



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

Hülsenfrüchte -

Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe 1

verfasst von / submitted by

Elena Wiesinger

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2017 / Vienna, 2017

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

A 190 445 477

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

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

Betreut von / Supervisor:

Univ. Prof. Dr. Karl-Heinz Wagner

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Erstellung meiner Diplomarbeit unterstützt und motiviert haben.

Ein besonderer Dank gilt Univ. Prof. Dr. Karl- Heinz Wagner für die Betreuung meiner Diplomarbeit.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Frau Mag. Petra Borota- Buranich, die mir stets ihre Hilfe angeboten hat und immer wieder sehr hilfreiche Anregungen zukommen ließ.

Ein weiterer Dank gilt, Mag. Birgit Schlag-Edler für die vielen Inputs, die ich während unserer Besprechungen erhielt sowie für die zahlreichen Fotos der verschiedenen Hülsenfruchtsorten.

Meinem Freund Matthias danke ich besonders für den emotionalen Rückhalt während des gesamten Studiums sowie für die aufmunterten Worte.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die dazu beigetragen haben, dass ich dieses Studium abschließen kann und die mich immer wieder aufs Neue ermutigt haben.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	BOTANIK	3
2.1	SYSTEMATIK SEIT DEM 19. JAHRHUNDERT	3
2.2	NEUER KLASSIFIZIERUNG SEIT FEBRUAR 2017	4
2.3	EINTEILUNG DER FAO	4
2.4	BESCHREIBUNG DER UNTERFAMILIEN.....	5
2.4.1	<i>Beschreibung der Unterfamilie Caesalpinioideae</i>	5
2.4.2	<i>Beschreibung der Unterfamilie Mimosoideae</i>	5
2.4.3	<i>Beschreibung der Unterfamilie Papilionoidea</i>	5
2.5	BESTÄUBUNGSMECHANISMEN.....	7
3	DIVERSITÄT DER HÜLSENFRÜCHTE	9
3.1	ERBSEN	9
3.2	BOHNEN.....	10
3.2.1	<i>Gartenbohne (Phaseolus vulgaris L.)</i>	10
3.2.2	<i>Vigna Bohnen</i>	11
3.2.3	<i>Sojabohne (Glycine max L.)</i>	11
3.2.4	<i>Ackerbohne (Vicia faba L.)</i>	12
3.3	LINSEN.....	12
3.4	LUPINEN.....	13
3.5	KICHERERBSE (CICER ARIETINUM L.)	14
3.6	ERDNÜSSE (<i>ARACHIS HYPOGAEA L.</i>).....	15
4	INHALTSSTOFFE	17
4.1	NÄHRSTOFFE.....	17
4.1.1	<i>Proteine</i>	17
4.1.2	<i>Kohlenhydrate</i>	19
4.1.3	<i>Ballaststoffe</i>	19
4.1.4	<i>Lipide</i>	21
4.1.5	<i>Mineralstoffe, und Vitamine</i>	22
4.2	SEKUNDÄRE PFLANZENINHALTSSTOFFE	22
4.2.1	<i>Antinutritive Inhaltsstoffe</i>	22
4.2.2	<i>Phytoöstrogene</i>	27
4.2.3	<i>Phytosterine</i>	28
5	ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCHE WIRKUNG DER INHALTSSTOFFE	30
5.1	ANTI-KANZEROGENE WIRKUNG	30
5.2	BLUTZUCKER - UND INSULINBEEINFLUSSENDE WIRKUNG	32

5.3	EINFLUSS AUF DAS HERZ-KREISLAUF-SYSTEM	33
5.4	ADIPOSITAS PRÄVENTION UND THERAPIE	35
6	FAVISMUS.....	36
7	VERBRAUCHSDATEN / VERZEHRSHÄUFIGKEIT	37
8	PRODUKTIONSDATEN.....	38
8.1	WELTWEITE PRODUKTION	38
8.2	PRODUKTION IN ÖSTERREICH	40
9	ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN DER HÜLSENFRÜCHTE	41
9.1	STICKSTOFFFIXIERUNG	41
9.2	BODENFRUCHTBARKEIT.....	42
9.3	NÄHRSTOFFEFFIZIENZ.....	43
9.4	AGROBIODIVERSITÄT.....	43
9.5	TREIBHAUSGASEFFEKT	44
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	45
11	LITERATURVERZEICHNIS	46
12	ZUSAMMENFASSUNG	56
13	ABSTRACT	57
14	UNTERRICHTSMATERIALIEN	58

1 Einleitung

Das Jahr 2016 wurde von den Vereinten Nationen zum Internationalen Jahr der Hülsenfrüchte erklärt. Es wurde versucht, Hülsenfrüchte in den Fokus der Ernährung zu rücken und das Bewusstsein für diese wesentlichen Kulturpflanzen wieder zu wecken. Aber nicht nur in der Ernährung schaffen sie Vorteile. Im Bereich der nachhaltigen Landwirtschaft werden sie ebenfalls gefördert. So bietet das Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und Ernährung, mit seinen zahlreichen Fachgebieten, auch die Auseinandersetzung mit fachspezifischen Themenbereichen, wie den Hülsenfrüchten.

Diese Arbeit wurde im Rahmen des EU- Projekts „Big Picnic“ erstellt. „Big Picnic“ beschäftigt sich intensiv mit der Frage, wie die wachsende Menschheit in der Zukunft ausreichend mit Nahrung versorgt werden kann und versucht gleichzeitig Vertreter der interessierten Öffentlichkeit sowie Zielgruppen miteinander zu verbinden. Eine der Zielgruppen sind Schülerinnen und Schüler.

Diese Arbeit soll Lehrpersonen motivieren, das Thema Hülsenfrüchte aufzugreifen und den SchülerInnen näher zu bringen. Es soll vermittelt werden, wie vielfältig Hülsenfrüchte sind und in welchen Bereichen sie einen Platz einnehmen können. Mit Hilfe dieser erstellten Unterrichtsmaterialien soll den SchülerInnen nicht nur gezeigt werden, dass es viel mehr Arten bzw. Sorten gibt, als die uns Bekannten, sondern auch, dass man diese sehr einfach und abwechslungsreich in der Küche einsetzen kann. Die Themen Nachhaltigkeit sowie ernährungsphysiologische Wirkung nehmen in dieser Arbeit ebenso eine zentrale Rolle ein. Ökosystemleistungen, wie beispielsweise Stickstofffixierung oder Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit wurden eingehend behandelt und so aufbereitet, dass diese auch für 10 bis 14- jährige SchülerInnen verständlich sind. Diese Unterrichtsmaterialien sind besonders geeignet um Wissen sowie Kompetenz im Bereich „Gesunde Ernährung“ zu vermitteln. Es wurde erläutert warum Hülsenfrüchte für unsere Gesundheit von Bedeutung sind und warum sie eine gute Fleischalternative darstellen. Ein weiterer wesentlicher Aspekt sind antinutritive Inhaltsstoffe. Antinutritive Inhaltsstoffe sind oft ein Grund, warum Hülsenfrüchte ungern verzehrt werden. Es ist mir wichtig mit Hilfe dieser Materialien aufzuzeigen, dass eine richtige Zubereitung von Hülsenfrüchten unumgänglich ist und

dass beispielsweise Inhaltsstoffe, die sich negativ auf unsere Gesundheit bzw. Wohlbefinden auswirken, dadurch minimiert werden können.

Im ersten Teil der Arbeit wurden Hülsenfrüchte aus wissenschaftlicher Sicht beleuchtet. Die Gliederung der Themen erfolgte bei den Unterrichtsmaterialien ähnlich wie beim theoretischen Teil. Einige Elemente wurden vom theoretischen Teil verwendet, auf das Niveau der SchülerInnen umformuliert und in den Abschnitt „Wissenswertes für die Lehrperson“ eingearbeitet. Dieser Abschnitt soll Lehrpersonen helfen, ihr eigenes, bereits vorhandenes Wissen in Erinnerung zu rufen bzw. zu erweitern. Es wurde bei den Formulierungen darauf geachtet, dass die Wortlaute von LehrerInnen genauso übernommen werden können, damit sie für SchülerInnen greifbar sind. Bei den Unterrichtsmaterialien wurde am Anfang jeder der fünf Thematiken (Keimung und Quellung, Hülsenfrüchte in der nachhaltigen Landwirtschaft, Ernährungsphysiologische Bedeutung der Hülsenfrüchte, Nachhaltigkeit und ökologischer Fußabdruck, Artenvielfalt) eine Übersichtstabelle eingefügt, damit die Lehrpersonen wissen, welche Methoden, Arbeitsblätter, usw. sich in diesem Dokument befinden, wie viel Zeit eingeplant werden muss und welche Sozialform sich für dieses Angebot eignet. Auch wurden Grobziele formuliert, die zur Einschätzung dienen, welche detaillierten Inhalte vermittelt werden. Teilweise befindet sich nach jedem Angebot eine Erläuterung. Hier erhalten Lehrpersonen Tipps, Anregungen oder Variationen zur Durchführung. Um für Abwechslung zu sorgen, wurde auch auf Methodenvielfalt geachtet. In dieser Arbeit sind Experimente, ein Rollenspiel, ein Gruppenpuzzle und vieles mehr zu finden, die SchülerInnen dabei helfen sollen, Kompetenzen sowie Wissen zu erlangen. Themen wie Nachhaltigkeit und Gesundheit werden zukünftige Generationen immer mehr beschäftigen und so ein Projekt wie dieses ist eine nutzbringende Annäherung.

2 Botanik

2.1 Systematik seit dem 19. Jahrhundert

Man bezeichnet die Hülsenfrüchte als Früchte der Leguminosen, da die Samenkörner in einer Hülse wachsen. Leguminosen zählen zur Überordnung der Hülsenfrüchtigen (Fabanae), zur Ordnung der Hülsenfrüchtler (Fabales) und zur botanischen Familie der Schmetterlingsblütler (Fabaceae). Häufig werden für diese Familie die Synonyme Papilionaceae oder auch Leguminosae verwendet. (Fischer et al., 2008, pp. 558–559)

Die Familie der Fabaceae ist mit ca. 770 Gattungen und 19500 Arten die drittgrößte Familie, nach den Asteraceae und Orchidaceae, den Bedecktsamern (Angiospermen). Polhill & Raven (1981) teilen die Familie der Fabaceae in folgende drei Unterfamilien ein: Mimosoideae, Caesalpinioideae, Papilionoideae. Je nach systematischer Auffassung, können die drei Unterfamilien auch als eigenständige Familien geführt werden.

Die Unterfamilie **Caesalpinioideae** ist eine paraphyletische Gruppe, aus der sich die monophyletischen Unterfamilien Mimosoideae und Papilionoideae ableiten lassen. Die nicht-monophyletische Gruppe der Caesalpinioideae umfasst insgesamt 171 Gattungen mit 2250 Arten, welche wiederum in die vier Triebe, nämlich Cercideae, Detarieae, Cassieae and Caesalpinieae eingeteilt werden können. Von diesen vier Trieben können jedoch nur Cercideae und Detarieae als monophyletische Gruppen bezeichnet werden.

Mimosoideae, als zweitgrößte Unterfamilie der Fabaceae, umfasst 83 Gattungen mit 3271 Arten. Für die Einteilung der Mimosoideae gibt es mehrere Varianten, da sich noch auf keine einheitliche Einteilung geeinigt werden konnte.

Die größte Unterfamilie der Fabaceae ist jene der **Papilionoideae** mit 478 Gattungen und 13800 Arten, die wiederum in 28 Triebe eingeteilt werden können. Sie beinhaltet viele Arten, beispielsweise Sojabohnen, Erbsen, Linsen, Erdnüsse, Gartenbohnen und Saubohnen, die, aus wirtschaftlicher Sicht gesehen, sehr wertvoll sind. (Legume Phylogeny Working Group et al., 2013)

2.2 Neuer Klassifizierung seit Februar 2017

Seit dem 19. Jahrhundert wurde die Familie der Fabaceae in die oben genannten Unterfamilien eingeteilt. Diese Klassifizierung findet man daher auch in den meisten Büchern. Doch seit Februar 2017 gibt es eine neue phylogenetische Einteilung, die etwas Licht ins Dunkel bringen sollte. Sie basiert auf einer Analyse von Gensequenzen und soll dabei helfen, die Diskrepanzen zwischen den derzeitigen Unterfamilien, insbesondere der paraphyletischen Caesalpinioideae, aufzulösen. Anhand dieser Analyse konnte gezeigt werden, dass die monophyletischen Mimosoideae und Papilionoideae in die Abstammungslinie der Caesalpinioideae eingebettet werden können. Demnach gibt es nach aktuellem Stand nicht mehr drei, sondern insgesamt sogar sechs Unterfamilien: Diese lauten wie folgt:

1. Cercidoideae mit 12 Gattungen und 335 Arten
2. Detarioideae mit 84 Gattungen und 760 Arten
3. Duparquetioideae mit einer Gattung und einer Art
4. Dialioideae mit 17 Gattungen und 85 Arten
5. Caesalpinioideae mit 148 Gattungen und 4400 Arten
6. Papilionoideae mit 503 Gattungen und 14000 Arten

Gattungen der Unterfamilie Mimosoideae wurden in die Unterfamilie der Caesalpinioideae eingegliedert. Aus dieser Auflistung geht klar hervor, dass die Papilionoideae noch immer die größte Unterfamilie ist und ihre früheren Gattungen beibehalten hat. (Azani et al., 2017)

2.3 Einteilung der FAO

Die Hülsenfrüchte werden von der FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) in fettreiche Hülsenfrüchte („soybeans and peanuts“), getrocknete Früchte („pulses“) und frische Früchte („fresh peas and fresh beans“) eingeteilt. Zu den fettreichen Hülsenfrüchten zählen beispielsweise Soja und Erdnüsse, welche in den Samen Öl und Proteine als Reservestoffe speichern. Wohingegen grüne Bohnen oder Erbsen zu den frischen Früchten und Linsen, Kichererbsen oder Kidneybohnen zu den getrockneten Früchten gezählt werden. (FAO, 2016)

2.4 Beschreibung der Unterfamilien

2.4.1 Beschreibung der Unterfamilie Caesalpinioideae

Caesalpinioideae sind tropische bzw. subtropische Holzgewächse, deren Laubblätter wechselständig angeordnet sind. Die Blüten können radiärsymmetrisch bis zygomorph sein. Die Kelchblätter sind verwachsen und die fünf-zähligen Kronblätter sind freiblättrig mit einer sogenannten aufsteigenden Knospendeckung (= das hinterste bzw. obere Kronblatt ist das Innerste). Die Blütenhülle kann, wie beispielsweise beim Johannisbrotbaum, fehlen. Die zehn Staubblätter liegen oft frei und die Frucht ist eine Hülse oder eine mehrsamige, fleischige Schließfrucht. (Fischer et al., 2008, pp. 558–559)

2.4.2 Beschreibung der Unterfamilie Mimosoideae

Die Unterfamilie Mimosoideae sind Holzgewächse mit arider, semiarider oder tropischer Herkunft, die oft zwei gefiederte Laubblätter besitzen. Die Nebenblätter sind entweder rudimentär ausgebildet oder können zu Stipulardornen umgewandelt sein. Der Blütenstand ist meist köpfchen- oder ährenförmig und die Blüte radiärsymmetrisch. Die zahlreichen Staubblätter ragen zu einem Großteil aus der Krone heraus. (Fischer et al., 2008, p. 559)(Kendzior, 2008)

2.4.3 Beschreibung der Unterfamilie Papilionoidea

2.4.3.1 Wuchsform

Diese Pflanzen sind meist krautig oder holzig. Die typische Habitusform beschränkt sich auf Baum, Strauch, Liane oder gewundene Ranken. Einige besitzen Dornen oder Stacheln. (Azani et al., 2017)

2.4.3.2 Laubblätter und Nebenblätter

Die Laubblätter sind fast immer wechselständig angeordnet und die Nebenblätter sind meist vorhanden. Die zusammengesetzte Blattspreite ist drei- oder fünfzählig (selten auch mehrzählig), handförmig oder wenig- bis mehrzählig unpaarig, manchmal auch paarig gefiedert. Die Endfieder kann eine Ranke bilden.

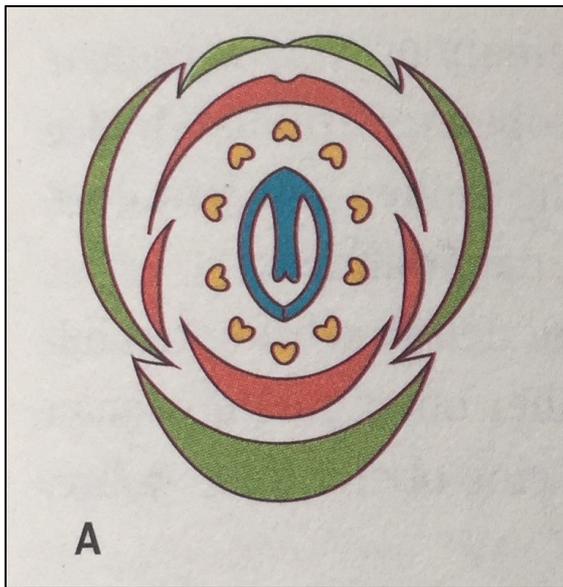
2.4.3.3 Blütenstände und Blüte

Die Blüten können in Form einer Traube, einer Dolde, einer Ähre, eines Köpfchens und selten auch einzeln angeordnet sein. Die Blüte, oft auch als „Schmetterlingsblüte“ bezeichnet, ist zygomorph und zwittrblütig. Die Kelchblätter (=Sepalen) sind meist fünf-zählig und verwachsen. Die Krone setzt sich aus fünf Blättern (=Petalen) zusammen, die meist frei liegen und eine sogenannte absteigende Knospendeckung besitzen, das heißt, dass das hinterste bzw. das oberste Kronblatt das Äußere ist. Bei der Unterfamilie der Caesalpinioideae hingegen, besitzen die Kronblätter eine aufsteigende Deckung. Bei der Schmetterlingsblüte können die Kronblätter in eine Fahne, in Flügel oder ein Schiffchen unterteilt werden. Das oberste und meist auch das größte Kronblatt bildet die Fahne. Die beiden seitlichen und kleineren die Flügel und die beiden unteren, welche meist miteinander zusammenhängen, aber nicht wirklich verwachsen sind, bilden das Schiffchen. Das nach vorne gespitzte Schiffchen umhüllt die Staubblätter und den Stempel. Die Staubfäden der zehn Staubblätter sind entweder zu $\frac{3}{4}$ miteinander zu einer Röhre verwachsen oder das oberste Staubblatt ist viel kürzer verwachsen bzw. liegt fast frei und nur die restlichen neun sind zu einer Rinne verwachsen. Der Stempel ist ein-karpellig und der Fruchtknoten ist oberständig und meist länglich. (Fischer et al., 2008, pp. 559–560)

2.4.3.4 Frucht

Die Frucht ist meist wenig- bis mehrsamig und zwei-klappig aufspringend (=Hülse). Selten kann die Frucht auch eine ein-samige Teilfrucht, eine zerfallende Bruchfrucht (=Bruchhülse oder Gliederhülse) oder eine ein-samige Schließfrucht (=Nuss) sein. Umgangssprachlich wird die Frucht der Papilionoideae häufig als „Schote“ bezeichnet. Im botanischen Sinne ist die Schote jedoch eine Sonderform der Kapsel, welche sich aus mehreren miteinander verwachsenen Karpellen aufbaut. Die Bezeichnung Schote ist daher aus morphologischer Sicht nicht richtig.

Das oben Angeführte ist in den folgenden Abbildungen bildlich dargestellt.



