Weg vom Acker bis zum Supermarkt im Müll?

Oft entsprechen die Lebensmittel nicht der Norm, weshalb sie bereits am Acker aussortiert werden. Häufig handelt es sich dabei um Obst und Gemüse. Aufgrund eines Risses oder einer Beule werden die Produkte im Vorfeld weggeschmissen, obwohl sie noch genießbar wären.

2. Was sind Handelsklassen und weshalb führen sie den Verbraucher in die Irre?

Handelsklassen kategorisieren Lebensmittel mit Hilfe festgesetzter Normen. Für Obst und Gemüse sind vor allem Äußerlichkeiten wie Farbe und Form Kriterien. Es führt den Verbraucher in die Irre, da die Handelsklassen keine Auskunft über die tatsächliche Qualität des Lebensmittels geben. Der Vitamingehalt sowie die Inhaltsstoffe bleiben unberücksichtigt.

3. Ist ein Apfel der Handelsklasse 2 „schlechter“ als einer der Extraklasse? Begründe!

Ein Apfel der Extraklasse sieht lediglich besser aus als einer der Klasse 2. Handelsklassen geben keine Auskunft über den Vitamingehalt oder die Inhaltsstoffe, weshalb ein Apfel der Klasse 2 keinesfalls „schlechter“ ist und ein Apfel der Extraklasse auch nicht besser schmeckt.

4. Vermerke deine persönlichen Kriterien, welche ein guter Apfel erfüllen muss!

Ein qualitativ hochwertiger Apfel ist ...

Mögliche Antworten:

- ungespritzt
- fest und groß
- rot/ grün/...
- dellenfrei
- lecker
- eine bestimmte Sorte
- ...

5. 45 % der Lebensmittel im Müll entstehen in privaten Haushalten! Was kannst du dagegen tun, um keinen Lebensmittelmüll zu verursachen? Schreibe deine Ideen in die dafür vorgesehenen Wolken!

Einkaufsliste
führen!

Keine zu großen
Portionen
anrichten!

Richtige
Lagerung!

Den eigenen Sinnen
anstatt dem
Mindesthaltbarkeitsdatum
vertrauen!

Essbare
Nebenprodukte
verwerten!

Einkaufen, wenn
der Kühlschrank
leer ist!

Selber kochen und
somit Lebensmittelreste
verwerten!



Quelle: servingkidshope



Anleitung

Verkostung verschiedener Apfelsorten

1. Bewerte Aussehen, Textur und das Zucker-/ Säureverhältnis der unterschiedlichen Apfelsorten und beurteile sie nach Schulnoten.
2. Welche Sorte könnte hinter der Kostprobe stecken?



Protokoll

3. Ordne dem Apfel eine mögliche Handelsklasse zu.

Apfel	Aussehen/ Textur	Zucker-/ Säureverhältnis	Note	Sorte	Handels- klasse
1					
2					
3					
4					

Hilfestellung zur Apfelverkostung

Eigenschaften zur Beschreibung

Aussehen:

- Farbe (grünlich, gelb, rot, ...)
- matt
- glänzend
- sehr ansprechend – nicht ansprechend
- Schalendicke: dünn - dick

Textur:

- fein – grob
- mehlig
- schwammig
- mürbe
- knackig

Zucker-/ Säureverhältnis:

- sehr sauer
- sauer
- ausgeglichen
- süß
- sehr süß



Erläuterung

Handelsklassen und ihre Qualitätsfalle!

Zu Beginn der Einheit empfiehlt es sich, folgende Fragestellung an die Schülerinnen und Schüler zu richten:

- „Warum landen so viele Lebensmittel bereits am Weg vom Acker bis in den Supermarkt im Müll?“

Im Zuge einer Diskussion können Fragen entstehen, welche im Anschluss durch die Bearbeitung des Textes und des Arbeitsblattes beantwortet werden.

Zum Abschluss sollte das Arbeitsblatt im Plenum verglichen werden.

Verkostung verschiedener Apfelsorten

Materialien:

- ✓ 4 unterschiedliche Apfelsorten
- ✓ 1 Pappteller pro Schüler/in

Für die Apfelverkostung können vier beliebige Apfelsorten herangezogen werden, welche von der Lehrperson mitgebracht werden. Es ist darauf zu achten, dass die Früchte in genussreifem Zustand zur Verfügung stehen. Die Zuteilung der Handelsklasse kann zu Beginn erfolgen, noch bevor der Apfel aufgeschnitten wird. Bevor die Äpfel verkostet werden, können die Schülerinnen und Schüler gefragt werden, welcher Apfel für sie optisch am ansprechendsten ist. Hat man die Nummern der Apfelproben bereits festgelegt, können die Schülerinnen und Schüler diesen einkreisen und später mit ihren Geschmacksbewertungen vergleichen.

Hinweis: Es ist empfehlenswert, zwischen den Kostproben einen Schluck Wasser zu trinken, um den Geschmack zu neutralisieren.