Blütenformel:

↓K(5)C 5 A(10) oder (9)+1 G 1

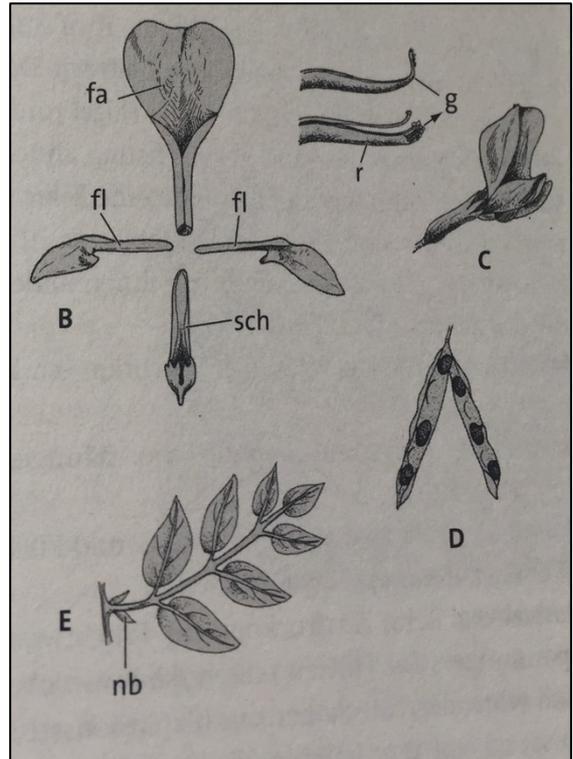


Abbildung 1:(A) Blütendiagramm, (B) Blütenorgane, (C) Blüte, (D) Hülse, (E) unpaarig gefiedertes Blatt mit (nb) Nebenblättern. (fa) Fahne, (fl) Flügel, (sch) Schiffchen; (r) oben offene Röhre aus neun Staubblättern, das Zehnte darüber; (g) Griffel (Heß, 2005, p. 151)

2.5 Bestäubungsmechanismen

Die Bestäubung der Fabaceae erfolgt meist mit Hilfe von Insekten. Diese Form der Bestäubung wird auch als Entomophilie bezeichnet. (Heß, 2005, p. 152) Die Bestäubungsmechanismen sehr vieler Arten innerhalb der Familie der Fabaceae sind äußerst bemerkenswert. Dabei übernimmt die Fahne, welche meist sehr attraktiv gestaltet ist, die Funktion der Anlockung von Blütenbesuchern. Als Landeplatz dienen dabei Flügel und Schiffchen. Mit Hilfe unterschiedlicher Auslösemechanismen kann der Pollen auf den Bestäuber übertragen werden. (Kendzior, 2008)

Abhängig von der Präsentation des Pollens kann man zwischen vier häufigen Bestäubungsmechanismen unterscheiden:

1. Klappmechanismus: Flügel und Schiffchen klappen aufgrund des Druckes vom Bestäuber nach unten, so dass die Griffel-Staubblattröhre mit dem Pollen heraustritt.

2. Bürstenmechanismus: Der Pollen wird in das Schiffchen, welches oben offen ist, abgegeben und zum größten Teil bleibt dieser an den Griffelhaaren hängen (=Griffelbürste). Wird das Schiffchen nach unten gedrückt, dann treten die Griffelbürste sowie die Staublatröhre heraus.
3. Pumpmechanismus: Der Pollen wird an der Spitze des oben geschlossenen Schiffchens nach einer Belastung durch ein Insekt herausgepresst.
4. Schnellmechanismus: Staubblätter und Griffel liegen wie gespannte Federn im zuerst geschlossenen Schiffchen. Durch Druckausübung eines Bestäubers reißt das Schiffchen auf, Staubblätter und Griffel treten schlagartig heraus, wobei der Bestäuber von einer Wolke aus Polle umgeben wird. (Heß, 2005, pp. 154–155)

3 Diversität der Hülsenfrüchte

Erbsen, Bohnen, Linsen sowie Lupine zählen zu den bekanntesten Hülsenfrüchten, die zum Zwecke der menschlichen Ernährung sowie als Futtermittel angebaut werden. Allen gemeinsam ist die Angehörigkeit zur Unterfamilie der Schmetterlingsblütler (Faboideae) und daher auch die typisch zygomorphe Blüte oder auch Schmetterlingsblüte genannt. ("Bohne, Erbse, Linse...", n.d.)

3.1 Erbsen

Die Kultur- oder Gartenerbse, *Pisum sativum* L., ist eine krautige, einjährige Pflanze, deren paarig gefiederte Blätter zu einer Wickelranke auslaufen. Die Blätter sind meist eiförmig bis elliptisch bzw. können zu einer Ranke umgebildet sein. Die Frucht, eine Hülse, beinhaltet vier bis zehn Samen bzw. Erbsen.

Man geht davon aus, dass die Gartenerbse von der Wildart *Pisum elatius*, deren älteste archäologische Funde aus der Steinzeit im Nahen Osten gefunden wurden, abstammt. Die kultivierte Form war schon, neben Linsen und Getreidesorten (Emmer, Einkorn, Gerste), ein wichtiges Grundnahrungsmittel bei den ältesten Ackerbauern Mitteleuropas. ("Erbse," n.d.)(Fischer et al., 2008, p. 593)

Man unterscheidet folgende Unterarten bzw. Varietäten in vielen verschiedenen Sorten:

1. Pal- /Schal- /Brockel- oder Körnererbse (*Pisum sativum* L. convar. *sativum*)

Die Blüten der Körnererbsen sind weiß und weisen eine gelbe bis grüne Farbe auf. In der österreichischen Sortenliste sind unter den mittel- und großsamigen Leguminosen 17 verschiedene Körnererbsen eingetragen. Aufgrund eines relativ hohen Stärkegehalts eignen sie sich gut zum Trocknen (Trockenerbsen) und Kochen.

2. Futter- oder Ackererbse (*Pisum sativum* L. convar. *Speciosum*)

Die Blüten weisen eine rosa bis violette Färbung auf und die Samen sind dunkelbraun mit Flecken oder Punkten. Diese Erbsen werden überwiegend als Futtermittel und zur Gründüngung verwendet.

3. Zuckererbsen oder Zuckerschoten (*Pisum sativum* L. convar. *Axiphium*.)

Im Gegensatz zur Futter- sowie Körnererbse wird bei der Zuckerbse die gesamte fleischige Hülse mit den noch unreifen Samen bzw. Erbsen verzehrt.

4. Markerbse oder Runzelerbse

Diese Erbsen weisen einen sehr hohen Zuckergehalt auf und schmecken daher etwas süßlich. Sie sind besonders für den Verzehr geeignet und sind daher häufig in den Lebensmittelgeschäften als Nasskonserven oder auch als Tiefkühlprodukte erhältlich. ("Erbsen," n.d.)

3.2 Bohnen

Der Trivialname Bohne umfasst aus botanischer Sicht gesehen viele Arten aus unterschiedlichen Gattungen. Im deutschsprachigen Raum bezieht man sich meist auf die Gattung *Phaseolus* oder auch neuweltliche Bohnen. Im Besonderen bezieht man sich hierbei auf die Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris* L.) und die Feuerbohne (*Phaseolus coccineus* L.), die in Österreich unter dem Namen Käferbohne geläufiger ist. ("Bohne, Erbsen, Linse...", n.d.)

3.2.1 Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris* L.)

Die Gartenbohne ist eine einjährige Pflanze mit dreizähligen, breit- bis eiförmigen und ganzrandigen Blättern, die auf der Unter- sowie Oberseite fein behaart sind. Die Farbe der Blütenkrone variiert von gelblich bis grünlich weiß über hellrosa oder violett. Die Hülse kann gerade oder gebogen sein, ist oft abgeflacht und weist eine Länge von 4 bis 30 cm und eine Breite von 1 bis 3 cm auf. Die Hülse umschließt 1-9 Samen, die sowohl in Form, Farbe als auch Größe variieren. Auch die Farbe der Hülsen ist von Sorte zu Sorte sehr unterschiedlich. Nach dem Wuchstyp unterscheidet man zwei Varietäten:

Die Stangebohne (*Ph. vulgaris* L. var. *communis*) besitzt einen Stängel, der sich windet und dessen Längenwachstum indeterminiert ist.

Die Buschbohne (*Ph. vulgaris* L. var. *nanus*) weist einen Stängel auf, der sich nicht windet, dafür aber stärker verzweigt ist und nur begrenzt wächst. ("Phaseolus-Bohne (*Phaseolus vulgaris* L.), " n.d.)

Wie der Name bereits verrät, stammt die Gartenbohne aus der Neuen Welt. Sie wird schon seit ca. 8000 Jahren in Mittel- und Südamerika kultiviert. Die Wildart

Ph. vulgaris var. aborigineus wächst bis heute noch in den Anden. (Lieberei et al., 2012) Die Gartenbohne wurde von den Spaniern im 16. Jhd. nach Europa gebracht. Heute ist sie eine weltweit kultivierte Pflanze. ("Phaseolus-Bohne (*Phaseolus vulgaris* L.), " n.d.)

3.2.2 Vignia Bohnen

Die Vignia Bohnen werden auch als altweltliche Bohnen bezeichnet. Leider ist bei dieser Gattung die Systematik sehr unübersichtlich, da sie vielfach überschrieben wurde und es auch teilweise Überschneidungen mit den neuweltlichen Bohnen gab. Derzeit werden zu dieser Gattung ca. 150 Arten gezählt, darunter unter anderem die Urbohne (*Vigna mungo* L. Hepper), die Mungbohne (*Vigna radiata* L. R. Wilczek) oder die Kuh- bzw. Augenbohne (*Vigna unguiculata* L. Walp ssp. *Unguiculata*).("Gattung Vigna Savi," n.d.)

3.2.3 Sojabohne (*Glycine max* L.)

Die einjährige Sojapflanze ist borstig behaart und kann bis zu einem Meter hoch werden. Nicht nur die dreizähligen Laubblätter sind langgestielt, die eiförmigen Blättchen besitzen hingegen einen kurzen Stiel. Die Färbung der Blüten kann weiß oder auch lila sein. Nach der Befruchtung entwickelt sich eine 3-8 cm lange und 10mm breite Frucht, deren Hülse sehr behaart ist und die mit zwei bis drei runden bzw. eiförmigen, glatten sowie gelblich bis braun gefärbten Samen ausgestattet ist.

Der Ursprung der Sojabohne liegt in Ostasien. Vermutlich wurde sie dort aus einer Wildform domestiziert und bereits 1000 v. Chr. beschrieben. Erst Mitte des 18. Jhd. erreichte die Sojabohne Europa. Zu Beginn war sie lediglich eine exotische Pflanze in botanischen Gärten. Erst viel später zählte man sie zu den bedeutendsten Weltwirtschaftspflanzen. In Österreich werden heute gentechnikfreie Sorten (derzeit sind 50 Sorten in der österreichischen Sortenliste eingetragen) überwiegend im Burgenland, in Nieder- und Oberösterreich angebaut. Der Sojabohne kommt nicht nur in der menschlichen Ernährung in Form von Tofu, Sojamilch etc. eine große Bedeutung zu, sie ist auch ein wesentlicher Bestandteil der Futtermittelindustrie. Als wichtiges Eiweißfuttermittel, ein Neben-

produkt in der ölverarbeiteten Industrie, ist sie nicht mehr wegzudenken. ("Soja," n.d.)(Lieberei et al., 2012, p. 126)

3.2.4 Ackerbohne (*Vicia faba* L.)

Die Ackerbohne, häufig auch als Sau- oder Pferdebohne bezeichnet, zählt wie die Erbse und Linse zu den wickenartigen Leguminosen. Die Pflanze kann bis zu 1 m hoch werden und besitzt einen scharf vierkantigen, hohlen Stängel. Die gefiederten Blätter sind wechselständig angeordnet und sind aus ein bis drei blaugrün gefärbten Fiederpaaren zusammengesetzt. Die großen, weißen Blüten weisen teilweise schwarze Flecken auf. Die stielrunde, 8-12 cm lange und 1-2 cm breite Hülse ist im reifen Zustand dunkelbraun und besitzt rundliche bis abgeflachte hellbraune Samen. Die Ackerbohne war ursprünglich im Mittelmeergebiet und dem vorderen Orient beheimatet. Das belegen Funde aus der Zeit 6500 bis 600 v. Christus. Die Ackerbohne, insbesondere die kleinkörnigeren Sorten, werden zum größten Teil als Futtermittel eingesetzt. Dennoch gibt es großkörnige Sorten, die auch heute noch als Gemüse verzehrt werden. Die unreifen Samen werden geerntet und für Suppen oder Brot verwendet. ("Ackerbohne (*Vicia faba* L.)," n.d.)

3.3 Linsen

Die Kultur-, Saat-, oder Speiselinse ist eine einjährige, krautige Pflanze, die wechselständig und paarig gefiederte Blätter besitzt. Anstatt eines Endblättchens ist eine Wickelranke ausgebildet. Die Blättchen weisen eine schmale, elliptische Form auf und sind meist kurz gestielt. Typisch für die Linsenpflanze sind kleine Nebenblätter mit weißlicher Behaarung sowie eine bläulich-weiße und kleine Blütenkrone. ("Linse," n.d.)(Fischer et al., 2008, p. 593)

Die Früchte der Hülse besitzen eine rhombische und abgeflachte Form, sind ca. 8 bis 15 mm lang sowie 4-8 mm breit. Die Anzahl der Linsen ist mit ein bis zwei Samen pro Hülse sehr gering. Diese können in verschiedensten Farbvariationen auftreten.

Weltweit gibt es von der ältesten Kulturpflanze, der Linse, nur sieben Arten. Darunter die Kultur-Linse. (*Lens culinaris*) Diese war früher eine wichtige Kultur-

pflanze und wird heute nur mehr selten in Österreich kultiviert. Linsen werden heutzutage fast ausschließlich im wärmeren Niederösterreich sowie im östlichsten Bundesland, dem Burgenland, angebaut.

Die Kulturlinse stammt wahrscheinlich von Wildformen aus dem Mittelmeerraum sowie Mittelasien ab. Man geht davon aus, dass die Linse bereits vor 10.000 Jahren im Nahen Osten in die Reihe der Kulturpflanzen aufgenommen wurde. Auch in Ägypten sowie im vorderen Orient wurde sie in die menschliche Ernährung miteinbezogen. Die Linse ist, ebenfalls wie die Erbse, Bestandteil der ersten Ackerkulturen in Mitteleuropa. Linsen werden seit jeher für die Herstellung von Suppen, Eintöpfen sowie Brei genutzt und besonders in indischen, asiatischen sowie mediterranen Regionen kommt ihnen eine große Bedeutung zu. ("Linse (*Lens culinaris* Medikus)," n.d.)

Linsen werden entweder nach ihrer Farbe, Größe oder Herkunft eingeteilt.

Die noch frischen und ungeschälten Samen bezeichnet man als grüne Linsen. Werden diese geschält, so sind sie als gelbe Linsen erhältlich. Als braune Linsen werden sie dann bezeichnet, sobald sich die gelben Linsen verfärben. Rote Linsen, die man häufig von indischen Gerichten her kennt, sind auch geschält. Der leuchtend orang-rote Same ist im ungeschälten Zustand sonst von einer lila bis bräunlichen Schale umgeben. Dann werden sie als Beluga Linsen bezeichnet. Die Berglinsen erkennt man anhand ihrer rot-braunen Farbe und der festen Konsistenz. Differenziert man Linsen nach ihrer Größe, so unterscheidet man zwischen Riesenlinsen (7mm), Tellerlinsen (6-7mm), Mittellinsen (4,5- 6mm) und den Zuckerlinsen (4mm). ("Linse," n.d.)

3.4 Lupinen

Die bei uns auffindbaren Arten der Lupinen sind die Weiße Lupine, *Lupinus albus*, die Schmalblättrige oder Blaue Lupine, *Lupinus angustifolius*, die Gelbe Lupine, *Lupinus luteus*, und die Vielblättrige Lupine, *Lupinus polyphyllus*. Die ersten drei Genannten sind einjährige Pflanzen, stammen aus dem Mittelmeergebiet und sind für die Futterindustrie sowie Gründüngung kultivierte Arten. Die Vielblättrige Lupine hingegen findet man oft auf Forststraßen. Sie kommt dort teilweise verwildert aber auch kultiviert vor. Die bei uns landwirtschaftlich am

häufigsten genutzten Arten sind die Schmalblättrige bzw. Blaue Lupine und die Weiße Lupine. Beide Arten können eine Wuchshöhe von ca. 1m erreichen, wobei die Weiße Lupine sogar bis zu 1,80 m hoch werden kann.

Wie der Name der Blauen Lupine schon verrät, sind die meisten Blüten blau und zu einer Traube zusammengefasst. In seltenen Fällen können sie auch rosa, purpur oder weiß gesprenkelt sein. Die 4 bis 6 cm langen zottigen Hülsen sind gelblich bis schwärzlich gefärbt und enthalten Samen, die glatt sowie graubraun sind und weiße Flecken besitzen.

Die Blüten der Weißen Lupine sind ebenfalls zu einem traubenförmigen Blütenstand angeordnet, besitzen eine weiße Färbung und die Spitzen sind teilweise bläulich überlaufen.

Die Wildform der Lupine weist einen hohen Bitterstoffgehalt (Alkaloide) auf und wurde daher zu Beginn nur für die Bodenverbesserung und nicht als Futterpflanze eingesetzt. Erst als es gelang ungiftige Sorten heranzuzüchten, wurden sie als eiweißreiches Grünfutter eingesetzt. Die Körner werden ebenfalls als Viehfutter verwendet. Seit mehreren tausend Jahren werden die Lupinensamen für die menschliche Ernährung herangezogen, da sie, neben Mais und Getreide, auch wertvolles Eiweiß enthalten. Heute darf der maximale Alkaloidgehalt von 0,02 % nicht überschritten werden um verzehrt werden zu dürfen. Lupine werden als Knabbereien, Beilagen oder in Form von Mehl angeboten. Auch in Suppen oder Eintöpfen werden sie verwendet. ("Lupine," n.d.)

3.5 Kichererbse (*Cicer arietinum* L.)

Die Kichererbse, von der es weltweit 43 Arten gibt, ist eine Kulturpflanze, die in Österreich leider nur mehr selten angebaut wird. Die einjährige, krautige Pflanze, mit dem vierkantigen grünen Stängel, kann bis zu einem Meter hoch werden. Die unpaarig gefiederten Blätter sind wechselständig am Stängel angeordnet. Die einzelnen Blättchen weisen eine verkehrte eiförmige Struktur auf und sind im oberen Teil stark gesägt sowie von klebrigen Drüsenhaaren besetzt. Die Färbung der typischen Schmetterlingsblüten ist weiß, rosa bis violett. Die Hülse erscheint aufgeblasen sowie nickend und beinhaltet ein bis zwei unregelmäßige bis rundliche Samen, die in ihrer Farbe stark variieren können. Die Farbpalette

reicht von hellbraun, beige über rot, braun bis zu schwarz. Bereits vor 8000 Jahren wurde sie im Vorderen Orient kultiviert. Von dort aus drängte sie über Indien in das Mittelmeergebiet hinein. Die Kichererbse erlebte bei uns ihr Hoch zur Zeit des Mittelalters. Sie wurde als Nahrungsmittel sowie als Heilpflanze verwendet. Heute findet man sie in den derzeit sehr populären Gerichten wie Humus, Falafel, Samosa, usw. In Indien hingegen werden die Samen nicht nur für die menschliche Ernährung verwendet sondern auch als Futter für die Pferde genutzt. ("Kichererbse," n.d.)

3.6 Erdnüsse (*Arachis hypogaea* L.)

Die Erdnuss wird fälschlicherweise zu den Nüssen gezählt, da der morphologische Aufbau dem der Nüsse ähnlich ist. Die krautige Pflanze besitzt die für die Unterfamilie der Schmetterlingsblütler typischen paarig gefiederten Blätter. Die Blüten sind ebenfalls charakteristisch für diese Unterfamilie aufgebaut und besitzen eine leuchtend gelbe Farbe. Erfolgte eine Befruchtung, so verblühen die Blüten schon nach wenigen Stunden. Danach beginnt die Basis des Fruchtknotens nach unten (geotrop) zu wachsen (Karpophor= Fruchträger). Die typische Erdnusshülse beginnt sich an der Spitze des Karpophors auszubilden. Es kommt also zur Verlagerung der Frucht in den Boden ("Erdnuss," n.d.). Die Frucht besteht aus einem derben, holzigen Mesokarp. Die Samenanzahl reicht von ein bis vier. Diese sind von einer rötlichen, sehr dünnen Schale (Testa) umgeben. Anders als bei den Erbsen und Bohnen bleibt diese Frucht geschlossen. (Lieberei et al., 2012)

Es ist keine Wildform der heutigen *Arachis hypogaea* L. bekannt, da diese schon bei der Entdeckung Amerikas in der kultivierten Form vorzufinden war. Dadurch gelangte sie in die Tropengebiete der übrigen Welt. Der Ursprung soll demnach in Brasilien sein. Dort wurde sie vor ca. 3000 Jahren in die Kultur miteinbezogen. Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts kam die Erdnuss nach Europa. Der Anbau hielt sich aufgrund der Klimabedingungen aber immer schon in Grenzen. Wegen dem hohen Öl- sowie Eiweißgehalt ist die Erdnuss universell einsetzbar. In Afrika und in anderen subtropischen Ländern ist sie ein wichtiges Grundnahrungsmittel.

Aber auch die Reste, die bei der Ölgewinnung zurück bleiben, werden als Futtermittel genützt. Die Hülsen sind sehr rohfaserreich und werden daher als Brennmaterial verwendet. ("Erdnuss," n.d.)

4 Inhaltsstoffe

4.1 Nährstoffe

Allgemein sind Leguminosen für ihren hohen Proteinanteil und den maßgeblichen Anteil an Kohlenhydraten, welcher ca. 50-65% beträgt, bekannt. Ausgenommen davon sind Sojabohnen und verschiedene Arten der Gattung Lupine, welche einen sehr hohen Proteingehalt von ca. 30-40% aufweisen. Der Anteil an Kohlenhydraten ist bei diesen auf ca. 30-40% reduziert.

Der Ölgehalt kann bei Sojabohnen auf bis zu 20% ansteigen und bei der Gattung Lupine ca. 4-15% betragen, wobei dieser Anstieg wieder von der jeweiligen Art abhängig ist. Die Leguminosen, die einen höheren Gehalt an Kohlenhydraten aufweisen, erreichen meist nur einen Ölgehalt von ca. 2%.

4.1.1 Proteine

Mit einem Gehalt von ca. 20-40% an Proteinen ist dieser Anteil bei allen Hülsenfrüchten die wertschöpfende Komponente. Der Proteinanteil von Getreide liegt nur bei 10-15%. Aufgrund des hohen Gehaltes sind sie sehr reizvoll und im Gegensatz zu tierischen Proteinen ein kostengünstiger Proteinlieferant. Die biologische Wertigkeit der Proteine von Leguminosen liegt jedoch unterhalb der biologischen Wertigkeit von Proteinen tierischer Herkunft, da häufig die Verdaulichkeit gering, die Aminosäurezusammensetzung nicht ausgeglichen ist und auch antinutritive Inhaltsstoffe enthalten sind. (Rimbach et al., 2015)

Neben der Versorgung mit essentiellen Aminosäuren besitzen Hülsenfrüchte noch weitere funktionelle Eigenschaften, wie Emulgierung, Schaumbildung und Gelierung. Diese Eigenschaften sind von der Aminosäurezusammensetzung sowie Proteinstruktur und -konformation abhängig. Verarbeitungsbedingungen wie pH-Wert, Temperatur und Wechselwirkungen zwischen anderen Nahrungsbestandteilen haben auch einen Einfluss. Die Emulgierung ist auf die Hydrophobie sowie Hydrophilie der Proteine zurückzuführen. (Boye et al., 2010) Emulgatoren bilden einen Grenzflächenfilm und verhindern das Zusammenfließen der dispersen Phase. (Belitz et al., 2007, p. 65)

Proteine können anhand von Herkunft, Löslichkeit, physiologischer Funktion und Struktur unterteilt werden. Osborne (1924) teilt die Proteine nach ihrer Löslichkeit in folgende vier Klassen ein: (Oomah et al., 2011)

1. Albumine: löslich in Wasser
2. Globuline: löslich in wässrige NaCl-Lösung
3. Prolamine: löslich in 70% Ethanol
4. Gluteline: löslich in verdünnter Lauge

Den Hauptbestandteil der Leguminosen-Proteine bilden die Globuline, welche Speicherproteine sind. Diese werden vorwiegend während der Samenreife synthetisiert, anschließend im Proteinkörper akkumuliert und während der Keimung hydrolysiert, damit Kohlenstoff und Stickstoff für die Ontogenese des Keimlings bereitgestellt werden können. Grundsätzlich besitzen diese Proteine keine enzymatische Aktivität und weisen einen sehr geringen Gehalt an Aminosäuren mit schwefelhaltigen Seitenketten auf. Gemäß des Sedimentationskoeffizient (S) können die Globuline noch in die beiden Hauptkomponenten Vicilin (7S) und Legumin (11S) unterteilt werden. Vicilin und Legumin können, abhängig von der Herkunft, eine andere Bezeichnung, wie zum Beispiel Glycinin und Conglycinin (Soja) oder Arachin und Conarchin (Erdnuss), besitzen. Die Speicherproteine der Hülsenfrüchte 7S und 11S setzen sich aus mehreren Untereinheiten zusammen, wobei die 7S Glykoproteine eine trimere und die 11S Polypeptide eine hexamere Struktur besitzen. (Rimbach et al., 2015)

Die vorherrschenden Aminosäuren innerhalb dieser Proteine sind Lysin, Lecuin, Asparaginsäure, Glutaminsäure und Arginin. Die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein, aber auch die nicht-schwefelhaltige Aminosäure Tryptophan, kommen nur in sehr geringen Konzentrationen vor und sind daher auch limitierend für den Proteinaufbau. Albumine, Gluteline und Prolamine bilden den restlichen Anteil der Leguminosen-Proteine. Albumine enthalten enzymatische Proteine, Protease- und Amylase-Inhibitoren, aber auch Lektine. (Boye et al., 2010) Gluteline beinhalten im Gegensatz zu Globulinen größere Konzentrationen an den schwefelhaltigen Aminosäuren Cystein und Methionin. (Singh and Jambunathan, 1982)

Hülsenfrucht	Protein (g)	Fett (g)	Verdauliche KH (g)	Ballaststoffe (g)	Mineralstoffe (g)	Wasser (g)
Sojabohne	38,2	18,3	6,29	22	4,6	8,4
Erdnuss	29,8	48,1	7,48	11,7	2,22	5,21
Erbse	22,9	1,44	41,2	16,6	2,68	11
Kichererbse	18,6	5,92	44,3	15,5	2,94	8,77
Augenbohne	23,5	1,4	33,1	20,6	3,5	11,2
Gartenbohne	20,9	1,6	34,7	23,2	3,8	10,3
Linse	23,4	1,6	40,6	17	2,51	11,4

Abbildung 2: Zusammensetzung einiger Hülsenfrüchte pro 100 g Trockenmasse (Souci et al., 2008)

4.1.2 Kohlenhydrate

Bei Hülsenfrüchten, deren Fettgehalt sehr gering ist, bestehen ca. drei Viertel aller Kohlenhydrate aus Stärke. Fettreiche Hülsenfrüchte, wie Erdnüsse oder Sojabohnen, weisen nur einen geringen Stärkeanteil (ca. 7%) auf, enthalten jedoch zweimal mehr Saccharose (ca. 6%) wie beispielsweise Erbsen, Bohnen und Linsen. Allgemein ist der glykämische Index der Leguminosen im Vergleich zu Getreide sehr gering, da diese einen höheren Amylose-, aber auch Phytinsäuregehalt sowie eine Körnchenstruktur aufweisen und somit langsamer verdaut werden können bzw. die Magenentleerung verzögern. (Rimbach et al., 2015) Die meisten Oligosaccharide der Hülsenfrüchte zählen zur Gruppe der α -Galactoside, welche auch als RFO gekennzeichnet werden. Galactose liegt hier in einer α -D-1,6 glykosidischen Verbindung vor. Zu ihnen zählen Zucker wie Raffinose, Stachyose oder Verbascose. (Hedley, 2001) Nach dem Verzehr von Hülsenfrüchten kann es aufgrund der RFO zu Blähungen, Flatulenzen oder Diarrhoe kommen, da diese im Darm durch anaerobe Bakterien unter Bildung von CO_2 , CH_4 und H_2 zu Monosacchariden metabolisiert werden. (Belitz et al., 2007) Durch Einweichen der Hülsenfrüchte in Wasser oder Kochen kann die Verdaulichkeit der Hülsenfrüchte aufgrund einer Reduktion des Gehalts an Oligosacchariden verbessert werden. (Rochfort and Panozzo, 2007)

4.1.3 Ballaststoffe

Ballaststoffe oder Nicht-Stärke-Polysaccharide sind Bestandteile pflanzlicher Zellwände, die als Gerüstsubstanzen dienen und resistent gegenüber Verdauung bzw. Absorption im Dünndarm sind, aber im Dickdarm teilweise oder voll-

kommen fermentiert werden können. (Oomah et al., 2011) Ballaststoffe werden grundsätzlich in zwei Gruppen eingeteilt, in unlösliche und lösliche Ballaststoffe. Lignin und Zellulose sind unlösliche Ballaststoffe, die vom Darm nicht gelöst werden können. Dagegen können lösliche Ballaststoffe, wie beispielsweise Pektine zwar auch nicht verdaut, aber von der Flora des Dickdarms abgebaut und ihre Spaltprodukte absorbiert werden. Unverdauliche Kohlenhydrate, wie zum Beispiel die resistente Stärke, werden ebenfalls zu den Ballaststoffen gezählt. Des Weiteren können Ballaststoffe noch in Quell- oder Füllstoffe unterteilt werden. Quellstoffe besitzen den Vorteil, dass sie H₂O binden können, somit das Nahrungsvolumen im Magen erhöhen und dadurch eine längerfristige Sättigung erzielen und zum anderen auch die Darmperistaltik anregen können. Im Gegensatz zu den Füllstoffen kommt es jedoch im Laufe der Verdauung wieder zu einer Volumenabnahme. Füllstoffe (Cellulose, Hemicellulose und Lignin) regen somit die Darmperistaltik bis in die tiefen Darmabschnitte an. (Elmadfa and Leitzmann, 2015) Im Gegensatz zu anderen Lebensmitteln weisen Leguminosen einen relativ hohen Ballaststoffgehalt auf. (siehe Tab. 2) Dieser liegt bei den meisten Leguminosen zwischen 8% und 27%, wobei jedoch der Gehalt an unlöslichen Ballaststoffen höher ist, als jener der löslichen Ballaststoffe. Eigenschaften wie Wasserbindungsfähigkeit bzw. Quellfähigkeit verkürzen, aufgrund der Erhöhung der Darmperistaltik, die Transitzeit der Nahrung im Dickdarm und somit wird auch die Kontaktzeit von kanzerogenen Substanzen mit der Darmmukosa minimiert. Außerdem können Ballaststoffe Gallensäuren binden, dadurch eine Steigerung der Gallensäuresynthese initiieren und somit eine gleichzeitige Senkung des Cholesterins im Blut bewirken. Die Fähigkeit Kationen zu binden ist auf die sauren Polysaccharide, wie beispielsweise Pektine, zurückzuführen. Sie besitzen eine Carboxylgruppe, die Metallionen binden kann und somit bei einer zu hohen Ballaststoffzufuhr auch deren Absorption verhindert. (Sánchez-Chino et al., 2015; Tiwari and Cummins, 2011)

Ein Richtwert für die Ballaststoffzufuhr von 30g pro Tag wird empfohlen.(D-A-CH, 2015). Eine tägliche Ballaststoffaufnahme, die über 30-40g liegt, kann demnach die Absorption von Mineralstoffen (Calcium, Zink, Eisen, Magnesium)

negativ beeinflussen.(Elmadfa, 2015) Die nachfolgende Darstellung gibt Auskunft über den Ballaststoffgehalt diverser Lebensmittel:

Lebensmittel	Ballaststoffe (g/100g)
Karfiol (roh)	2,92
Kopfsalat (roh)	1,44
Brokkoli (roh)	3
Apfel	2,02
Linse (getrocknet)	17
Gartenbohne (Samen getrocknet)	23,2
Sojabohne (getrocknet)	22
Haferflocken (ganzes Korn)	10
Weizen (ganzes Korn)	13,3

Abbildung 3: Ballaststoffgehalt verschiedener Lebensmittel in g/100g (Souci et al., 2008)

4.1.4 Lipide

Hülsenfrüchte können aufgrund ihres Lipidgehaltes in zwei Hauptgruppen eingestuft werden. Die erste Hauptgruppe beinhaltet all jene mit geringem Fettgehalt (1-6%), wie Kichererbsen, Linsenbohnen, Bohnen, usw. und die zweite Gruppe entspricht jenen, die einen hohen Fettanteil, wie Erdnüsse und Sojabohnen (50% bzw. 18%) besitzen. (Sánchez-Chino et al., 2015)

Die Fettsäuren Palmitinsäure, Ölsäure, Linolsäure sowie Linolensäure machen den größten Anteil bei den Samen der Hülsenfrüchte aus. Die dominanten Fettsäuren bei Leguminosen mit wenigen Samen sind die Linol- und Linolensäure. Die Menge dieser einzelnen Fettsäuren ist jedoch abhängig von der Art sowie der geographischen Herkunft. (Satou and Nakamura, 2013)

Erdnüsse und Sojabohnen weichen in ihrer Zusammensetzung aufgrund eines höheren Fett- und eines niedrigeren Stärkegehalts deutlich von den anderen Hülsenfrüchten ab. Sojaöl besitzt einen relativ hohen Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren und ist hingegen arm an Palmitinsäure. Erdnussöl ist reich an Ölsäure, weist einen mittleren Gehalt an Linolsäure auf und ist somit stabiler als Sojaöl. (Rimbach et al., 2015, pp. 159-160)

4.1.5 Mineralstoffe, und Vitamine

Leguminosen sind eine wesentliche Quelle für Mineralstoffe. Insbesondere enthalten sie erhebliche Mengen an Eisen, Zink und Calcium. Bohnen können 10% bis 20% der Empfehlungen eines Erwachsenen in Bezug auf Mineralstoffe, wie Fe, P, Mg, Mn und in einem niedrigeren Anteil an Zn, Cu und Ca decken. Dennoch sind die Konzentrationen von Fe, Zn und Ca, im Vergleich zu Lebensmitteln tierischen Ursprungs, niedriger. (Sánchez-Chino et al., 2015)

Zudem sind Leguminosen eine gute Quelle für Vitamin B1 (Thiamin), Vitamin B2 (Riboflavin), Vitamin B3 (Niacin), Vitamin B6 sowie Vitamin E (Tocopherol) und Folat. (Oomah et al., 2011)

4.2 Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe

4.2.1 Antinutritive Inhaltsstoffe

Als antinutritive Inhaltsstoffe werden hemmende bzw. toxische Substanzen verstanden, die den gesundheitlichen Vorteil bzw. Nutzen eines Nahrungsmittels reduzieren. Per Definition werden sie als Moleküle bezeichnet, die den Prozess der Verdauung unterbrechen. Dennoch haben einige dieser Inhaltsstoffe durchaus positive Effekte auf die Gesundheit. Diese negativen als auch positiven Auswirkungen sind demnach von der Aufnahmemenge bzw. Konzentration abhängig. Wenn man bedenkt, dass ein/e ÖsterreicherIn im Jahr durchschnittlich 0,7 kg Hülsenfrüchte konsumiert, so fällt auf dass antinutritive Inhaltsstoffe in der Praxis an Relevanz verlieren. Die antinutritiven Inhaltsstoffe können in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden. Die erste Gruppe enthält Proteinverbindungen und beinhaltet Proteinaseinhibitoren, Lectine und bioaktive Peptide. Zur zweiten Gruppe zählen Verbindungen, welche keine Proteine enthalten – Alkaloide, Phytinsäure, Phenolverbindungen und Saponine. (Sánchez-Chino et al., 2015)

4.2.1.1 Proteinaseinhibitoren

Wie der Name bereits verrät, sind Proteinaseinhibitoren (Polypeptide) sogenannte „Enzymantagonisten“, welche die Aktivität von Proteasen, wie Trypsin, Chymotrypsin oder Elastase verringern. Diese Inhibitoren (Proteine) bilden mit

einem der oben genannten Proteasen einen Komplex und setzen so die Wirkung des Enzyms herab. Als Folge wird die Proteinbioverfügbarkeit eines aufgenommenen Nahrungsmittels verringert sowie ein Anstieg der Pankreassekretion hervorgerufen. Proteinaseinhibitoren können in ihrer Spezifität variieren und gleichzeitig auch zwei oder mehrere verschiedene Enzyme hemmen. (Rimbach et al., 2015, pp. 162-164) (Leitzmann and Mang, 2009, p. 119)

Sie werden nicht nur mit der Nahrung aufgenommen, sondern können auch vom menschlichen Körper selbst synthetisiert werden, wie beispielsweise das α -Antitrypsin in der Lunge. (Leitzmann and Mang, 2009, p. 119) Der Inhibitorgehalt ist in den Samen der Leguminosen, in der Knolle der Solanaceae und in Getreidekörnern sehr hoch und auch sehr stark von Sorte, Reifungsgrad sowie Lagerzeit abhängig. Bei Sojabohnen liegt dieser Gehalt bei ca. 20g/kg oder weiße Bohnen enthalten ca. 3,6g/kg. (Rimbach et al., 2015, pp. 162-164) (Leitzmann and Mang, 2009, p. 119)

Der Kunitz-Proteinaseinhibitor und der Bowman-Birk-Inhibitor sind zwei wesentliche Familien, die in zahlreichen Nahrungsmitteln in hohen Konzentrationen vorkommen. Der Kunitz-Inhibitor hemmt die Aktivität von Trypsin und der Bowman-Birk-Inhibitor ist ein doppelköpfiger Inhibitor, welcher die Aktivität von sowohl Trypsin als auch von Chymotrypsin hemmt. (Dia et al., 2012). Verglichen mit dem Kunitz-Inhibitor ist der Bowman-Birk-Inhibitor ein sehr thermostabiles Protein und somit verhältnismäßig stabil in Bezug auf Hitze und Säuren. (Rimbach et al., 2015)

Belitz und Weder zufolge, könnte die Menge an Trypsin und Chymotrypsin, die von Menschen täglich produziert wird (jeweils 1-2g) bei einer Aufnahme von 100g rohe Sojabohnen oder 200g Linsen bzw. anderen Hülsenfrüchten (beinhalten 2g Inhibitoren) vollständig inhibiert werden. (Belitz and Weder, 1990)