Saisonkalender / Verkostung heimischer Obst- und Gemüsesorten



Ziele

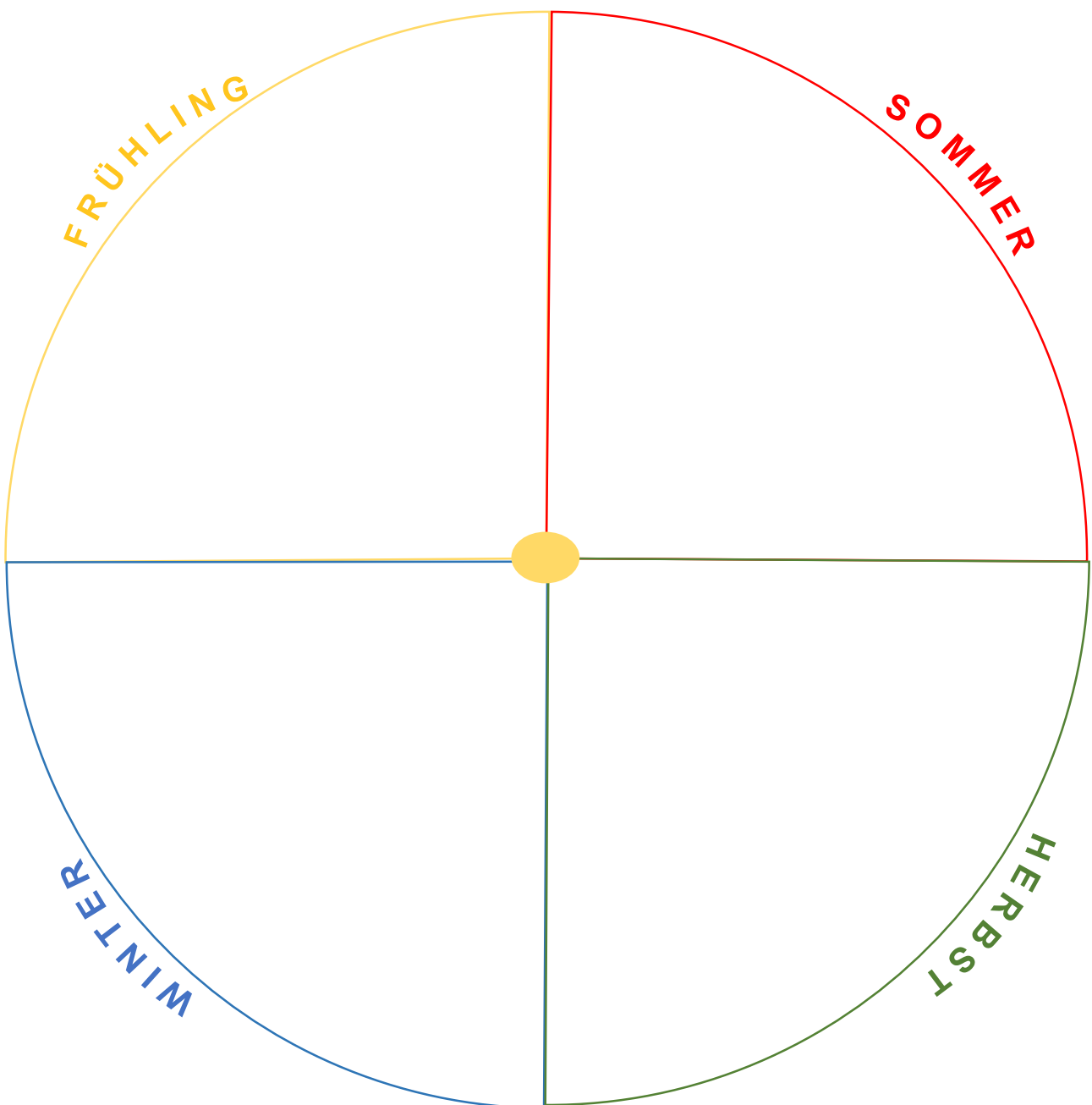
- Die Schülerinnen und Schüler kennen die saisonale Verfügbarkeit ausgewählter Obst- und Gemüsesorten.
- Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass es Obst- und Gemüsearten gibt, die ihnen schmecken und welche, die sie weniger gerne mögen.
- Die Schülerinnen und Schüler können Aussehen und Textur verschiedener Obst- und Gemüsesorten beschreiben.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, den Geschmack und das Aroma unterschiedlicher Obst- und Gemüsesorten zu vergleichen und können Schlüsse auf die saisonale Verfügbarkeit ziehen.



Quelle: barfers

SAISONKALENDER: Obst und Gemüse

1. Schneide die Obst- und Gemüsesorten aus und ordne sie den entsprechenden Jahreszeiten zu.
2. Vergleiche dein Ergebnis im Klassenplenum, bevor du mit dem Festkleben der Bilder beginnst.



 Himbeere	 Zucchini	 Marille	 Brokkoli
 Erdbeere	 Kirsche	 Karotte	 Kopfsalat
 Pastinake	 Kürbis	 Weintraube	 Pastinake
 Erbsen	 Kohlrabi	 Gurke	 Paprika
 Radieschen	 Spinat	 Vogelsalat	 Spargel
 Rotkraut	 Birne	 Tomate	 Kohlsprossen
 Zwetschge	 Kohl	 Apfel	 Chinakohl
 Kartoffel			



Quelle: barfers

Verkostung einheimischer Obst- und Gemüsesorten

1. Notiere die aktuelle Jahreszeit rechts oben auf dem Protokoll.
2. Schreibe den Namen des Obstes oder des Gemüses in die linke Spalte, bevor du mit der Verkostung beginnst, damit du deine Bewertungen nicht vertauschst.
3. Bewerte Aussehen/ Struktur, den Geschmack sowie das Zucker-/ Säureverhältnis der Kostproben.
4. Notiere für das jeweilige Obst oder Gemüse saisonale Verfügbarkeit anhand der Jahreszeiten. Du kannst dafür deinen Saisonkalender heranziehen.
5. Bewerte die Kostproben anhand von Schulnoten.



Quelle: barfers

Verkostung einheimischer Obst- und Gemüsesorten

SAISON: _____

Obst / Gemüse	Aussehen / Textur	Geschmack	Zucker-/ Säureverhältnis	Saison	Note

Hilfestellung zur Verkostung heimischer Obst- und Gemüsesorten

Eigenschaften zur Beschreibung

Aussehen:

- Farbe (grünlich, gelb, rot, ...)
- matt
- glänzend
- sehr ansprechend – nicht ansprechend
- Schalendicke: dünn - dick

Textur:

- fein – grob
- mehlig
- schwammig
- mürbe
- knackig
- brüchig
- faserig
- holzig
- saftig
- speckig
- wässrig
- weich

Geschmack:

- süß
- sauer
- bitter
- erdig
- fade
- faulig
- frisch
- fruchtig
- gärig
- harmonisch
- mild

Zucker-/ Säureverhältnis:

- sehr sauer
- sauer
- ausgeglichen
- süß
- sehr süß



Erläuterung

Saisonkalender

Die Schülerinnen und Schüler erstellen in Partnerarbeit den Saisonkalender. Bevor das Obst und Gemüse festgeklebt wird, sollten die Ergebnisse auf Richtigkeit im Plenum besprochen werden. Im Anschluss können die Schülerinnen und Schüler für mögliche Verwendungen des Saisonkalenders im Alltag durch die Lehrperson angeregt werden.

Tipp: Der Saisonkalender eignet sich besonders gut in Verbindung mit den Themen „Nachhaltigkeit“ sowie „Transportwege von Nahrungsmitteln“.

Verkostung verschiedener Obst und Gemüsesorten

Materialien:

- ✓ 7 unterschiedliche Obst- und Gemüsearten
- ✓ 1 Pappteller pro Schüler/in

Das zu verkostende Obst und Gemüse kann entweder von der Lehrperson oder von den Schülerinnen und Schüler mitgebracht werden, welche diese untereinander austauschen. Es ist darauf zu achten, dass die Kostproben in genussreifem Zustand zur Verfügung stehen. Die saisonale Verfügbarkeit der Obst- und Gemüsesorten kann entweder vor oder nach der Verkostung niedergeschrieben werden.

Die Ergebnisse sollten im Klassenplenum besprochen sowie verglichen werden.

Tipp:

- Verwendet man ebenso nicht saisonales Obst oder Gemüse für die Verkostung, können die Schülerinnen und Schüler eventuell Schlüsse auf die Qualität und den Geschmack ziehen.