Ein wesentlicher Faktor bei dieser Studie ist, dass zur Beurteilung rohe Hülsenfrüchte herangezogen wurden. Durch Erhitzen kann der thermolabile Kunitz-Inhibitor thermisch denaturiert werden und somit die proteinaseinhibitorischen Eigenschaften vermindert bzw. die allgemeine Bekömmlichkeit verbessert werden. (Rimbach et al., 2015, pp. 162–164) (Leitzmann and Mang, 2009, p. 119) Hülsenfrüchte werden kaum roh verzehrt und die Auswirkungen nach dem Ver-

zehr von einzelnen Komponenten können nicht immer in direkten Zusammenhang mit Mahlzeiten, die aus mehreren Komponenten bestehen, gestellt werden. (Lajolo and Genovese, 2002)

Eine Studie mit Ratten zeigte, dass verarbeitete Sojaprodukte nur mehr rund 3% der ursprünglichen Trypsin-Inhibitor- Aktivität des Sojamehls enthalten. Das entspricht einer Inhibition von rund 2-5 µg Trypsin/mg Protein. (Burns, 1987)

4.2.1.2 α -Amylasen-Inhibitoren

Diese thermostabilen Proteine können die Pankreasamylase hemmen. Besonders in weißen Bohnen sind α -Amylase-Inhibitoren zu finden. (Rimbach et al., 2015, pp. 164) Eine Studie zeigt, dass α -Amylase-Inhibitoren von Kidney Bohnen nur einen geringen bis keinen Effekt auf den Stärkeabbau haben, weil sie im Magen sehr instabil sind und im Vergleich zu α -Amylasen in sehr geringen Konzentrationen vorkommen (Belitz and Weder, 1990). Bei einem üblichen Lebensmittelverzehr kommen, wie bei vielen anderen antinutritiven Inhaltsstoffen, die negativen Auswirkungen daher nicht zum Tragen. (Leitzmann and Mang, 2009) Eine Inaktivierung ist durch Erhitzung ebenfalls möglich. (Rimbach et al., 2015, pp. 164)

4.2.1.3 Lectine

Lectine (Phytohämagglutinine bzw. Hämagglutinine) sind Glykoproteine oder komplexe Proteine, die reversible an Kohlenhydrate oder Glykokonjugate binden können. Bei Pflanzen ist der Hauptanteil der Lectine in den Kotyledonen sowie dem Endosperm der Samen zu finden. Lectine können an Erythrozyten binden und diese anschließend agglutinieren. (Sánchez-Chino et al., 2015) (Champ, 2002) Außerdem können diese auch zu einer schweren Schädigung des Stoffwechsels führen, da sie sich an die Epithelzellen der Darmzotten heften. (Belitz et al., 2007, p. 783) Der Gehalt an Lectinen in Leguminosen variiert sehr stark. Bei Kidneybohnen bestehen 2,4-5% der Proteine (17-23%) aus Lectinen. Sojabohnen sowie Limabohnen enthalten 0,8% Lectine bei einem Gesamtproteingehalt von 34% bzw. 21%. (Zhang et al., 2009)

Erhitzen, z.B. Kochen, denaturiert die Lectine und senkt so deren nachteilige Wirkungen. Armour et al. geben an, dass Soja-Lectine vollständig bei einer 10-minütigen thermischen Behandlung von 100 °C inaktiviert werden können. (Armour et al., 1998)

Eine zu geringe Hitzeeinwirkung oder zu langsames Kochen kann jedoch zu einer unvollständigen Inaktivierung führen, da hier dennoch Restmengen toxischer Lectine enthalten sein können. (Sánchez-Chino et al., 2015)(Champ, 2002)

4.2.1.4 Cyanogene Glykoside

Cyanogene Glykoside, sind Zuckerverbindungen, die Blausäure (HCN) freisetzen können. Sie sind in den Samen einiger Bohnenarten, wie zum Beispiel der Limabohne zu finden und können bei Zufuhr von großen Mengen eine Atemnot hervorrufen. (Champ, 2002) Durch Zerstörung der Zellwandstruktur (Zerkleinern) beginnt der Abbau des cyanogenen Glykosids durch das Enzym (β -Glucosidase), welches sonst vom Substrat getrennt lokalisiert ist und dadurch kommt es zur Freisetzung von HCN. Um die Samen zu entgiften werden sie zerkleinert und angefeuchtet. Anschließend wird die freiwerdende Blausäure durch Erhitzen entfernt. (Belitz et al., 2007, pp. 784–786)

Lebensmittel	HCN (mg/100g)
Limabohne	210-310
Erbse	2,3
Bohne	2,0
Kichererbse	0,8

Abbildung 4 (modif.): Menge an gebundener Blausäure in Lebensmittel, die cyanogene Glykoside enthalten. (Belitz et al., 2007)

4.2.1.5 Saponine

Saponine, deren Name von der Schaumbildungsfähigkeit in wässrigen Lösungen abgeleitet wurde, bilden eine komplexe und chemisch abwechslungsreiche Gruppe von Verbindungen. Sie enthalten einen polaren Zuckeranteil (Pentosen, Hexosen, Uronsäure) und einen unpolaren Anteil, das so genannte Sapogenin. Abhängig vom Typ des Sapogenins, unterscheidet man zwischen Steroid-Saponinen und Triterpen-Saponinen. Die Letzteren sind weit verbreitet und sehr typisch für Hülsenfrüchte. Aufgrund der hämolytischen Aktivität bei Fischen und kaltblütigen Tieren werden Saponine zu den antinutritiven Inhaltsstoffen gezählt. Darüber hinaus produzieren sie bei hohen Konzentrationen einen bitteren Geschmack. (Sánchez-Chino et al., 2015) Da Saponine vom Menschen schlecht absorbiert werden, kann deren toxische Wirkung vernachlässigt werden. (Belitz et al., 2007, pp. 786–787) Saponine entfalten ihre Wirkungen zum Großteil im Gastrointestinaltrakt und können zusammen mit Cholesterin, Ergosterin, aber auch 7-Dehydrocholesterin einen Komplex bilden. (Belitz et al., 2007, pp. 786–787) Diese Fähigkeit könnte unter anderem ein Grund für die hypocholesterinämische Eigenschaft sein. Außerdem wird den Saponinen *In vitro* eine immunstimulatorische und eine antikarzinogene Wirkung nachgesagt. Der Gehalt an Saponinen der einzelnen Arten kann von Sorte zu Sorte variieren, da dieser auch von den Anbaubedingungen (Bewässerung, Bodenart, Klima, ...) abhängig ist. Die Sojabohne weist den höchsten Saponingehalt unter allen Bohnensorten auf. Diese sind allerdings nicht toxisch. Saponine sind thermisch empfindlich. Beim Einweichen und Blanchieren werden Teile von Saponinen im Wasser aufgelöst. (Shi et al., 2004) Bei zwei geschälten Varietäten der Faba -Bohnen konnte alleine durch das Einweichen eine Reduktion von 26% -29 % des Saponingehalts erreicht werden. (Sharma and Sehgal, 1992) Urbohnen sowie Kichererbsen wiesen nach dem Kochen einen Saponingehalt auf, der 7-17 % unterhalb des Ausgangswertes lag. Bei Faba-Bohnen konnte sogar eine Reduktion von 35 % erreicht werden. (Jood et al., 1986)

4.2.1.6 Phytinsäure

Hülsenfrüchte dienen als Quelle für Mineralstoffe. Trotzdem ist ihre Bioverfügbarkeit aufgrund der Anwesenheit von Phytinsäure (= Phytat, IP6) geringer als in anderen Lebensmitteln. Phytinsäure besitzt komplexbildende Eigenschaften, wodurch Mineralstoffe wie Eisen, Zink und Calcium gebunden werden können. Dadurch kann es zu einer dosisabhängigen Hemmung der Absorption dieser Mineralstoffe kommen. (Sandberg, 2002) Ebenso kann es toxische Metalle, wie Cadmium (Cd) oder Palladium (Pd), binden und so einen positiven Effekt auf unsere Gesundheit bewirken. (Sánchez-Chino et al., 2015) Phytinsäure ist die wichtigste Speicherform von Phosphor in Pflanzen und kann durch Phytasen während der Verdauung oder Verarbeitung abgebaut werden. Abhängig von der Abspaltung der Phosphorsäurereste, kann eine Verbesserung in Bezug auf die ernährungsphysiologische Eigenschaft, hinsichtlich der Komplexbildung von Metall erreicht werden. Der Gehalt von Phytinsäure liegt bei den Leguminosen bei ca. 2% und diese befindet sich in dem Proteinkörper des Endosperms. (Belitz et al., 2007; Rochfort and Panozzo, 2007; Sandberg, 2002)

Eine Studie hat den dosisabhängigen Effekt von Phytinsäure auf die Aufnahme von Zink und Calcium untersucht. Die Zugabe von 50 mg Phytat oder mehr verringerte die Zinkabsorption signifikant im Vergleich zur Testmahlzeit, welcher kein Phytat zugefügt wurde. Die Calciumabsorption wurde signifikant bei einer Zugabe von 100 mg Phytat oder mehr gehemmt. (Fredlund et al., 2006)

Phytinsäure kann, wie Saponine, durch Keimung der Samen, aber auch durch Wässern und Kochen reduziert werden. (Champ, 2002; Rochfort and Panozzo, 2007)

4.2.2 Phytoöstrogene

Phytoöstrogene sind im strukturellen Aufbau dem weiblichen Sexualhormon, 17- β Östradiol, sehr ähnlich. Aufgrund dieser Ähnlichkeit können sie an Östrogenrezeptoren andocken und entfalten daher eine ähnliche Wirkung wie das weibliche Sexualhormon, jedoch in einem viel geringeren Ausmaß. (Belitz et al., 2007, p. 786) Phytoöstrogene können in folgende drei Strukturklassen, die alle zu den Polyphenolen zählen, unterteilt werden: Isoflavonoide, Coumestane und

Lignane. Sie treten bei vielen Pflanzenarten auf, werden aber von Menschen nur in einem geringen Maß aufgenommen. Isoflavonoide kommen bei jenen Pflanzenfamilien vor, die eine Isoflavon-Synthase exprimieren, also Flavonoide in Isoflavonoide umwandeln können. Eine sehr wesentliche Nahrungsquelle für die Isoflavonoide, Genistein, Daidzein und Glycitein ist die Sojabohne. Dort kommen sie überwiegend als Glykoside vor. Aber auch bei anderen Fabaceen sind die Isoflavonoide vertreten. Hauptquelle für Lignane, die im Pflanzenreich weiter verbreitet sind, sind Leinsamen, Vollkornprodukte, insbesondere Roggen und Kleie, sowie zahlreiche Obst –und Gemüsesorten. Den Phytoöstrogenen wird derzeit sehr viel Aufmerksamkeit geschenkt, da sie möglicherweise für die Prävention einer Reihe von hormonbedingten Erkrankungen eingesetzt werden können, so beispielsweise bei der Krebsprävention, gegen menopausale Symptome, aber auch bei koronaren Herzerkrankungen oder Osteoporose.

Es wurde 2013 eine Metaanalyse von 12 Fall-Kontroll- sowie Kohortenstudien veröffentlicht, die den Zusammenhang von Brustkrebs sowie der Isoflavonoidaufnahme untersuchte. Es konnte gezeigt werden, dass bei asiatischen Frauen, bei einer hohen Aufnahme von Isoflavonoiden im Vergleich zu einer niedrigen Aufnahme das Risiko für Brustkrebs um 30% verringert werden konnte. Diese Reduktion ist bei postmenopausalen Frauen noch signifikanter. Bei Frauen westlicher Populationen konnte dieser Effekt nicht beobachtet werden. Möglicherweise ist das auf die unterschiedliche Isoflavonoiddosis der beiden Populationen zurückzuführen. (Xi et al., 2013)

Eine systematische Übersicht, die In- vitro - als auch Tierstudien zusammenfasst, wurde auch 2013 veröffentlicht. Ein positiver Effekt auf die Knochengesundheit konnte mit Hilfe einer Isoflavonoidsupplementation erreicht werden. Es konnte die Knochenmineraldichte signifikant (um 54%) gesteigert werden und der Knochenabsorptionsmarker wurde um 23% verringert über den Urin ausgeschieden. (Castelo-Branco and Soveral, 2013)

4.2.3 Phytosterine

Phytosterine bzw. Phytosterole sind Strukturkomponenten, die vorwiegend in der pflanzlichen Zellmembran zu finden sind. Bei Hülsenfrüchten kommen sie

jedoch nur in geringen Mengen vor, wobei Beta-Sitosterol, Stigmasterol und Campesterol die Häufigsten sind. (Rochfort and Panozzo, 2007) Der Gehalt an Phytosterolen variiert bei den Leguminosen sehr stark. Kidneybohnen weisen beispielsweise einen Gehalt von 134mg/100g. Erbsen dagegen einen deutlich höheren Gehalt von 242mg /100g. (Campos-Vega et al., 2010)

Vergleicht man die chemische Struktur der pflanzlichen Sterine mit jener der tierischen (z.B. Cholesterin), so ist eine Analogie erkennbar. Das Phytosterol weist zusätzlich noch eine Methyl- oder Ethylseitenkette auf. Aufgrund dieser strukturellen Unterschiede werden Phytosterole in einem geringeren Maß (5%) absorbiert. (Elmadfa, 2015)

Bei einer täglichen Zufuhr von 0,5 bis 3,0 g Phytosterol kann die Cholesterinkonzentration im Blut signifikant gesenkt werden. Dieser primäre cholesterinsenkende Wirkmechanismus ist auf eine Hemmung der Cholesterolabsorption im Darm zurückzuführen. (Watzl, 2012)

Eine Studie, die über einen Zeitraum von sieben Wochen durchgeführt wurde und an der Personen teilnahmen, die eine Diät durchführten, die aus Bohnen, Linsen und Erbsen bestand, ergab eine signifikante Abnahme des LDL-Cholesterin im Serum. (Duane, 1997) Im deutschen Ernährungsbericht 2012 schlussfolgerte Watzl jedoch, dass derzeit kontrollierte randomisierte Interventionsstudien fehlen, die einen direkten Einfluss von Phytosterolen auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen belegen könnten. (Watzl, 2012)

5 Ernährungsphysiologische Wirkung der Inhaltsstoffe

Aufgrund der hohen Anteile von Nährstoffen, insbesondere von Proteinen und Ballaststoffen und bioaktiven Komponenten, ist der Konsum von Hülsenfrüchten vorteilhaft und besonders relevant für die Behandlung von Adipositas und die damit verbundenen Co-Morbiditäten. Der hohe Proteingehalt von Hülsenfrüchten stellt einen guten Ersatz für tierische Proteine dar. Darüber hinaus kann die Sättigung dazu beitragen Faktoren zu überwinden, die zu einem erhöhten Konsum führen. Der hohe Ballaststoffgehalt und die reduzierte Verdaulichkeit von Hülsenfrüchten wirken sich positiv auf den Glukose- und Lipidstoffwechsel aus. Hülsenfrüchte enthalten wichtige Vitamine und Mineralien sowie eine Vielzahl von anderen bioaktiven Substanzen, einschließlich sekundärer Pflanzenstoffe, die die freie radikalvermittelte zelluläre Signalübertragung einschränken und Entzündungen sowie nachteilige kardiovaskuläre Ereignisse abschwächen. (Rebello et al., 2014) Die vorteilhafte Wirkung der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe wurde in vielen Studien mit rohen Hülsenfrüchten dargelegt. Es ist bekannt, dass die thermische Bearbeitung von Hülsenfrüchten den Gehalt dieser Pflanzeninhaltsstoffe reduziert, daher ist es wichtig den Effekt des Kochens auf diese bioaktiven Eigenschaften bei Hülsenfrüchten zu bewerten. Dennoch konnte mit Studien nachgewiesen werden, dass thermisch behandelte Hülsenfrüchte In-vitro als auch In-vivo positive Effekte auf die Gesundheit haben. (López-Martínez et al., 2017) So können Leguminosen bei der Prävention und Behandlung von Fettleibigkeit und chronischen Krankheiten, einschließlich Diabetes und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, empfohlen werden. (Rebello et al., 2014)

5.1 Antikancerogene Wirkung

Champ (2002) gibt an, dass antikancerogene Wirkungen von Proteaseninhibitoren, Phytinsäure, Phytoöstrogenen, aber auch Saponinen und anderen Phenolen bereits bekannt sind. Außerdem verkürzen Ballaststoffe die Transitzeit im Darm und folglich kommt es zu einer kürzeren Kontaktzeit zwischen kancerogenen Substanzen und der Darmschleimhaut. Eine weitere Funktion der Bal-

laststoffe ist die Bindung von Gallensäuren. Denn Darmbakterien können aus Gallensäuren kanzerogene Stoffe bilden. (Elmadfa, 2015)

Tierstudien, In-vitro-Zellkulturen und epidemiologische Daten zeigten niedrige Krebsmortalitätsraten bei menschlichen Populationen mit einer hohen Aufnahme von Proteaseinhibitoren. (Thompson, 1993)(Clemente and Domoney, 2001)

Anhand einer In-vitro-Studie konnte gezeigt werden, dass Proteaseninhibitoren von zwei rekombinanten Erbsen (*Pisum sativum* L.) zu einer dosisabhängigen Abnahme des Wachstums von humanen kolorektalen Adenokarzinom-HT29-Zellen führen. Es wurde der Effekt eines Bowman- Birk Inhibitor der Sojabohne mit den beiden Proteaseninhibitoren der Erbsen verglichen. Einer der beiden Erbsen- Proteaseinhibitoren zeigte eine stärkere Aktivität als der Bowman-Birk Inhibitor der Sojabohne. Der Aufbau der Inhibitoren könnte also für die antikanzerogene Wirkung von Bedeutung sein. (Clemente et al., 2005)

Eine In- vitro – Studie, die das Potential von Bowman-Birk Trypsin Inhibitoren der Faba – Bohnen (*Vicia faba* cv. Giza 843) auf HepG2 Hepatomazellen untersuchte, zeigte positive Eigenschaften. Die Bowman-Birk Inhibitoren zeigten antiproliferative Aktivität im Bezug auf die HepG2 Hepatomazellen, die auf eine Kondensation von Chromatin und Zellapoptose zurückzuführen ist. (Fei Fang et al., 2011)

Phytinsäure zeigt, neben einer Risikosenkung für Darmkrebs, der durch Eisen mitverursacht wird, auch weitere Anti-Krebs-Wirkungen gegen eine Vielzahl von experimentellen Tumoren. (Champ, 2002)

Den Isoflavonen aus der Sojabohne konnte In-vitro auch antikanzerogene Eigenschaften zugeschrieben sowie eine Reduktion des Risikos für Prostatakrebs. So konnte nachgewiesen werden, dass Genistein und Daidzein einen Zelltod (Apoptose) bei karzinogenen Zellen induzieren. (Hsu et al., 2006) Bei den Saponinen werden verschiedene Wirkmechanismen diskutiert. Saponine binden Gallensäuren, welche die epitheliale Darmzellproliferation fördert. Aufgrund dieser Bindung ist eine Regulation der Proliferation möglich. (Shi et al., 2004)

Chang et. al haben eine Studie veröffentlicht, die gezeigt hat das Sojasaponin I die Expression von R-2,3 Sialinsäure auf der Zelloberfläche unterdrückt und

somit auch die Bildung von Metastasen der Melanomzellen. Diese antikarzinogene Wirkung kann teilweise auch auf die Hemmung von Sialintransferase, die die Übertragung von Sialinsäure auf Zucker katalysiert, zurückgeführt werden. Eine verstärkte Sialylierung korreliert mit der onkogenen Transformation als auch Metastasenbildung. (Chang et al., 2006) Außerdem können Saponine direkt toxisch auf Krebszellen wirken und das Immunsystem modulieren. (Shi et al., 2004)

5.2 Blutzucker - und insulinbeeinflussende Wirkung

Es wird davon ausgegangen, dass die bioaktiven Substanzen Phytinsäure, Lektine, Amylase-Inhibitoren und Polyphenole einen Einfluss auf den Blutzucker und den Insulinspiegel haben. Amylase-Inhibitoren senken die Stärkeverdauung, wodurch es zu einer Abnahme des Blutzuckerspiegels kommt. Hülsenfrüchte zählen zu den Lebensmitteln mit einem sehr niedrigen glykämischen Index, da sie einen hohen Gehalt an Stärke und Ballaststoffen aufweisen. Eine erhöhte Aufnahme von Leguminosen würde helfen die glykämische Kontrolle zu verbessern und das Auftreten von Diabetes zu verringern. (Campos-Vega et al., 2010)

Chandalia et al. (2000) untersuchten die Auswirkungen des Konsums zweier Diäten für sechs Wochen bei 13 Patienten mit Diabetes Typ 2. Die Kontrollgruppe verzehrte täglich insgesamt 24 g Ballaststoffe (bestehend aus 8 g löslicher Ballaststoffe zusätzlich zu 16 g unlöslicher Ballaststoffe). Die andere Gruppe erhielt täglich 50 g Ballaststoffe (bestehend aus 25 g löslicher Ballaststoffe und 25 g unlöslicher Ballaststoffe). Die hohe Aufnahme von Ballaststoffen, insbesondere des löslichen Anteils, verbesserte die Blutzuckerkontrolle, senkte die Hyperinsulinämie und verringerte die Lipidkonzentration im Plasma. (Chandalia et al., 2000)

Es gibt eine Reihe von Mechanismen, die den Zusammenhang von Ballaststoffzufuhr und Senkung des Diabetes Typ 2 Risikos erklären. Die Viskosität der löslichen Ballaststoffe hat jedoch einen wesentlichen Einfluss. Sie führt zu einer Verzögerung der Magenentleerung und somit auch zu einer verlangsamten Nährstoff- bzw. Glucoseabsorption. Zudem können aufgrund der Fermentierung

von löslichen Ballaststoffen durch die Darmmikrobiota in kurzkettige Fettsäuren (SCFAs) Entzündungsreaktionen, welche die Insulinwirkung negativ beeinflussen, gehemmt werden. (Ismail et al., 2016)

Eine randomisierte Kontrollstudie, die drei Monate andauerte, untersuchte den Effekt von Hülsenfrüchten als Teil einer Diät auf die glykämische Kontrolle. 121 Personen mit Typ 2 Diabetes wurden einer Diät mit niedrigem glykämischen Index und einer Portion Hülsenfrüchte (190 g) pro Tag oder einer Diät, die Vollkornweizenprodukte enthielt, zugeteilt. Die Ernährung, welche Leguminosen enthielt, verringerte den HbA1c –Wert um 0,5%. Die Diät mit Weizenvollkornprodukten dezimierte den HbA1c- Wert um nur 0,3%. (Jenkins et al., 2012)

2010 wurde eine randomisierte Cross-over-Studie an 30 Patienten mit Typ-2-Diabetes durchgeführt, um die Wirkung von gekochten Linsen auf das Blutzucker- und Lipidprofil zu untersuchen. Die Kontrollgruppe erhielt eine "normalen Diät", während die Behandlungsgruppe die Kontrollgruppen-Diät plus 50 mg gekochter Linsen erhielt. Es konnte gezeigt werden, dass der Verzehr von thermisch behandelten Linsen den Gesamt-Cholesterinspiegel und den Nüchtern-Plasmaglukosespiegel signifikant senkte, so dass gekochte Linsen eine Alternative zur Kontrolle des Nüchternblutzuckerspiegels und des Serum-Gesamtcholesterins darstellen könnten. (Shams et al., 2010)

5.3 Einfluss auf das Herz-Kreislauf-System

Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems bildeten auch im Jahr 2016 wieder die Spitze der Todesursachen. (Statistik Austria, 2016) Neben anderen Risikofaktoren spielt das Verhältnis von LDL zu HDL eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

Eine Studie ermittelte die cholesterinsenkende Wirkung von sechs verschiedenen, thermisch behandelten Leguminosen bei 20 Personen mit mäßig erhöhtem Serumcholesterinspiegel. Es konnte bei den StudienteilnehmerInnen, die zwei Wochen lang Leguminosen zu sich nahmen, allgemein ein rückläufiger Trend

von Gesamt – sowie LDL-Cholesterinspiegel vermerkt werden. Allerdings gab es nur bei den Kidneybohnen sowohl für das Gesamtcholesterin (6%) als auch für das LDL-Cholesterin (9%) und bei den Erdnüssen für das Gesamtcholesterin (7%) signifikante Abnahmen. Für das HDL-Cholesterin konnte kein signifikanter Anstieg beobachtet werden. (Trinidad et al., 2010)

Für die cholesterinsenkende Wirkung von Ballaststoffen werden einige Mechanismen diskutiert. Eine Hypothese besagt, dass Ballaststoffe Gallensäuren binden und somit diese dem enterohepatischen Kreislauf entziehen und daher zur Synthetisierung der Gallensäuren Cholesterin herangezogen werden muss. (Campos-Vega et al., 2010) Bei einem Leguminosen-Konsum von mehr als viermal die Woche, verglichen mit weniger als ein Mal die Woche, konnte das Risiko für CHD um 22% verringert werden. (Bazzano et al., 2002)(Flight and Clifton, 2006) Darüber hinaus besitzen Hülsenfrüchte im Allgemeinen einen niedrigen Natriumgehalt und sind reich an Mineralien, wie Kalium, Calcium und Magnesium. Eine niedrige Aufnahme von Natrium und eine hohe Nahrungsaufnahme von Kalium, Calcium und Magnesium wurden mit einem reduzierten Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen (CHD) assoziiert. (Anderson et al., 1999)(He et al., 1999)

Eine Metanalyse von elf randomisierten kontrollierten Studien untersuchte den Einfluss von Soja-Isoflavonen auf das Lipidprofil und zeigte eine signifikante Reduktion des Gesamtcholesterins (1,77 %) und eine Verringerung des LDL-Cholesterins. (3,58%) Die Abnahme des LDL-Cholesterins war jedoch größer bei Personen mit hohem Cholesterinspiegel als bei jenen mit „normalem“ Cholesterinspiegel. (Taku et al., 2007)

Kürzlich wurde eine Metaanalyse, durchgeführt die den Zusammenhang von Leguminosenkonsum und kardiovaskulären Erkrankungen untersuchte. Es wurde insgesamt ein vermindertes Risiko von 10% für CVD beobachtet. Marventano et al. (2017) geben für diese vorteilhafte Wirkung der Hülsenfrüchte eine sehr plausible Erklärung ab. Hülsenfrüchte sind allgemein häufig Teil einer gesunden Ernährung, substituieren oft ungesunde Proteinquellen und besitzen eine Vielzahl von bioaktiven Substanzen. (Marventano et al., 2017)

5.4 Adipositas Prävention und Therapie

Proteine können den Gewichtsverlust durch Erhöhung des Energieverbrauchs und durch das auftretende Sättigungsgefühl fördern. Die Proteinaufnahme beeinflusst den Energieaufwand primär vor allem durch ihre Auswirkungen auf die nahrungsinduzierte Thermogenese. Ballaststoffe verlängern die Transitzeit durch den Gastrointestinaltrakt, wodurch die Wechselwirkung zwischen Darmwand und Nährstoffen verbessert wird und appetitregulierende Hormone stimuliert werden. Ballaststoffe begrenzen die Aufnahme durch die Stimulierung der Sekretion von Speichel und Magensaft, welche eine Magendehnung verursachen und wodurch die Sättigung zusätzlich gefördert wird. (Rebello et al., 2014) Eine Studie ergab einen größeren Gewichtsverlust bei einer Low-Energy-Diät mit Hülsenfrüchten (30% Energieeinschränkung) als bei der ebenfalls energiebegrenzten Kontrolldiät ohne Hülsenfrüchte. (Acht Wochen; 4 Portionen pro Woche) (Hermsdorff et al., 2011)

6 Favismus

Als Favismus wird ein krankhafter Verlauf bezeichnet, der beim Menschen durch akute Hämolyse charakterisiert, auf einen G6PD-Mangel (Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase-Mangel) zurückzuführen ist und durch den Verzehr von Ackerbohnen (*Vicia faba*) ausgelöst wird. Der X-chromosomal-rezessiv vererbte Gendefekt ist besonders bei Menschen asiatischer und afrikanischer Abstammung sowie bei Afroamerikanern und in mediterranen Populationen weit verbreitet, da *Vicia faba* dort als wesentliche Proteinquelle gilt. (Brandt et al., 2008) Der Mechanismus zur Entstehung von Favismus ist heutzutage schon gut erforscht. Auslöser in den Ackerbohnen sind die beiden Glukoside Vicin und Convicin. Diese werden von den beta-Glukosidasen im Verdauungstrakt aufgespaltet und die beiden Aglycone Divicin und Isouramil werden freigesetzt. Hauptaufgabe des Enzyms G6PD ist die Bereitstellung von NADPH, um mit Hilfe der Glutathion-Reduktase das Glutathion zu reduzieren (= Antioxidans). Es schützt die Erythrozyten vor oxidativem Stress. Die beiden Favissubstanzen Divicin und Isouramil bewirken in oxidierter Form eine rasante Oxidation des Glutathions in den roten Blutkörperchen. Bei Fehlen von G6PD kann kein reduziertes Glutathion bereitgestellt werden und es kommt somit zu hämolytischen Erscheinungen. (siehe Abb. 2) (Schuurman et al., 2009) Andere Leguminosen enthalten im Vergleich zu *Vicia faba* sehr geringe Mengen an Vicin und Convicin. (Champ, 2002)

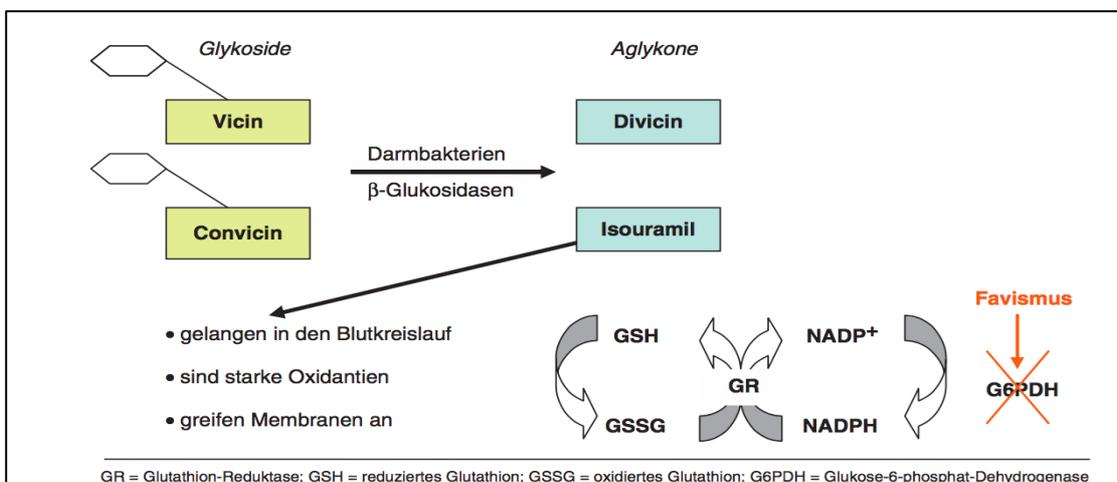


Abbildung 5: Entstehung von Favismus (Rimbach et al., 2015, p. 166)

7 Verbrauchsdaten / Verzehrshäufigkeit

Weltweit ist der Verbrauch von Hülsenfrüchten (ohne Sojaprodukte) angestiegen. Die FAO gibt hier an, dass 1993 durchschnittlich noch 5,81 kg/Kopf/Jahr verzehrt wurden, wohingegen 2013 der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch bereits bei 7,21 kg lag. Im Vergleich dazu liegt der weltweit durchschnittliche Fleischkonsum bei 43,22 kg/Kopf/Jahr. Die „Least Developed Countries“ („Vierte Welt Länder“) verzeichnen seit 1993 ebenfalls einen Anstieg des jährlichen Pro-Kopf-Verbrauchs an Hülsenfrüchten. So lag dieser 2013 bei 12,22 kg/Kopf/Jahr. Obwohl Hülsenfrüchte eine ernährungsphysiologisch sehr vorteilhafte Zusammensetzung aufweisen, zeigen die Daten einen geringen Verzehr in den westlichen Industrienationen.

Wie in Abb. 6 ersichtlich, zeigt die Statistik aus dem Jahr 2013 eindeutig, dass Brasilien, Mexiko und Afrika beim durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch vor den USA und Europa liegen. Australien und Neuseeland liegen im kontinentalen Vergleich an letzter Stelle. Innerhalb Europas können deutliche Schwankungen verzeichnet werden. So liegt Südeuropa mit 5,19 kg/Kopf/Jahr eindeutig vor Nord- und Osteuropa. Westeuropa konsumiert nur wenige Hülsenfrüchte.

Laut Statistik Austria hat der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch in Österreich seit dem Jahr 2013 um 0,2 kg zugenommen. In den Jahren 2015/2016 wurden 0,7 kg/Kopf/Jahr konsumiert. Im Vergleich dazu wieder der Fleischkonsum, der in Österreich im Jahr 2015 65,1 kg pro Kopf beträgt, wobei 2/3 davon in Form von Schweinefleisch konsumiert wurden. Betrachtet man die Aufnahmemenge, so fällt auf, dass die negativen sowie positiven Effekte bzw. das präventive Potential der Hülsenfrüchte, in Kapitel vier bis fünf beschrieben, nur in einem sehr geringen Maß zum Tragen kommen.

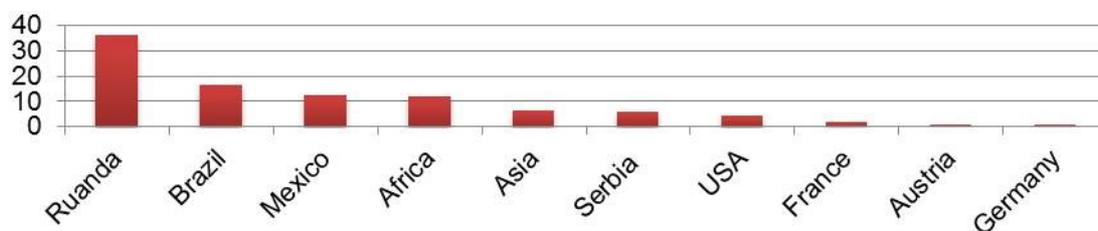


Abbildung 6: Hülsenfrüchte (ohne Sojaprodukte) in kg/Kopf/Jahr ("FAOSTAT," 2016)

8 Produktionsdaten

8.1 Weltweite Produktion

Innerhalb der Leguminosen sind die Sojabohnen mit 306,2 Mio. Tonnen die weltweit am meisten produzierte Art. Die Länder Brasilien und Argentinien nehmen die ersten beiden Plätze bei der Weltproduktion ein. Europaweit bildet die Ukraine eindeutig die Spitze der Sojaproduktion. ("FAOSTAT," 2016) Im Jahr 2016 waren 78% der weltweit angebauten Sojabohnen gentechnisch modifiziert. (James, 2016)

Die gentechnisch modifizierte bzw. herbizidresistente Sojabohne von Monsanto kam erstmals 1996 in den USA auf den Markt. Heute werden rund 35 Mio. Tonnen Sojabohnen bzw. Sojaschrot aus Nord- sowie Südamerika in die EU importiert. GVOs werden derzeit sehr kontrovers diskutiert, da sie zum einen Ertragszuwächse ermöglichen, andererseits aber auch möglicherweise gesundheitsschädliche sowie umweltunverträgliche Nachteile mit sich bringen. In der EU ist der Anbau von Gensoja nicht zugelassen, jedoch steigt die Nachfrage an Futtermittel aufgrund unseres zunehmenden Fleischkonsums stetig. Die Erzeugung tierischer Nahrungsmittel auf dem momentanen Niveau, wäre ohne diese Importe nicht möglich. ("Futtermittel," 2017) Um Sojaimporte zu minimieren bzw. den Einsatz von gentechnisch veränderten Futtermittel in Österreich zu reduzieren, gibt es zahlreiche Projekte und Initiativen, die den heimischen Anbau von Soja bzw. Hülsenfrüchte unterstützen.

An zweiter Stelle der weltweiten Produktion befinden sich die getrockneten Bohnen, die alle der Gattung Phaseolus (Kidneybohnen, Limabohnen, usw.) entspringen. Die getrockneten Bohnen sind nach dem Mais in vielen Ländern die zweitwichtigste Nahrungsquelle. Myanmar, Brasilien und Indien sind die weltweiten Produzenten und innerhalb Europas produziert Weißrussland die meisten getrockneten Bohnen. Kichererbsen, als die Art, welche den dritten Platz der weltweiten Produktion belegt, werden am häufigsten in Indien produziert. Australien liegt mit großem Abstand an zweiter Stelle der weltweiten Produktion.