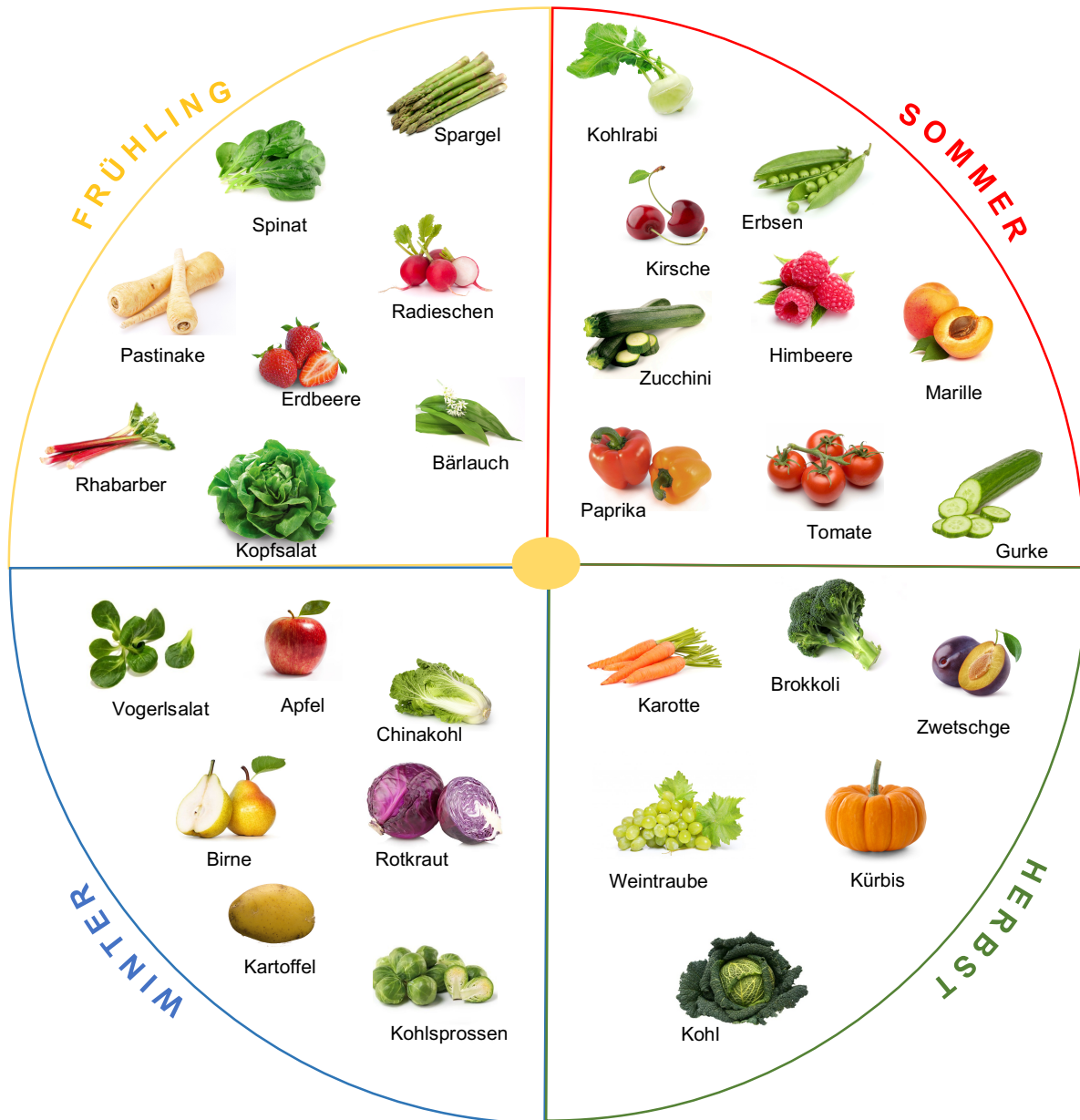
- Für die Oberstufe ist es empfehlenswert, Vitamine, Mineralstoffe sowie sekundäre Pflanzenstoffe und deren Wirkungen mit den Schülerinnen und Schülern zu besprechen. Hierfür würde sich beispielsweise ein „Laufdictat“ gut eignen.

Hinweis: Es ist empfehlenswert, zwischen den Kostproben einen Schluck Wasser zu trinken, um den Geschmack zu neutralisieren.



Lösung

Saisonkalender



Inhaltsverzeichnis

Engler, S., Stengel, O., & Bommert, W. (Eds.). (2016). Regional, Innovativ und Gesund: Nachhaltige Ernährung als Teil der Großen Transformation. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co.

Ernährung und Verbraucherbildung: Handelsklassen und Vermarktungsformen. Internet: http://www.evb-online.de/schule_materialien_wertschaetzung_b14.php, Stand: 8.2.2018

Foodwaste. Internet: <http://foodwaste.ch/was-ist-food-waste>, Stand: 8.2.2018

Freitag-Ziegler, G. (2014). „Frei von“ erobert die Regale. Ernährung im Focus. Internet: https://www.bzfe.de/_data/fi-les/eif_2014_07-08_frei_von_lebensmittel.pdf, Stand: 5.12.2018

Ledochowski, M. (2011). Wenn Brot & Getreide krank machen: Gluten-Intoleranz, Zöliakie - oder was sonst? (1. Aufl). Stuttgart: Trias.

Marko, D. (2016). Lebensmittelchemie: Getreideproteine [Vorlesungsunterlagen].

Stern: Ist Brot gefährlich? Die Wahrheit über Brot und Gluten. Internet: <https://www.stern.de/gesundheit/ernaehrung/gluten-und-weizenmehl--ist-brot-gefaehrlich--7664762.html>, Stand: 12.2.2018

Ziegler J., Steiner D., Longin, F., Würschum, T., Schweiggert, R., Carle, R. (2016). Wheat and the irritable bowel syndrom- FODMAP levels of modern and ancient species and their retention during bread making. Journal of Functional Food, Volume 25, August 2016, S.257-266.

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: WELCHE LEBENSMITTEL GEHEN AM MEISTEN VERLOREN?

(FOODWASTE, 2014)S. 12

ABBILDUNG 2: WO ENTSTEHT MÜLL? (FOODWASTE, 2014)S. 13

9.3 Experimente in Bezug auf Lebensmitteltechnologie

Herstellung von Lebensmitteln

V= Vorbereitung



Ziele



Wissenswertes für
die Lehrperson

D= Durchführung



Anleitung



Protokoll

W= Wartezeit



Erläuterung



Lösung

	Zeit	Materialien	Sozialform
Karamellisieren von Zucker	V= 5 min D= 15 min	Anleitung (Rezept) Protokoll Versuchsmaterialien	Gruppenarbeit
Herstellung von Kunsthonig	V= 5 min D= 10 min W= 60 min	Anleitung (Rezept) Protokoll Versuchsmaterialien	Gruppenarbeit
Quellvermögen von Stärke – Pudding selbst gemacht!	V= 5 min D= 40 min	Anleitung (Rezept) Protokoll Versuchsmaterialien	Gruppenarbeit



Ziele

- Die Schülerinnen und Schüler kennen die Eigenschaften von Mono,- Di- und Polysacchariden.