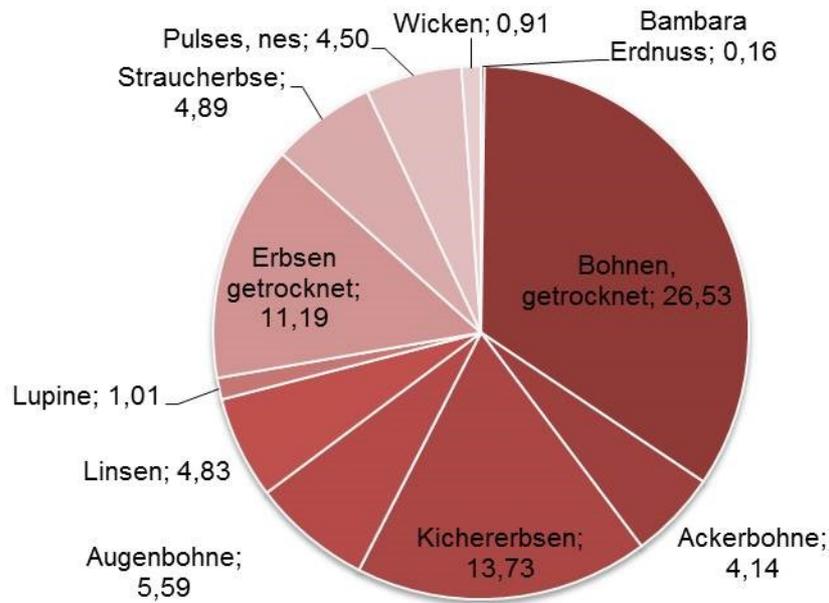


Abbildung 7: Weltweiter Anbau von Leguminosen in Mio. Tonnen 2014 (exkl. Sojabohnen) ("FAOSTAT," 2016)

Weltweit wurden im Jahr 2014 rund 77,5 Mio. Tonnen Hülsenfrüchte (exl. Sojabohnen) produziert, wobei Indien, Myanmar sowie Kanada zu den Hauptproduzenten zählen. Die „Top Five“ der Produzenten sind für 50% der Weltproduktion verantwortlich. ("FAOSTAT," 2016)

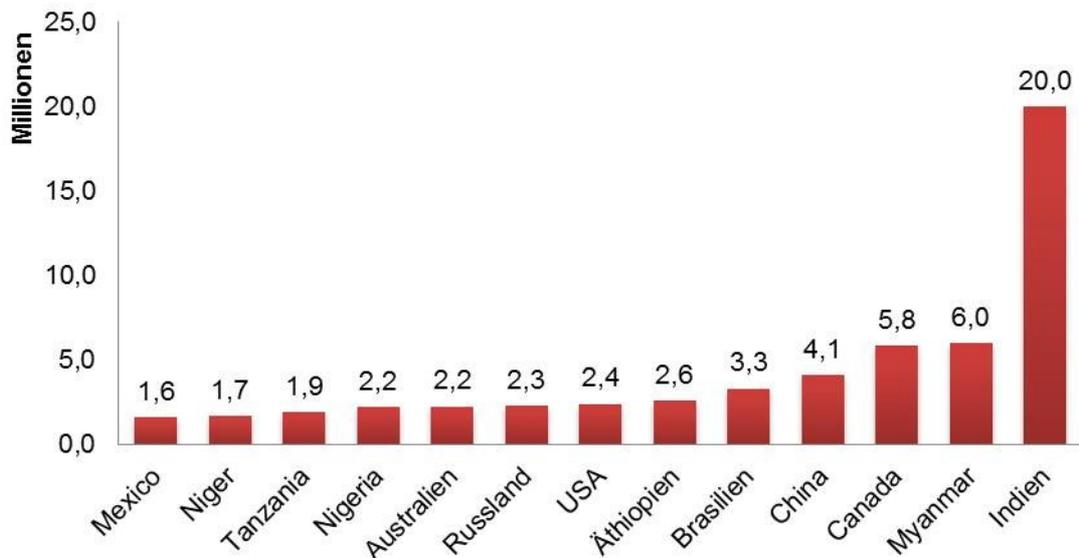


Abbildung 8: Weltweite Hauptproduzenten der Leguminosen in Mio. Tonnen aus dem Jahr 2014 (exkl. Sojabohnen) ("FAOSTAT," 2016)

8.2 Produktion in Österreich

In Österreich wurden im Jahr 2016 74.583 ha verwendet um Hülsenfrüchte (inkl. Sojabohnen) anzubauen, wobei das Burgenland den höchsten Sojaanbau (13.916 ha) verzeichnet. Niederösterreich ist mit 13.916 ha der Spitzenreiter bei den übrigen Hülsenfrüchten. Im Vergleich dazu wurden österreichweit 784.314 ha mit Getreide kultiviert. Angesichts der gestiegenen Nachfrage nach gentechnikfreier, aber gleichzeitig auch heimischer Ware, kommt es zu einem jährlichen Anstieg des Sojaanbaus. Im Jahr 2014 wurden noch lediglich 43.832 ha für den Sojaanbau genützt. 2016 wurde dieser Wert bereits um 13,6% erhöht. Den größten Anteil innerhalb der Hülsenfrüchte machen somit die Sojabohnen mit 49.791 ha aus. 2016 wurden auf ca. 10.823 ha Ackerbohnen angebaut. Das entspricht einer Zunahme von 41,3% im Vergleich zum Jahr 2014. Auf ca. 7.733 ha wurden im Jahr 2016, dass sind um 12,7 % mehr als noch im Jahr 2014, Körnererbsen kultiviert. Auch bei den Linsen, Kichererbsen und Wicken kann eine Zunahme des Anbaus verzeichnet werden. So wurden 2014 noch 2.067 ha kultiviert und zwei Jahre später kam es zu einer Flächenausweitung um rund 30%. „Andere Hülsenfrüchte“ (einschließlich Anbauflächen von Hülsenfrüchten mit Getreide) wurden 2016 auf 3.408 ha und Süßlupine auf 145 ha angebaut. („Bohnen, Erbsen, Linsen,“ 2016) (Statistik Austria, 2016)

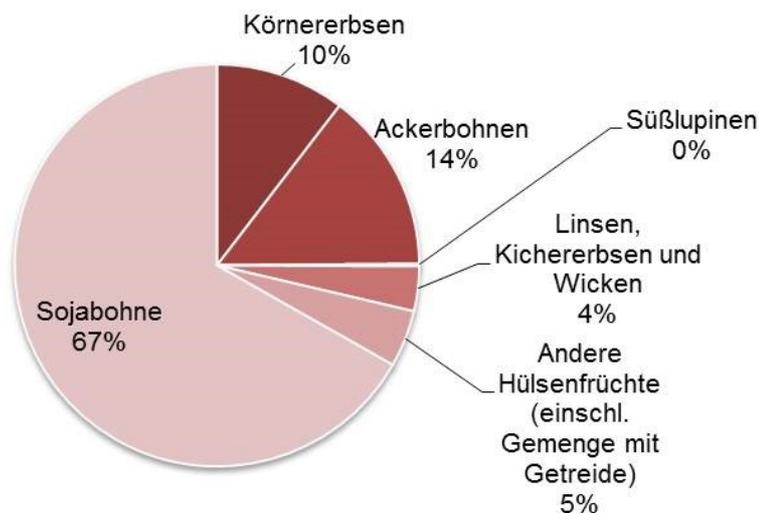


Abbildung 9: Anbau von Leguminosen in Österreich 2016 (ha) (Statistik Austria, 2016)

9 Ökosystemleistungen der Hülsenfrüchte

Man versteht unter dem Begriff Ökosystemleistungen alle vom Ökosystem ausgehenden Zweckdienlichkeiten für den Menschen. Gesunde sowie nachhaltige Ernährung, aber auch ökonomische Vorteile, Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz sind Aspekte, die dieser Begriff miteinschließt. (Wiggering et al., 2012)

9.1 Stickstofffixierung

Ein Großteil der Leguminosen besitzt die Fähigkeit in den eigenen Wurzeln mit stickstoffbindenden Knöllchenbakterien (Rhizobien) eine Symbiose einzugehen. Aufgrund dieser Fähigkeit machen sie sich von der Stickstoffverfügbarkeit im Boden unabhängig und tragen im wesentlichen Maß über die Fixierung von Luftstickstoff zum Aufbau sowie Erhalt der Bodenfruchtbarkeit bei. Aufgrund des von den Rhizobien fixierten Stickstoffes kann zum einen die Pflanze selbst ernährt werden und zwar so, dass grundsätzlich innerhalb einer Fruchtfolge kein zusätzlicher Stickstoffdünger benötigt wird und zum anderen tragen die verbleibenden Pflanzenrückstände zu einem hohen Vorfruchtwert für die nachfolgenden Kulturen bei. (Wiggering et al., 2012) Brasilien, als einer der Hauptsojaproduzenten, verwendet in hohem Maß Knöllchenbakterien um die Sojapflanze mit Stickstoff zu versorgen. Mit Hilfe der Symbiose können knapp 94 % des Stickstoffbedarfs der Pflanze gedeckt werden. So stellte sich auch heraus, dass die Versorgung dann am effizientesten ist, wenn das Saatgut bereits mit den Knöllchenbakterien beimpft wurde. Hierfür wurden die Bradyrhizobium-Stämme speziell für die Sojapflanze selektiert. Etwa 400 kg Stickstoff pro Hektar können mit Hilfe der Fähigkeit dieser Stämme fixiert werden. (Hungria et al., 2005) Damit es zu einer Symbiose kommt, müssen die Pflanze und die Bakterien miteinander kommunizieren. Schon als keimende Samen können Leguminosen über ihre Wurzeln Flavonoide abgeben. Dabei variiert die Struktur der Flavonoide innerhalb der einzelnen Leguminosenarten. Bei der Sojabohne dient das Isoflavon Genistein als Signalmolekül und bei der Luzerne konnte das Flavon Luteolin als solches identifiziert werden. Hier ergibt sich eine gewisse Spezifität, denn jedes Bakterium reagiert auf ein bestimmtes Flavonoid. Das Bakterium detektiert mit Hilfe eines Regulatorproteins (NodD) diese Signalmoleküle. An-

schließlich bindet das Regulatorprotein an ein DNA-Element und bei Anwesenheit des richtigen Flavonoids folgt die Expression und es kommt zur Synthese von sog. Nod-Faktoren, die über ein spezielles Transportsystem ausgeschleust werden und die Einkrümmung der Wurzelhaarspitzen bewirken. Knöllchenbakterien dringen daraufhin in die Wurzeln ein. Anschließend wird ein Infektionsschlauch ausgebildet, in dem sich die Bakterien vermehren. Nachfolgend werden sie in die Zellen entlassen und von einer Membran, die von der Pflanze gebildet wurde, umgeben.

Der Vorgang der Fixierung ist sehr energieaufwendig und wird von dem Enzym Nitrogenase ausgeführt. Der Stickstoff wird in Form von Ammonium aus den Rhizobien in das Cytoplasma der Wirtszelle transportiert, wo er dann auch weiterverarbeitet wird. Die Sauerstoffkonzentration nimmt dabei einen sehr großen Einfluss auf das molybdänhaltige Enzym. Nitrogenase ist zum einen ein sehr sauerstoffempfindliches Enzym, welches nur bei sehr niedrigen Konzentrationen gebildet werden kann, doch zum anderen sind Rhizobien Bakterien, die aerob leben und somit zur Energiegewinnung Sauerstoff benötigen. Um diese Diskrepanz zu bewältigen wird die Sauerstoffkonzentration im Bereich der stickstofffixierenden Zone mit Hilfe des von der Pflanze produzierten Leghämoglobins, welches den Knöllchen die rote Farbe verleiht und dem menschlichen Blutfarbstoff sehr ähnlich ist, herabgesenkt. Leghämoglobin besitzt die Fähigkeit Sauerstoff reversibel zu binden und dadurch den Gehalt des freien Sauerstoffs zu senken. (Zehner and Göttfert, 2015)

9.2 Bodenfruchtbarkeit

Neben der Stickstofffixierung gibt es noch weitere wesentliche Effekte, die eine Auswirkung auf die Bodenfruchtbarkeit haben. Die tiefreichenden Pfahlwurzeln der Leguminosen tragen zur biogenen Auflockerung von Schadverdichtungen im Unterboden bei. Die Wurzeln der Saat-Luzerne reichen zum Beispiel bis zu fünf Meter tief in den Boden und bewirken eine Verbesserung der Krümelstruktur des Bodengefüges. Zusätzlich für den Aufbau einer gesunden Bodenstruktur wesentlich sind die feinen Netzwurzeln einiger Leguminosen, wie die der Wicke, denn sie verbessern die Wasseraufnahme sowie die Wasserspeicherkapazität.

zität des Bodens. Leguminosen werden somit gezielt zum Humusaufbau eingesetzt. Zusätzlich zur direkten Steigerung der Bioporen durch die Pfahl- sowie Netzwurzeln kommt aufgrund von Ernterückständen, Beschattung sowie Bodenruhe der indirekte Effekt der Bodenlockerung mit Hilfe von Regenwürmern hinzu. Beispielsweise bei den Rotklee- oder Luzerne-Systemen ist eine Stabilitätsverbesserung des Mittelporenanteils, insbesondere bei sandigen Böden, aufgrund der erhöhten Ausscheidung von Regenwurmlösung sowie den Feinwurzeln, erkennbar. Aufgründessen kommt es zu einer Steigerung der Infiltrationsleistung und somit bei Starkregen zum Schutz vor Bodenerosion durch Wind- und Obeflächenwasser. (Wiggering et al., 2012)

9.3 Nährstoffeffizienz

Leguminosen, wie z.B. die Luzerne oder die blaue Lupine, die sehr tiefe Wurzeln besitzen, können Phosphat sowie andere Nährstoffe im Unterboden erschließen und diese anschließend in Nährstoffkreisläufe einbringen. (Wiggering et al., 2012) Aufgrund der Symbiose mit Mykorrhizapilzen können Leguminosen aus organischen Verbindungen Phosphat erschließen und auch die Versorgung mit den Mineralstoffen, wie Kalium Kupfer oder Zink, kann verbessert werden. So können Lupine bei einem Mangel von Phosphat organische Säuren ausscheiden und dadurch eine Phosphatmobilisierung bewirken. Besonders die mehrjährigen Leguminosen verbessern den Kohlenstoffhaushalt des Bodens, da aufgrund der Bodenruhe, viele Pflanzenrückstände auf dem Feld zurückbleiben. (Bundesamt für Naturschutz, 2014)

9.4 Agrobiodiversität

Aufgrund einer Erhöhung der Fruchtfolgeglieder sowie einer Ausweitung des taxonomischen Spektrums der Fruchtfolgen durch den Anbau von Leguminosen, kann eine positive Auswirkung auf die Biodiversität vermerkt werden. Einige mehrjährige Leguminosen schaffen durch lange Bodendeckung sowie Durchwurzelung Habitatsigenschaften auf Agrarland, die sonst beim Anbau von Getreide, um an dieser Stelle nicht alle zu nennen, nicht gegeben sind. Insbesondere die blütenbildende Eigenschaft der Leguminosen führt zu einer Steige-

rung der Biodiversität. (Wiggering et al., 2012) Eine Studie ergab, dass im Klee gras, vergleichsweise zu anderen Ackerkulturen, die größte Besiedelungsdichte von Feldvögeln und Feldhasen zu finden ist. (Stein-Bachinger and Germany, 2010) Die Koevolution von blütenbestäubenden Insekten sowie Angiospermen hat zu einer Verbesserung des Bestäubungserfolgs geführt. Die Blüten der Leguminosen wurden für die Insektenbestäubung optimiert und bieten somit den Blütenbesuchern in Zeiten, in denen sie im Agrarland schwer an Nahrung kommen, eine wesentliche Blühfläche. Beachtet man den problematischen Rückgang von bestäubenden Insekten, so kommt dieser Ökosystemleistung eine wesentliche Bedeutung zu.

9.5 Treibhausgaseffekt

Eine Mitigation der Treibhausgase, durch eine Verstärkung des Leguminosenanbaus, kann durchaus erzielt werden. Die Fähigkeit der Leguminosen, Stickstoff zu fixieren, spielt hierbei eine wesentliche Rolle. Die Erzeugung von stickstoffhaltigen Düngemitteln stellt einen sehr energieaufwändigen Prozess dar und somit ist gleichzeitig eine enorme CO₂-Emission gegeben. Zudem tragen Hülsenfrüchte mit ihren Wurzeln, wie bereits beschrieben, wesentlich zur Bodenauflockerung bei und so kann auf Bodenbearbeitungsverfahren, welche wiederum Denitrifikationsprozesse initiieren und dadurch eine höhere N₂O Emission (Lachgas) bewirken, verzichtet werden. (Wiggering et al., 2012)

Eine von Nemecek durchgeführte Studie konnte, durch die Einbeziehung von Körnerleguminose in die Fruchtfolge, eine niedrigere Netto-Treibhausgas-Emission (CO₂ und N₂O) ermitteln als vergleichsweise die Fruchtfolge, bei der nur Getreide angebaut wurde. Die Hauptgründe hierfür sind eine reduzierte Anwendung von N-Düngemitteln (Kein N auf die Körnerleguminosen und weniger N auf die folgende Ernte), verbesserte Möglichkeiten zur Verwendung von reduzierten Bodenbearbeitungstechniken und eine stärkere Diversifizierung der Fruchtfolge, was dazu beiträgt, die Probleme, die auf Unkraut oder Krankheitserreger zurückzuführen sind, zu reduzieren. (Nemecek et al., 2008)

10 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1:(A) BLÜTENDIAGRAMM, (B) BLÜTENORGANE, (C) BLÜTE, (D) HÜLSE, (E) UNPAARIG GEFIEDERTES BLATT MIT (NB) NEBENBLÄTTERN. (FA) FAHNE, (FL) FLÜGEL, (SCH) SCHIFFCHEN; (R) OBEN OFFENE RÖHRE AUS NEUN STAUBBLÄTTERN, DAS ZEHNTE DARÜBER; (G) GRIFFEL(HEß, 2005, P. 151)	7
ABBILDUNG 2: ZUSAMMENSETZUNG EINIGER HÜLSENFRÜCHTE PRO 100 G TROCKENMASSE(SOUCI ET AL., 2008).....	19
ABBILDUNG 3: BALLASTSTOFFGEHALT VERSCHIEDENER LEBENSMITTEL IN G/100G (SOUCI ET AL., 2008).....	21
ABBILDUNG 4 (MODIF.): MENGE AN GEBUNDENER BLAUSÄURE IN LEBENSMITTEL, DIE CYANOGENE GLYKOSIDE ENTHALTEN.(BELITZ ET AL., 2007).....	25
ABBILDUNG 5: ENTSTEHUNG VON FAVISMUS (RIMBACH ET AL., 2015, P. 166).....	36
ABBILDUNG 6: HÜLSENFRÜCHTE (OHNE SOJAPRODUKTE) IN KG/KOPF/JAHR ("FAOSTAT," 2016).....	37
ABBILDUNG 7: WELTWEITER ANBAU VON LEGUMINOSEN IN MIO. TONNEN 2014 (EXKL. SOJABOHNEN)("FAOSTAT," 2016)	39
ABBILDUNG 8: WELTWEITE HAUPTPRODUZENTEN DER LEGUMINOSEN IN MIO. TONNEN 2014 (EXKL. SOJABOHNEN)("FAOSTAT," 2016).....	39
ABBILDUNG 9: ANBAU VON LEGUMINOSEN IN ÖSTERREICH 2016 (HA)(STATISTIK AUSTRIA, 2016).....	40

11 Literaturverzeichnis

Ackerbohne (*Vicia faba* L.) [WWW Document], n.d. URL <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2000/320/original/ackerboh.htm> (accessed 9.12.17).

Anderson, J., Smith, B., Washnock, C.S., 1999. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. *Am J Clin Nutr* 70:464–474.

Armour, J.C., Perera, R.L.C., Buchan, W.C., Grant, G., 1998. Protease inhibitors and lectins in soya beans and effects of aqueous heat-treatment. *J. Sci. Food Agric.* 78, 225–231. doi:10.1002/(SICI)1097-0010(199810)78:2<225::AID-JSFA109>3.0.CO;2-1

Azani, N., Babineau, M., Bailey, C.D., Banks, H., Barbosa, A., Pinto, R.B., Boatwright, J., Borges, L., Brown, G., Bruneau, A., Candido, E., Cardoso, D., Chung, K.-F., Clark, R., Conceição, A. de S., Crisp, M., Cubas, P., Delgado-Salinas, A., Dexter, K., Doyle, J., Duminil, J., Egan, A., De La Estrella, M., Falcão, M., Filatov, D., Fortuna-Perez, A.P., Fortunato, R., Gagnon, E., Gasson, P., Rando, J.G., Azevedo Tozzi, A.M.G. de, Gunn, B., Harris, D., Haston, E., Hawkins, J., Herendeen, P., Hughes, C., Iganci, J.V., Javadi, F., Kanu, S.A., Kazempour-Osaloo, S., Kite, G., Klitgaard, B., Kochanovski, F., Koenen, E.M., Kovar, L., Lavin, M., Roux, M. le, Lewis, G., de Lima, H., López-Roberts, M.C., Mackinder, B., Maia, V.H., Malécot, V., Mansano, V., Marazzi, B., Mattapha, S., Miller, J., Mitsuyuki, C., Moura, T., Murphy, D., Nageswara-Rao, M., Nevado, B., Neves, D., Ojeda, D., Pennington, R.T., Prado, D., Prenner, G., de Queiroz, L.P., Ramos, G., Ranzato Filardi, F., Ribeiro, P., Rico-Arce, M. de L., Sanderson, M., Santos-Silva, J., São-Mateus, W.B., Silva, M.S., Simon, M., Sinou, C., Snak, C., de Souza, É., Sprent, J., Steele, K., Steier, J., Steeves, R., Stirton, C., Tagane, S., Torke, B., Toyama, H., Cruz, D.T. da, Vatanparast, M., Wieringa, J., Wink, M., Wojciechowski, M., Yahara, T., Yi, T., Zimmerman, E., 2017. A new sub-family classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny – The Legume Phylogeny Working Group (LPWG). *Taxon* 66, 44–77.

Bazzano, L.A., He, J., Ogden, L.G., 2002. Legume consumption and risk of coronary heart disease in US men and women. NHANES I epidemiologic follow-up study. *ACC Curr. J. Rev.* 11, 31–32. doi:10.1016/S1062-1458(02)00538-X

Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P., 2007. Lehrbuch der Lebensmittelchemie, 6th ed. Springer, Berlin.

Belitz, H.-D., Weder, J.K.P., 1990. Protein inhibitors of hydrolases in plants food-stuffs. *Food Rev Int* 151–211.

Bohne, Erbse, Linse... [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelsenfruechte/bohne-erbse-linse/> (accessed 9.11.17).

Boye, J., Zare, F., Pletch, A., 2010. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Res. Int.* 43, 414–431. doi:10.1016/j.foodres.2009.09.003

Brandt, O., Rieger, A., Geusau, A., Stingl, G., 2008. Peas, beans, and the Pythagorean theorem - the relevance of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency in dermatology. *J. Dtsch. Dermatol. Ges.* 6, 534–539. doi:10.1111/j.1610-0387.2008.06640.x

Bundesamt für Naturschutz, 2014. Leguminosen nutzen Naturverträgliche Anbaumethoden aus der Praxis ; [Praxishandbuch.

Burns, R.A., 1987. Protease inhibitors in processed plant foods. *JFood Prot* 161–166.

Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., Oomah, B.D., 2010. Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Res. Int.* 43, 461–482. doi:10.1016/j.foodres.2009.09.004

Castelo-Branco, C., Soveral, I., 2013. Phytoestrogens and bone health at different reproductive stages. *Gynecol. Endocrinol. Off. J. Int. Soc. Gynecol. Endocrinol.* 29, 735–743. doi:10.3109/09513590.2013.801441

Champ, M.M.-J., 2002. Non-nutrient bioactive substances of pulses. *Br. J. Nutr.* 88, 307. doi:10.1079/BJN2002721

Chandalia, M., Garg, A., Lutjohann, D., von Bergmann, K., Grundy, S.M., Brinkley, L.J., 2000. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. *N. Engl. J. Med.* 342, 1392–1398.

Chang, W.-W., Yu, C.-Y., Lin, T.-W., Wang, P.-H., Tsai, Y.-C., 2006. Soyasaponin I decreases the expression of α 2,3-linked sialic acid on the cell surface and suppresses the metastatic potential of B16F10 melanoma cells. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 341, 614–619. doi:10.1016/j.bbrc.2005.12.216

Clemente, A., Domoney, C., 2001. Anticarcinogenic activity of protease inhibitors in legumes. In *Proceedings of the 4th European Conference on Grain Legumes, Cracow*. AEP Ed. 114–115.

Clemente, A., Gee, J.M., Johnson, I.T., MacKenzie, D.A., Domoney, C., 2005. Pea (*Pisum sativum* L.) Protease Inhibitors from the Bowman–Birk Class Influence the Growth of Human Colorectal Adenocarcinoma HT29 Cells in Vitro. *J. Agric. Food Chem.* 53, 8979–8986. doi:10.1021/jf051528w

D-A-CH, 2015. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr: 2. Auflage als praktische Loseblattsammlung, 2., Aufl. ed. Neuer Umschau Buchverlag GmbH, s.l.

Dia, V.P., Gomez, T., Vernaza, G., Berhow, M., Chang, Y.K., de Mejia, E.G., 2012. Bowman-Birk and Kunitz Protease Inhibitors among Antinutrients and Bioactives Modified by Germination and Hydrolysis in Brazilian Soybean Cultivar BRS 133. *J. Agric. Food Chem.* 60, 7886–7894. doi:10.1021/jf301926w

Duane, W.C., 1997. Effects of legume consumption on serum cholesterol, biliary lipids, and sterol metabolism in humans. *J. Lipid Res.* 38, 1120–1128.

Elmadfa, I., 2015. *Ernährungslehre*, 3. vollst. überarb. u. erw. Aufl. ed. Stuttgart, UTB GmbH, Stuttgart, Ulmer.

Elmadfa, I., Leitzmann, C., 2015. *Ernährung des Menschen*, 5., vollständig überar-

beitete und erweiterte Auflage. ed, UTB Ernährungswissenschaften, Ökotrophologie, Diätetik/Diätologie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Erbse [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/landwirtschaft/pflanzengenetische-ressourcen/pflanzen-des-monats/2015-pflanzen-des-monats/juli-2015-erbse/> (accessed 9.8.17).

Erdnuss [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelsenfruechte/huelsenfrucht-dezember-erdnuss/tab/4/> (accessed 9.12.17).

FAO, 2016. International Year of Pulses 2016 [WWW Document]. URL <http://www.fao.org/pulses-2016/en/> (accessed 4.13.17).

FAOSTAT [WWW Document], 2016. URL <http://www.fao.org/faostat/en/#data/CC> (accessed 7.12.17).

Fei Fang, E., Abd Elazeem Hassanien, A., Ho Wong, J., Shui Fern Bah, C., Saad Soliman, S., Bun Ng, T., 2011. Isolation of a new trypsin inhibitor from the Faba bean (*Vicia faba* cv. Giza 843) with potential medicinal applications. *Protein Pept. Lett.* 18, 64–72.

Fischer, M.A., Oswald, K., Adler, W., 2008. Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol, 3., verbesserte Auflage der "Exkursionsflora von Österreich" (1994). ed. OÖ Landesmuseum, Linz.

Flight, I., Clifton, P., 2006. Cereal grains and legumes in the prevention of coronary heart disease and stroke: a review of the literature. *Eur. J. Clin. Nutr.* 60, 1145–1159. doi:10.1038/sj.ejcn.1602435

Fredlund, K., Isaksson, M., Rossander-Hulthén, L., Almgren, A., Sandberg, A.-S., 2006. Absorption of zinc and retention of calcium: Dose-dependent inhibition by phytate. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 20, 49–57. doi:10.1016/j.jtemb.2006.01.003

Futtermittel: Ohne Sojaimporte geht es nicht [WWW Document], 2017. . transGEN.
URL <http://www.transgen.de/lebensmittel/1049.futtermittelimporte-europa-sojabohnen-gentechnik.html> (accessed 10.23.17).

Gattung Vigna Savi [WWW Document], n.d. URL http://bibd.uni-giessen.de/gdoc/2000/uni/p000003/g_vigna.htm#TopOfPage (accessed 9.12.17).

He, J., Ogden, L.G., Vupputuri, S., Bazzano, L.A., Loria, C., Whelton, P.K., 1999. Dietary Sodium Intake and Subsequent Risk of Cardiovascular Disease in Overweight Adults. *JAMA* 282, 2027–2034. doi:10.1001/jama.282.21.2027

Hedley, C.L., 2001. Carbohydrates in grain legume seeds: improving nutritional quality and agronomic characteristics. CABI Publ, Wallingford, Oxon [u.a.].

Hermsdorff, H.H.M., Zulet, M.Á., Abete, I., Martínez, J.A., 2011. A legume-based hypocaloric diet reduces proinflammatory status and improves metabolic features in overweight/obese subjects. *Eur. J. Nutr.* 50, 61–69. doi:10.1007/s00394-010-0115-x

Heß, D., 2005. Systematische Botanik: 4 Tabellen, UTB Biologie, Ökologie, Geographie, Agrar- und Forstwissenschaften, Pharmazie. Ulmer, Stuttgart.

Hsu, A., Ho, E., Bray, T., 2006. Differential effects of whole soy extract and soy isoflavones on apoptosis in prostate cancer cells. *Faseb J.* 20, A993–A993.

Hungria, M., Franchini, J.C., Graham, P.H., 2005. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. *Nitrogen Fixat. Agric. For. Ecol. Environ.* Vol4 25–42.

Ismail, M., Yang, H., Min, C., 2016. Dietary fiber role in type 2 diabetes prevention. *Br. Food J.* 118, 961–975. doi:10.1108/BFJ-08-2015-0297

James, C., 2016. Global status of commercialized biotech/GM crops: 2016. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA) Ithaca.

Jenkins, D.J.A., Kendall, C.W.C., Augustin, L.S.A., Mitchell, S., Sahye-Pudaruth, S., Meija, S.B., Chiavaroli, L., Mirrahimi, A., Ireland, C., Bashyam, B., Vidgen, E., Souza, R.J. de, Sevenpiper, J.L., Coveney, J., Leiter, L.A., Josse, R.G., 2012. Effect of Legumes as Part of a Low Glycemic Index Diet on Glycemic Control and Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Trial. *Arch. Intern. Med.* 172, 1653–1660. doi:10.1001/2013.jamainternmed.70

Jood, S., Chauhan, B.M., Kapoor, A.C., 1986. Saponin content of chickpea and black gram: Varietal differences and effects of processing and cooking methods. *J. Sci. Food Agric.* 37, 1121–1124. doi:10.1002/jsfa.2740371111

Kendzior, B., 2008. Die wild wachsenden Fabaceae der maltesischen Inseln. Philipps-Universität Marburg.

Kichererbse [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelsenfruechte/huelsenfrucht-oktober-kichererbse/> (accessed 9.12.17).

Lajolo, F.M., Genovese, M.I., 2002. Nutritional Significance of Lectins and Enzyme Inhibitors from Legumes. *J. Agric. Food Chem.* 50, 6592–6598. doi:10.1021/jf020191k

Legume Phylogeny Working Group, Bruneau, A., Doyle, J.J., Herendeen, P., Hughes, C.E., Kenicer, G., Lewis, G., Machkinder, B., Pennington, R.T., Sanderson, M.J., Wojciechowski,

M.F., Koenen, E., 2013. Legume phylogeny and classification in the 21st century: progress, prospects and lessons for other species-rich clades. *Taxon* 62, 217–248.

Leitzmann, C., Mang, B. (Eds.), 2009. Ernährung in Prävention und Therapie: ein Lehrbuch; 186 Tabellen, 3., vollst. überarb. und erw. Aufl. ed. Hippokrates-Verl, Stuttgart.

Lieberei, R., Reisdorff, C., Franke, W., 2012. Nutzpflanzen: 118 Tabellen, 8., über-

arb. Aufl. ed. Thieme, Stuttgart.

Linse (*Lens culinaris* Medikus) [WWW Document], n.d. URL <http://bibd.uni-giessen.de/gdoc/2000/uni/p000003/linse.htm> (accessed 9.11.17).

Linse [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelsenfruechte/huelsenfrucht-des-monats-september-linse/> (accessed 9.11.17).

López-Martínez, L.X., Leyva-López, N., Gutiérrez-Grijalva, E.P., Heredia, J.B., 2017. Effect of cooking and germination on bioactive compounds in pulses and their health benefits. *J. Funct. Foods*. doi:10.1016/j.jff.2017.03.002

Lupine [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/landwirtschaft/pflanzengenetische-ressourcen/pflanzen-des-monats/2015-pflanzen-des-monats/august-2015-lupine/> (accessed 9.12.17).

Marventano, S., Izquierdo Pulido, M., Sánchez-González, C., Godos, J., Speciani, A., Galvano, F., Grosso, G., 2017. Legume consumption and CVD risk: a systematic review and meta-analysis. *Public Health Nutr.* 20, 245–254. doi:10.1017/S1368980016002299

Nemecek, T., Von Richthofen, J.-S., Dubois, G., Casta, P., Charles, R., Pahl, H., 2008. Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. *Eur. J. Agron.* 28, 380–393. doi:10.1016/j.eja.2007.11.004

Oomah, D.B., Patras, A., Rawson, A., Singh, N., Compos-Vega, R., 2011. *Chemistry of pulses*. Elsevier Inc.

Phaseolus-Bohne (*Phaseolus vulgaris* L.) [WWW Document], n.d. URL <http://bibd.uni-giessen.de/gdoc/2000/uni/p000003/phaseol.htm> (accessed 9.12.17).

Rebello, C.J., Greenway, F.L., Finley, J.W., 2014. A review of the nutritional value of

legumes and their effects on obesity and its related co-morbidities. *Obes. Rev.* 15, 392–407. doi:10.1111/obr.12144

Rimbach, G., Nagursky, J., Erbersdobler, H.F., 2015. *Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger*, 2nd ed. Springer Spektrum, Berlin.

Rochfort, S., Panozzo, J., 2007. Phytochemicals for Health, the Role of Pulses. *J. Agric. Food Chem.* 55, 7981–7994. doi:10.1021/jf071704w

Sánchez-Chino, X., Jiménez-Martínez, C., Dávila-Ortiz, G., Álvarez-González, I., Madrigal-Bujaidar, E., 2015. Nutrient and Nonnutrient Components of Legumes, and Its Chemopreventive Activity: A Review. *Nutr. Cancer* 67, 401–410. doi:10.1080/01635581.2015.1004729

Sandberg, A.-S., 2002. Bioavailability of minerals in legumes. *Br. J. Nutr.* 88, 281. doi:10.1079/BJN/2002718

Satou, H., Nakamura, R. (Eds.), 2013. *Legumes: types, nutritional composition and health benefits, Agriculture issues and policies*. Nova Publishers, [Hauppauge] N.Y.

Schuurman, M., van Waardenburg, D., Costa, J.D., Niemarkt, H., Leroy, P., 2009. Severe hemolysis and methemoglobinemia following fava beans ingestion in glucose-6-phosphatase dehydrogenase deficiency—case report and literature review. *Eur. J. Pediatr.* 168, 779–782. doi:10.1007/s00431-009-0952-x

Shams, H., Tahbaz, F., Abadi, A., 2010. Effects of cooked lentils on glycemic control and blood lipids of patients with type 2 diabetes. *ARYA Atheroscler* 4.

Sharma, A., Sehgal, S., 1992. Effect of processing and cooking on the antinutritional factors of faba bean (*Vicia faba*). *Food Chem.* 43, 383–385. doi:10.1016/0308-8146(92)90311-O

Shi, J., Arunasalam, K., Yeung, D., Kakuda, Y., Mittal, G., Jiang, Y., 2004. Saponins from edible legumes: chemistry, processing, and health benefits. *J. Med. Food* 7, 67–

78.

Singh, U., Jambunathan, R., 1982. Distribution of seed protein fractions and amino acids in different anatomical parts of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and pigeonpea (*Cajanus cjan* L). *Plant Foods Hum. Nutr.* 347–354.

Soja [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/landwirtschaft/pflanzengenetische-ressourcen/pflanzen-des-monats/2015-pflanzen-des-monats/mai-2015-soja/> (accessed 9.12.17).

Souci, S.W., Fachmann, H., Kraut, H., 2008. Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen. *MedPharm Sci. Publ.*

Statistik Austria, 2016. Anbau auf dem Ackerland 2016.

Stein-Bachinger, K., Germany (Eds.), 2010. Naturschutzfachliche Optimierung des Ökologischen Landbaus "Naturschutzhof Brodowin": Ergebnisse des E+E-Projektes "Naturschutzhof Brodowin," Naturschutz und biologische Vielfalt. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.

Taku, K., Umegaki, K., Sato, Y., Taki, Y., Endoh, K., Watanabe, S., 2007. Soy isoflavones lower serum total and LDL cholesterol in humans: a meta-analysis of 11 randomized controlled trials. *Am. J. Clin. Nutr.* 85, 1148–1156.

Thompson, L., 1993. Potential health benefits and problems associated with anti-nutrients in foods. *Food Res. Int.* 26, 131–149.

Tiwari, U., Cummins, E., 2011. Functional and physicochemical properties of legume fibers. Elsevier Inc 121–156.

Trinidad, T.P., Mallillin, A.C., Loyola, A.S., Sagum, R.S., Encabo, R.R., 2010. The potential health benefits of legumes as a good source of dietary fibre. *Br. J. Nutr.* 103, 569. doi:10.1017/S0007114509992157

Watzl, B., 2012. Einfluss sekundärer Pflanzenstoffe auf die Gesundheit. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Ernährungsbericht 2012 355–374.

Wiggering, H., Finckh, M., Heß, J., 2012. Fachforum Leguminosen: Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft; Ökosystemleistungen von Leguminosen wettbewerbsfähig machen; Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz, Stand 07/2012. ed. Braunschweig.

Xi, Q., Chen, M.-L., Qin, Y., Zhang, Q.-Y., Xu, H.-X., Zhou, Y., Mi, M.-T., Zhu, J.-D., 2013. Isoflavone consumption and risk of breast cancer: a dose-response meta-analysis of observational studies. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 22, 118–127.

Zehner, S., Göttfert, M., 2015. Knöllchenbakterien: Helfer der Landwirtschaft. *Biol. Unserer Zeit* 45, 296–302. doi:10.1002/biuz.201510573

Zhang, J., Shi, J., Ilic, S., Jun, X.S., Kakuda, Y., 2009. Biological properties and characterization of lectin from red kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *Food Rev. Int.* 12–27.

12 Zusammenfassung

Nicht nur weil Ernährungstrends wie Veganismus und Vegetarismus immer mehr an Popularität gewinnen, erleben Hülsenfrüchte ein Comeback. Zudem haben die Vereinten Nationen das Jahr 2016 zum internationalen Jahr der Hülsenfrüchte erklärt, damit diese gewinnbringende Kulturpflanze wieder in das Zentrum unseres Bewusstseins gelangt. Im Rahmen des EU- Projekts „Big Picnic“, welches sich mit der Nahrungsversorgung der Weltbevölkerung auseinandersetzt , versucht man auch besonders die Zielgruppe SchülerInnen anzusprechen und im Zuge dessen wurde diese Diplomarbeit erstellt. Diese Arbeit beleuchtet die Thematik Hülsenfrüchte aus verschiedenen Blickwinkeln. Bereiche wie nachhaltige Landwirtschaft, Ernährungsphysiologie, Diversität und Botanik werden angesprochen. Zum einen wurden die Inhalte auf wissenschaftlicher Ebene aufbereitet und zum anderen wurde einiges so umformuliert, dass es auch im Unterricht eingesetzt werden kann. Jeder dieser bereits genannten Bereiche ist in den Unterrichtsmaterialien wieder zu finden und sachlich auf das Niveau von 10 bis 14 Jährigen angepasst. Diese Materialien sollen Lehrpersonen dazu motivieren, Hülsenfrüchte in Zusammenhang mit gesunder Ernährung sowie Nachhaltigkeit zu bringen und diese Erkenntnis auch mit ihren SchülerInnen zu teilen.

13 Abstract

Since dietary trends such as veganism and vegetarianism are gaining in popularity, legumes are giving a comeback. In addition, the United Nations have declared the year 2016 as the international year of legumes, which supports that these profitable cultivated plants will once again reach the center of attention. Within the framework of the EU project "Big Picnic", that deals with the international food supply of world's population, they also attempt to address adolescents. Within this setting, this thesis has been created. It focuses on legumes from different angles such as sustainable agriculture, nutritional physiology, diversity and botany. On the one hand, the content is provided on a scientific level and on the other hand, some topics were reformulated and broken down in a way that they can also be used in the classroom. Each of the above-mentioned areas can be found in the teaching material section and were adapted to the level of 10 to 14 year-old kids. These materials are intended to motivate teachers to include legumes in the context of healthy nutrition as well as sustainability and to share this knowledge with students.