- Die Schülerinnen und Schüler können mit Hilfe geeigneter Rezepte Nahrungsmittel selbstständig herstellen.
- Die Schülerinnen und Schüler können Anwendungen lebensmitteltechnologischer Verfahren nachvollziehen.
- Die Schülerinnen und Schüler können Beispiele für den Einsatz von Saccharose und Stärke in der Lebensmitteltechnologie aufzählen.



Wissenswertes für die Lehrperson

Saccharose

Die Saccharose, auch Rohr-, Rüben- oder Haushaltszucker, ist ein Disaccharid bestehend aus Glucose und Fructose. Mit einem Verbrauch von mehr als 100 Gramm am Tag handelt es sich hierbei um den am meist verzehrten Zucker. Durch den erhöhten Konsum von Erfrischungsgetränken und Süßwaren nehmen wir heute in etwa dreimal so viel Haushaltszucker wie vor 50 Jahren zu uns. Allerdings kann ein hoher Konsum von Zucker nicht empfohlen werden, weil dadurch die Nährstoffdichte sinkt und Zucker selbst keine essentiellen Nährstoffe enthält (Elmadfa & Meyer, 2015).

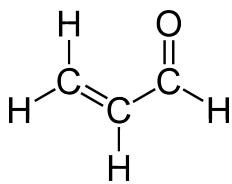
Auch in der Küche ist Saccharose der am häufigsten verwendete Zucker. Er wird aus Zuckerrüben und Zuckerrohr gewonnen und ist als Kristall-, Würfel-, Staub- oder Kandiszucker erhältlich (Mareich, 2007).

Karamellisieren von Zucker

Karamell entsteht durch starkes und trockenes Erhitzen von geschmolzenem Zucker. Je nach Temperatur verfärbt es sich goldgelb bis dunkelbraun und entwickelt ein typisches, herbes Röstaroma. Zur traditionellen Herstellung verwendet man Saccharose, welche unter ständigem Rühren in einer Pfanne erhitzt wird. Bei Temperaturen von 135°C beginnt der Zucker zu schmelzen, ab 150°C verändern sich die Farbe sowie der Geschmack und der Prozess des Karamellisierens beginnt. Erhitzt man den Zucker weiter auf 180 - 200°C, entsteht goldbraunes Karamell mit starkem Bruch (chemie-schule, 2012).

Saccharose besteht zu einem Teil aus Glucose und zum anderen Teil aus Fructose. Wird diese stark erhitzt, so werden die Zuckermoleküle zersetzt und beginnen

ineinanderzulaufen. Mit der Zeit entstehen eine Reihe von Zersetzungsprodukten, welche größtenteils als Gase vorliegen und aufsteigen. Einer dieser Stoffe ist Wasser, welches bei über 100 °C zunächst Blasen bildet und sich dann verflüchtigt. Allerdings sind einige Stoffe vom Aufsteigen gehindert, da der geschmolzene Zucker eine zähe Konsistenz bildet. Diese zurückgebliebenen Stoffe verbleiben letztendlich im Karamell und sind für die goldgelbe Farbe und das entstehende Aroma verantwortlich. Einer der hauptbeteiligten Stoffe ist Acrolein (Klein & Oettinger, 2004).



Strukturformel Acrolein

Karamell wird vor allem für die Herstellung von Süßwaren wie Bonbons, gebrannten Mandeln, Crème brûlée oder karamellisiertem Gebäck herangezogen. Des Weiteren wird es als Farbstoff für Saucen und Suppen eingesetzt. Hierfür sind allerdings andere Verfahren als das einfache Erhitzen von Saccharose notwendig (chemie-schule, 2012).



Quelle: dreamstime

Karamellisieren von Zucker

Zutaten:	30 g Haushaltszucker
Materialien:	Pfanne (beschichtet, wenn möglich hell) Kochlöffel 2 Teller Öl
Vorbereitung:	1. Gib etwas Öl auf beide Teller, damit das Karamell im Anschluss nicht kleben bleibt.
Durchführung:	2. Erhitze den Haushaltszucker in der Pfanne unter ständigem Rühren bei niedriger bis mittlerer Temperatur, bis eine gleichmäßige Bräunung entsteht. 3. Gib etwa die Hälfte davon auf einen der geölten Teller. 4. Erhitze die andere Hälfte so lange, bis sie dunkelbraun ist und gib diese im Anschluss auf den zweiten geölten Teller. 5. Notiere deine Ergebnisse im Protokoll.



Hinweis: Falls du keine beschichtete Pfanne verwendest, öle auch diese zu Beginn mit ausreichend Fett ein!



Karamell wird für die Herstellung von Bonbons und Süßigkeiten verwendet. Der dunkelbraun geröstete Zucker wird in Wasser gelöst und wird ebenso als Farbstoff eingesetzt!



Karamellisieren von Zucker

Zeitpunkt	Farbe	Konsistenz	Karamell- geruch?	Erklärung!
zu Beginn der Hitzeinwirkung				
während der Hitzeinwirkung				
am Ende der Hitzeinwirkung				
nach zu langer Hitzeinwirkung				



Erläuterung

Das Karamellisieren von Zucker ist ein einfacher und dennoch faszinierender Versuch. Er benötigt wenig Zeit und es sind keine Chemikalien oder Laborutensilien dafür notwendig, weshalb sich dieses Experiment auch mit jüngeren Schülerinnen und Schülern durchführen lässt. Je nach Ausstattung, Raum sowie Anzahl der Schülerinnen und Schüler kann dieser Versuch als Demonstration oder in einer Kleingruppe durchgeführt werden.

Zu Beginn können im Plenum Adjektive, welche den Schülerinnen und Schülern beim Beschreiben ihrer Beobachtung helfen, an der Tafel niedergeschrieben werden.

Farbe:	weiß, hellgelb, golden, hellbraun, mittelbraun, dunkelbraun, rötlich
Konsistenz:	zähflüssig, dickflüssig, fest, klumpig, breiig, kristallin
Geruch:	leicht, karamellartig, bitter, verbrannte Note

Nach dem Versuch werden die Beobachtungen im Klassenplenum ausgetauscht und besprochen. Zusammen werden letztendlich Erklärungen der einzelnen Schritte formuliert.



Lösung

Zeitpunkt	Farbe	Konsistenz	Karamell- geruch?	Erklärung!
zu Beginn der Hitzeeinwirkung	weiß - hellgelb	unten flüssig, oben kristallin	nein	Bei trockener Erhitzung beginnt der Zucker zwischen 100 – 135°C zu schmelzen.
während der Hitzeeinwirkung	goldgelb - hellbraun	kristallin und fest	leicht karamell- artig	Ab 135 °C beginnt das Wasser im Zucker zu verdunsten. Der Zucker wird flüssig, leicht braun und die Zuckerkristalle kleben durch das noch vorhandene Wasser aneinander.
am Ende der Hitzeeinwirkung	bräunlich	zähflüssig	typisch karamell- artig	Ab 150 °C verändert sich die Struktur des Zuckers. Es ist kein Wasser mehr vorhanden. Der Zucker wird braun und zu geschmeidigem Karamell. ✓ gewünschte Wirkung der Karamellisierung von Lebensmittel in diesem Schritt erreicht
nach zu langer Hitzeeinwirkung	dunkelbraun	dickflüssig	bitter, verbrannte Note	Bei Temperaturen ab 180°C verbrennt der Zucker. Es ist kein Wasser mehr vorhanden. x unerwünschte Wirkung beim Karamellisieren von Lebensmitteln, krebserregende Stoffe können entstehen

Herstellung von Kunsthonig



Wissenswertes für die Lehrperson

Kunsthonig kann auf sehr einfache Weise aus normalem Haushaltszucker hergestellt werden. Die Monomere α -D Glucose und β -D Fructose der Saccharose sind mit einer glykosidischen Bindung miteinander verknüpft. Durch die Wirkung einer Säure, wie beispielsweise der Ameisensäure, kann mit Hilfe des Enzyms Invertase die glykosidische Bindung beider Zuckermonomere gespalten werden (chids, 2010). Bei echtem Honig übernehmen dies Enzyme der Biene, die das Dissacharid in die zwei Monosaccharide Glucose und Fructose spalten (Mareich, 2007). Folglich ändert sich das Gemisch von Glucose und Fructose, wodurch Invertzucker beziehungsweise Kunsthonig entsteht. Diesen Vorgang bezeichnet man auch als Inversion, da sich durch die geänderte Anordnung der Glucose und Fructose der Winkel von Saccharose ändert (chids, 2010).



Rezept

Herstellung von Kunsthonig



Quelle: mitohnekoehen

Zutaten:	500 g Saccharose 1 l Wasser
Chemikalien:	Ameisensäure Natriumcarbonat pH-Wert Messpapier
Materialien:	Kochtopf
Durchführung:	1. Löse den Zucker im Wasser und erhitze dieses Gemisch im Kochtopf auf ungefähr 80 °C. 2. Gib nun einige ml reine Ameisensäure hinzu. 3. Lasse diese Lösung bei 80°- 90° C etwa eine Stunde lang köcheln, bevor du sie auf Raumtemperatur abkühlen lässt. 4. Wenn das Gemisch die Raumtemperatur erreicht hat, gibst du nach und nach Natriumcarbonat hinzu, bis sich auf dem pH-Wert Messpapier eine neutrale Lösung nachweisen lässt. 5. Notiere deine Ergebnisse.



Protokoll

Beobachtung

Versuchsauswertung



Erläuterung

Die Schülerinnen und Schüler sollten zu Beginn des Versuches bereits die Eigenschaften von Mono-, Di- und Polysacchariden kennen. Da die Saccharose als Haushaltszucker für jeden Schüler/ jede Schülerin bekannt ist, wird ein Bezug zum Alltag geschaffen.

Je nach Ausstattung, Raum sowie Anzahl der Schülerinnen und Schüler kann dieser Versuch als Demonstration oder in Kleingruppen durchgeführt werden. Da die Wartezeit in etwa 60 Minuten beträgt, sollte eine Doppelstunde dafür eingeplant werden.

Dieses Experiment stellt eine Variation des Versuchs „Abbau von Stärke mittels Säure“ (siehe Klassische Experimente) dar und hat den selben theoretischen Hintergrund. Der Zweifachzucker Saccharose besteht aus den Einfachzuckern Glucose und Fructose. Die Säure wirkt als Katalysator, spaltet bei ausreichender Hitze die Zuckermoleküle und beschleunigt die Reaktion und Entstehung von Kunsthonig (Klein & Oettinger, 2004).

Hinweis:

- Anstatt Ameisensäure kann auch Milchsäure oder Zitronensäure verwendet werden. Es ist auf alle Fälle empfehlenswert, organische Säuren zu verwenden, da bei anorganischen Säuren ein unangenehmer Geschmack im Endprodukt entstehen kann.
- Anstatt Natriumcarbonat kann ebenso Backpulver verwendet werden.
- Stellen Sie sicher, dass die Chemikalien in „reiner“ und nicht „technischer“ Form bereitgestellt werden, da sie ansonsten Spuren von Schwermetallen enthalten könnten und somit nicht für den Verzehr geeignet wären.



Lösung Zum Abschluss kann der Kunsthonig verkostet werden.

Beobachtung

Beim Erhitzen kocht die Lösung auf und nach einiger Zeit wird das Gemisch dickflüssig. Die Farbe ändert sich von weiß auf goldgelb und beim Abkühlen auf die Raumtemperatur wird die Masse immer zähflüssiger.

Versuchsauswertung

Saccharose besteht aus den Einfachzuckern Glucose und Fructose. Wird der Haushaltszucker erhitzt, so wird er flüssig und seine Farbe verändert sich. Die Säure zerlegt die Saccharose in ihre Grundbausteine und eine zähe, dickflüssige Masse entsteht. Das Natriumcarbonat wird verwendet, um den Honig zu neutralisieren und den Geschmack der Ameisensäure zu entfernen.

Das Quellvermögen von Stärke



Wissenswertes für die Lehrperson

Die Stärke ist ein Polysaccharid, welches aus α -D Glucoseeinheiten aufgebaut ist. Sie besteht einerseits aus Amylose, andererseits aus Amylopektin, welche mit unterschiedlichem Anteil an ihrem Aufbau beteiligt sind (Haas & Schlechter, 2005).

➔ Für nähere Informationen zum Aufbau der Stärke siehe: Kohlenhydrate: Einteilung – Polysaccharide.

Amylopektin hat ein hohes Wasserbindungsvermögen und quillt in Wasser stark auf. Dieses Quellverhalten der Stärke hat eine hohe technologische Bedeutung beispielsweise bei der Verwendung als Verdickungsmittel oder der Herstellung von Pudding. Stärke besitzt deshalb in einer wässrigen Lösung die Fähigkeit, große Mengen von Flüssigkeit in ihre Struktur aufzunehmen, sodass die Viskosität stark zunimmt und sich teilweise steifes Gel bildet. Wasserstoffbrückenbindungen sind hier für die eindickende Wirkung verantwortlich.

Die Stärke befindet sich im Stärkekorn dicht verpackt in einer Eiweißmatrix. Bei Temperaturen ab 50°C wandern einzelne Stärkemoleküle aus dem Stärkekorn in die Lösung und ab etwa 60°C kommt es zum Zerplatzen der Stärkekörner. Folglich kommt es zu besagtem viskosem Anstieg der Lösung und die Stärke verkleistert. Es wird eine hohe Menge an Wasser gebunden und die Stärke geht von einem kristallinen in einen amorphen Zustand über (Ebermann & Elmadfa, 2011).

Quellvermögen von Stärke: Pudding selbst gemacht!



Rezept



Zutaten:

0,5 l Milch
3 EL Stärke
2 EL Zucker
1 Päckchen Vanillezucker
1 Ei

Materialien:

1 Messbecher
1 Tasse
1 Esslöffel
1 Topf
1 Schneebesen

Vorbereitung:

1. Trenne das Eigelb vom Eiklar und gib das Eigelb in die Tasse. Du brauchst nur dieses für die Herstellung von Pudding.
2. Gib die Stärke, den Zucker sowie den Vanillezucker und 5 Esslöffel Milch in die Tasse zu dem Eigelb.
3. Verrühre alles solange, bis keine Klumpen mehr zu sehen sind.

Durchführung:

4. Erhitze die restliche Milch im Topf.
5. Sobald diese kocht, kannst du die Herdplatte abstellen.
6. Schütte unter Rühren mit dem Schneebesen den Inhalt der Tasse hinzu.
7. Rühre solange, bis alles gut vermischt ist und koche den Pudding noch einmal kurz auf.
8. Der Pudding ist fertig! Ob du ihn warm oder kalt verzehrst, ist dir überlassen.
9. Notiere deine Ergebnisse im Protokoll.



Quellvermögen von Stärke: Pudding selbst gemacht!

Beobachtung

Versuchsauswertung

- **Stärke** ist in vielen Lebensmitteln enthalten. Zum Kochen und Backen verwenden wir sie oft jeden Tag. Erkunde dich bei deiner Lehrperson über die Stärke und beschreibe, wie sie aufgebaut ist!

- Nenne einige **Lebensmittel**, die reich an Stärke sind!

- Welche **Eigenschaft** macht die Stärke so besonders und warum wird sie unbedingt für die Herstellung von Pudding benötigt?



Erläuterung

Die Schülerinnen und Schüler sollten zu Beginn des Versuches bereits den Aufbau sowie die Eigenschaften von Stärke kennen. Je nach Ausstattung, Raum sowie Anzahl der Schülerinnen und Schüler kann dieser Versuch als Demonstration oder in Kleingruppen durchgeführt werden.

Dieses Experiment zeigt auf sehr einfache und anschauliche Art und Weise die lebensmitteltechnologische Bedeutung von Stärke. Mit Hilfe des Rezeptes wird den Schülerinnen und Schüler selbstständiges Arbeiten ermöglicht. Zum Abschluss sollte das Lösungsblatt beziehungsweise Protokoll unbedingt im Plenum besprochen werden.

Hinweis: Um den Pudding schneller und einfacher herzustellen, kann ebenso Puddingpulver verwendet werden. Dabei sollten die Schülerinnen und Schüler unbedingt auf die Inhaltsstoffe des Pulvers (Hauptanteil Stärke) aufmerksam gemacht werden. Es eignet sich, im Voraus das Puddingpulver auf Stärke zu testen. [Siehe: „Klassische Experimente“: Nachweis von Stärke in Lebensmitteln].



Lösung

Beobachtung

Sobald das Stärkegemisch zu der Milch hinzugegeben wird, wird die Flüssigkeit visköser. Je länger die Stärke in der Milch kocht, desto fester wird das Produkt.

Versuchsauswertung

Die vorhandene Stärke hat unter Hitze viel Flüssigkeit aufgenommen. Die Milch wurde von der Stärke gebunden und es ist Pudding entstanden.

- **Stärke** ist in vielen Lebensmitteln enthalten. Zum Kochen und Backen verwenden wir sie oft jeden Tag. Erkunde dich bei deiner Lehrperson über die Stärke und beschreibe, wie sie aufgebaut ist!

Stärke ist ein Polysaccharid, welches aus Glucosemolekülen aufgebaut ist. Ihre zwei Komponenten nennt man auch Amylose und Amylopektin. Amylopektin ist für das Quellvermögen beziehungsweise für die Aufnahme von Flüssigkeiten unter Hitze verantwortlich. Stärke befindet sich im Stärkekorn, welches bei Temperaturen ab 60°C platzt und in einer Lösung starkt aufquillt.

- Nenne einige **Lebensmittel**, die reich an Stärke sind!

Kartoffeln, Bananen sowie alle Lebensmittel aus Getreide wie Nudeln, Brot, Mehl, Reis, Mais, ...

- Welche **Eigenschaft** macht die Stärke so besonders und warum wird sie unbedingt für die Herstellung von Pudding benötigt?

Stärke hat ein hohes Wasserbindungsvermögen und quillt in einer Lösung bei Temperaturen ab 50°C stark auf. Sie wird daher in der Lebensmitteltechnologie als Verdickungsmittel verwendet und ist für die Herstellung von Pudding unerlässlich.

Literaturverzeichnis

Chids: Herstellung von Kunsthonig. Internet:

http://www.chids.de/dachs/wiss_hausarbeiten/ExperimentelleHA_Konen/V/PDF/V8.pdf,
Stand: 21.2.2018

Die Chemie Schule: Karamell. Internet:

<https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Karamellisieren>, Stand: 19.2.2018

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

Elmadfa, I., & Meyer, A. L. (2015). Ernährungslehre.

Haas, V., Schlechter, S. (2005). Chemie im Haushalt: Die Stärke(n) des Puddings.

Westfälische Wilhelms- Universität Münster. Internet: https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/pudding_ausarbeitung.pdf,
Stand: 21.2.2018

Klein, K., & Oettinger, U. (2004). Experimentelle Ernährungslehre: Versuche zur Ernährung ; Theorie und Praxis. Baltmannsweiler: Schneider Verl. Hohengehren.

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

Mareich, M. (2007). Chemie im Kochtopf: Interaktion im Unterricht und Unterrichtsanalyse.

Graz. URL <https://www.imst.ac.at/imst->

[wiki/images/3/3d/707_Langfassung_Mareich.pdf](https://www.imst.ac.at/imst-wiki/images/3/3d/707_Langfassung_Mareich.pdf) (accessed: 21.2.20018).