14 Unterrichtsmaterialien

Keimung und Quellung der Hülsenfrüchte

V= Vorbereitung



Ziele



Erläuterung

D= Durchführung



Wissenswertes für die
Lehrperson



Lösung

Thema	Zeit	Materialien	Sozialform
Versuch1: Keimbedingungen einer Erbse	V: 10 min. D: 20 min	Versuchsmaterialien Arbeitsblatt	Gruppenarbeit
Versuch 2: Quellen einer Bohne	V: 10 min. D: 20 min	Versuchsmaterialien Arbeitsblatt	Gruppenarbeit
Bohnentagebuch	V: 10 min D: 3 Wochen	Versuchsmaterialien Bohnentagebuch	Einzelarbeit



Ziele:

- SchülerInnen können die Bedingungen, die Erbsen (Samen) zum Keimen benötigen aufzeigen.
- SchülerInnen kennen den physikalischen Vorgang der Quellung und seine Bedeutung.
- SchülerInnen wissen den Vorgang der Keimung und lernen genau zu beobachten.



Wissenswertes für die Lehrperson

Botanik der Hülsenfrüchte

Die Früchte der Leguminosen werden als Hülsenfrüchte bezeichnet, da die Samenkörner in einer Hülse wachsen und sie zur Familie der Schmetterlingsblütler gehören. Häufig werden für diese Familie Synonyme wie Leguminosae, oder Papilionaceae verwendet. (Fischer et al., 2008, pp. 558–559) Die Hülsenfrüchte können in drei Gruppen eingeteilt werden: Fettreiche Hülsenfrüchte (Sojabohnen und Erdnüsse), getrocknete Früchte und frische Früchte (Frische Erbsen und Bohnen). Zu den fettreichen Hülsenfrüchten zählen beispielsweise Soja und Erdnüsse, welche in den Samen Öl sowie Eiweiß als Reservestoffe speichern. Wohingegen grüne

Bohnen oder Erbsen zu den frischen Früchten und Linsen, Kichererbsen oder Kidneybohnen zu den getrockneten Früchten zählen. (FAO, 2016)

Aufbau einer Bohne

Die Bohne besteht aus einer Samenschale (Testa), dem Pflanzenembryo sowie einem Nährgewebe, das auch Endosperm genannt wird. Bevor der pflanzliche Embryo noch weiterwächst, bleibt dieser in der Keimruhe. Er besteht aus dem Keimstängel bzw. der Sprossachse, den Keimblättern und der Keimwurzel. Der Keimling stellt somit bereits eine vollständige Pflanze dar, die nur noch Heranwachsen muss. Zu Beginn speichert der Pflanzenembryo noch die Nährstoffe, die er später zum Wachsen im Nährgewebe benötigt. Später übernehmen die Keimblätter die Funktion der Nährstoffspeicherung. Die Keimruhe kann mit Hilfe von Wasser beendet werden. ("Bohnenwachstum," n.d.)

Keimung der Bohne

Die ersten Entwicklungsvorgänge nach der Keimruhe einer Pflanze werden als Keimung bezeichnet. Diese beginnt, sobald etwas Wasser in den Samen gelangt. Es kommt zur Quellung. Größe und Gewicht des Samens nehmen zu, bis dieser schließlich aufplatzt und dessen Stoffwechsel beginnt.

Keimbedingungen

Nach der Keimruhe wird die Samenschale von der Keimwurzel durchbrochen und wächst senkrecht in den Boden. Während die Keimwurzel Seitenwurzeln ausbildet, werden der wie ein Häkchen gekrümmte Keimstängel und anschließend die Keimblätter sichtbar. Sobald sich die ersten grünen Laubblätter entwickeln, verkümmern die Keimblätter. Die Fotosynthese beginnt und versorgt die Pflanze mit Nährstoffen, damit sie weiterwachsen kann. ("Keimung - Lexikon der Biologie," n.d.)

Medientipps:

Zeitraffer Keimung und Wachstum einer Bohne:

- <https://www.youtube.com/watch?v=WAwhoXG062I> (aufgerufen am 16.8.17)

Überblick verschiedener Bohnensorten:

- <http://www.tomatensamen.at/Bohnensamen.htm> (aufgerufen am 9.8.17)

Versuch 1: Keimbedingungen einer Erbse



Bild: Pixabay

Was braucht ihr für diesen Versuch:

- 16 Erbsen
- 4 Petrischalen
- Gartenerde
- Wasser
- Watte
- Alufolie
- Stift
- Klebestreifen
- Löffel

Durchführung:

1. Beschrifte die Schalen von 1-4.
2. Lege in jede Schale 4 Erbsen.
3. Gehe bei den einzelnen Versuchsansätzen wie angegeben vor:

1

- Bestreue die Erbsen ca. 1 cm hoch mit Erde.
- Befeuchte die Erde mit Wasser. (Erbsen sollte höchstens bis zur Mitte im Wasser liegen.)
- Verschließe die Schale mit dem Deckel.
- Klebe den Deckel mit Klebestreifen luftdicht zu.
- Stelle die Schale an das Fenster.

2

- Bestreue die Erbsen ca. 1 cm hoch mit Erde.
- Befeuchte die Erde mit Wasser. (Erbsen sollte nur bis zur Mitte im Wasser liegen.)
- Umhülle die Schale mit Alufolie, damit sie vor Licht geschützt ist.

3

- Bestreue die Erbsen ca. 1 cm hoch mit Erde.
- Stelle die Schale an das Fenster.

4

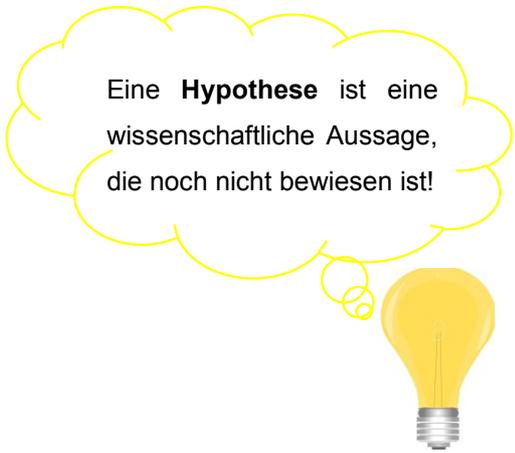
- Lege die Erbsen auf die Watte.
- Befeuchte die Watte und die Erbsen mit Wasser. (Erbsen sollte höchstens bis zur Mitte im Wasser liegen.)
- Stelle die Schale an das Fenster.

	Erde	Wasser	Sonne	Luft	Tag1	Tag2	Tag3	Tag4	Tag5
Schale 1	✓	✓	✓	x					
Schale 2									
Schale 3									
Schale 4									

Gib die Bedingungen der restlichen Schalen an. Beobachte deinen Versuch die nächsten 5 Tage und notiere in Kurzform:
+ Samen keimt; - Samen keimt nicht; **0** Samen vergrößert

Aufgabe: Welche Bedingungen benötigen Samen zum Keimen?

Versuch 2: Was passiert, wenn man Bohnen ins Wasser legt?



1. Formuliere eine Hypothese:

2. Versuch

Was brauchst du?

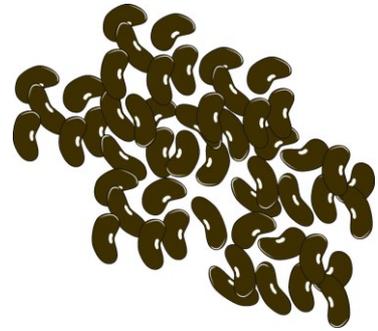
- 5 Bohnen
- Waage
- Frischhaltefolie
- Glas mit Wasser (100 ml)
- Lineal
- Papier

Durchführung:

1. Wiege die 5 Bohnen und notiere das Gewicht.
2. Messe die Länge jeder Bohne und errechne daraus die Durchschnittslänge.
3. Prüfe mit deinem Fingernagel die Härte. Weich = Bohne lässt sich mit dem Fingernagel leicht eindrücken; Hart = Bohne lässt sich mit dem Fingernagel schwer eindrücken.
4. Lege die Bohnen in das Glas und bedecke sie mit Wasser. Verschließe das Glas mit Frischhaltefolie.
5. Nimm die Bohnen nach mind. 24 Stunden aus dem Wasser und gehe vor, wie bei den Schritten 1-3.

Auswertung:

	Gesamtgewicht [g]	Durchschnittslänge [mm]	Härte	Anmerkung
Zu Beginn				
Nach ___ Stunden				



Bilder: Pixabay

3. Aufgaben

- a) Fasse die Ergebnisse aus dem Versuch in ein bis zwei Sätzen zusammen.

- b) Wie nennt man diesen physikalischen Vorgang und welche Bedeutung könnte dieser haben? Welchen Effekt hat dieser Vorgang auf unsere Verdauung?



Erläuterung zu Versuch 1 und 2

Versuch 1:

Vorbereitung

Damit die SchülerInnen nicht zu viel Erde verschwenden, sollte diese bereits im Vorhinein in Becher abgefüllt werden. Auch die Alufolie sollte bereits zugeschnitten werden. (Ca. 20x20 cm) Die Tische werden mit Zeitungspapier ausgelegt und die Materialien liegen schon auf den Tischen bereit. Nachdem die Versuchsanleitungen ausgeteilt wurden, werden die jeweiligen Materialien und auch der Versuch Schritt für Schritt besprochen.

Durchführung

Nach ca. 5 Tagen sollten die Ergebnisse im Plenum besprochen werden. Dazu eignet es sich, die Tabelle vom Arbeitsblatt an die Tafel zu zeichnen. Jede/r SchülerIn soll dann in jede Zelle für den jeweiligen Tag seine Kurzform hineinschreiben. So ist eine Übersicht über alle Ergebnisse der SchülerInnen gegeben. Unterschiedliche Ergebnisse bzw. Beobachtungen oder eventuelle Fehler können besprochen werden.



Lösung

Erbsen benötigen zum Keimen nur Wasser und Luft. Licht sowie Erde sind nicht erforderlich.

Versuch 2:

Vorbereitung

Die Versuchsmaterialien sollten am Tisch bereitstehen. Auch bei diesem Versuch sollten die einzelnen Materialien und jeder einzelne Arbeitsschritt besprochen werden. Eventuell sollte den SchülerInnen nochmals erläutert werden, wie man einen Durchschnitt berechnet.

Tipp: Zur Erleichterung der Hypothesenbildung können bereits Formulierungen an der Tafel oder mit Hilfe einer Folie vorgegeben werden.

Größe

- Bohnen werden kleiner.
- Bohnen bleiben unverändert.
- Bohnen werden größer.

Gewicht

- Bohnen werden leichter.
- Bohnen bleiben unverändert.
- Bohnen werden schwerer.

Härte

- Bohnen werden weicher.
- Bohnen bleiben unverändert.
- Bohnen werden härter.

Farbe

- Farbe der Bohne ändert sich.
- Farbe der Bohne ändert sich nicht.



Lösung

a) Die Bohnen haben an Gewicht zugenommen und wurden auch größer.

Bezüglich des Härtegrades wurden die Bohnen weicher und die Farbe hat sich nicht geändert.

b) Diesen physikalischen Vorgang nennt man **Quellung** und er bringt Stoffwechselfvorgänge in den Zellen des Keimlings zum Anlaufen. Quellung wirkt sich deshalb auf unsere Verdauung aus, weil beispielsweise Bohnen, die sehr stark aufquellen, uns sehr lange sättigen.

Bohnentagebuch

Was brauchst du für diesen Versuch?

- **Gequollene Bohnen**
(aus Versuch 2)
- **Wasser**
- **Glas**
- **Topf**
- **Watte**
- **Blumenerde**
- **Rankhilfe**

Versuchsbeginn:

1. Fülle ein Glas zur Hälfte mit feuchter Watte und lege dazwischen eine Bohne soweit an die Glaswand, dass du sie gut sehen kannst. Bedecke dann die Bohne mit feuchter Watte und stelle das Glas an einen warmen Ort.
2. Fülle den Topf etwa bis zur Hälfte mit Erde. Drücke die gequollene Bohne in der Mitte in die Erde, sodass diese ca. 0,5 cm bis 1 cm mit Erde bedeckt ist. Versorge deine Bohne mit etwas Wasser. Anschließend sollst du den Topf an einen warmen, sonnigen Ort stellen. Halte die Erde immer feucht.

Tag 1:

Zeichne ein Bild oder klebe ein Foto von deiner Bohne ein und beschrifte die Innenseiten der beiden Bohnenhälften: (Keimblätter, Laubblätter, Stängel/Sprossachse, Keimwurzel, Nabel, Samenschale)

Tag 5:

Zeichne deinen Keimling oder klebe ein Foto ein und beschrifte es. Notiere deine Beobachtungen.

Tag :

Zeichne deinen Keimling oder klebe ein Foto ein und beschrifte es. Notiere deine Beobachtungen.

Tag :

Zeichne deinen Keimling oder klebe ein Foto ein und beschrifte es. Notiere deine Beobachtungen.

Weiterführung:

Nach ca. neun bis zehn Tagen sollte dein Keimling im Topf bereits die Oberfläche erreicht haben.

Tag :

Miss den sichtbaren Teil deines Keimlings. Notiere deine Beobachtungen. (Anzahl, Aussehen und Größe der Blätter)

Tag :

Zeichne deine Pflanze oder klebe ein Foto ein und beschrifte es. Notiere deine Beobachtungen.



Erläuterung zum Bohnentagebuch

Man könnte auch den Keimling aus dem Glas in die Erde umtopfen anstatt beide Ansätze gleichzeitig zu erstellen.

Um die SchülerInnen zu motivieren, sich besonders gut um ihre Pflanze zu kümmern, könnte man den/ die SchülerIn mit der größten Pflanze auszeichnen.

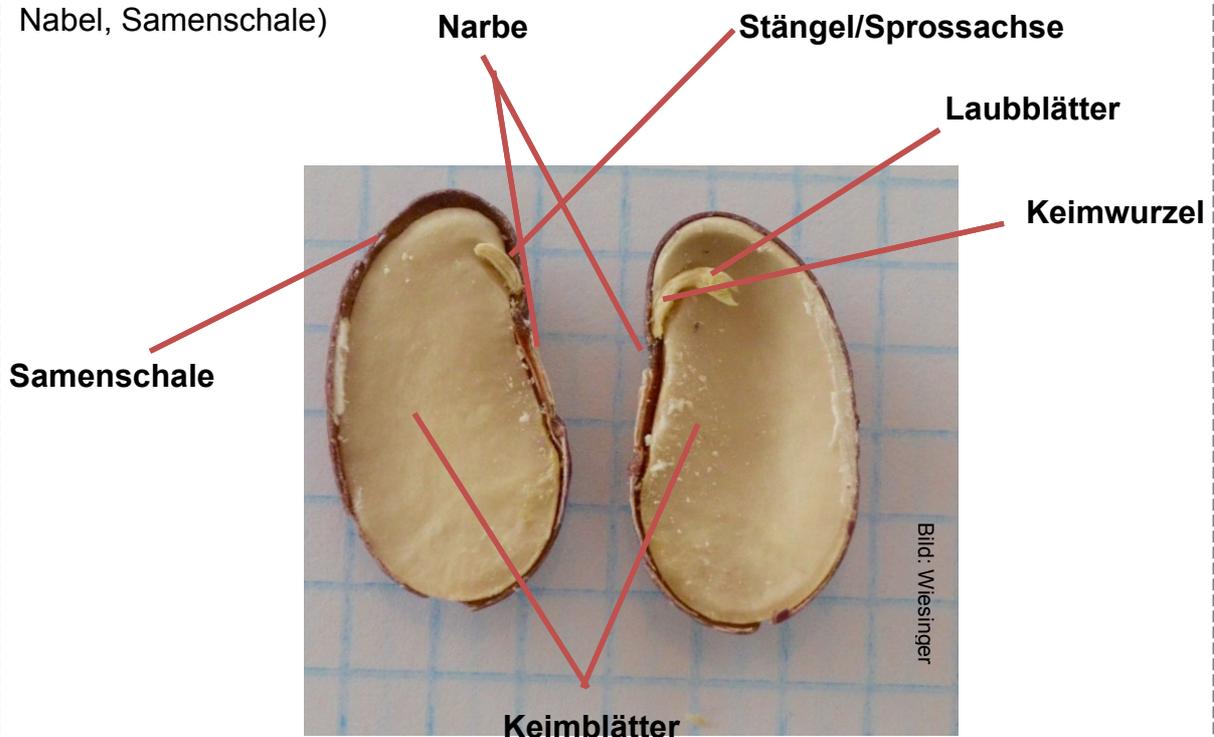
Am Ende der Versuche können die Erbsenpflanzen aus Versuch 2 oder Bohnenpflanzen in den Schulgarten oder auch in den eigenen Garten der SchülerInnen eingepflanzt werden.



Lösung zum Bohnentagebuch

Tag 1: 01.09.2017

Zeichne oder klebe ein Foto ein und beschrifte die Innenseiten der beiden Bohnenhälften: (Keimblätter, Laubblätter Stängel/Sprossachse, Keimwurzel, Nabel, Samenschale)



Literaturverzeichnis

Bohnenwachstum [WWW Document], n.d. URL <http://www.suzmitte.de/index.php/natur-erforschen/wie-wachsen-pflanzen/bohnenwachstum> (accessed 9.25.17).

FAO, 2016. International Year of Pulses 2016 [WWW Document]. URL <http://www.fao.org/pulses-2016/en/> (accessed 4.13.17).

Fischer, M.A., Oswald, K., Adler, W., 2008. Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol, 3., verbesserte Auflage der "Exkursionsflora von Österreich" (1994). ed. OÖ Landesmuseum, Linz.

Keimung - Lexikon der Biologie [WWW Document], n.d. URL <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/keimung/35764> (accessed 9.25.17).

Hülsenfrüchte in der nachhaltigen Landwirtschaft

V= Vorbereitung
D= Durchführung

 Ziele
 Wissenswertes für die Lehrperson

 Erläuterung
 Lösung

Thema	Zeit	Materialien	Sozialform
Infotext: Kraftfrüchte schaffen Vorteile für den Lebensraum	D: 35 min.	Infotext Arbeitsblatt	Einzelarbeit
Arbeitsblatt: Faszination Knöllchenbakterien	D: 30 min.	Arbeitsblatt Pflanze inkl. Wurzeln + Knöllchenbakterien	Einzelarbeit
Domino	D: 15 min.	Domino	Einzelarbeit/Gruppenarbeit
Arbeitsblatt: Stickstoffkreislauf	D: 20 min.	Arbeitsblatt: Lückentext + Abbildung	Einzelarbeit

Ziele

- SchülerInnen können Leistungen der Hülsenfrüchte für eine nachhaltige Landwirtschaft aufzählen.
- SchülerInnen wissen, dass Leguminosen Stickstoff fixieren können.
- SchülerInnen kennen den Vorgang der Stickstofffixierung und seine Funktion.
- SchülerInnen lernen bedeutsame Futter- und Körnerleguminosen kennen.
- SchülerInnen können wichtige Informationen aus einem Text herausfiltern.
- Leistungsstarke SchülerInnen vertiefen ihr Wissen zum N-Kreislauf.

Wissenswertes für die Lehrperson

Leistungen der Hülsenfrüchte für eine nachhaltige Landwirtschaft

Hülsenfrüchte wirken sich nicht nur positiv auf unsere Gesundheit aus, sondern sind allgemein sehr vorteilhaft für unsere Umwelt. Es gibt neben dem sehr wesentlichen Effekt der Stickstofffixierung noch weitere positive Effekte, die Hülsenfrüchte auf die Bodenfruchtbarkeit haben. Ein Boden ist dann fruchtbar, wenn er die Pflanze gut mit Nährstoffen, Wasser sowie Luft versorgen kann.

Viele Leguminosenarten (Ackerbohne, Lupine, Rotklee,...) besitzen sehr tiefreichende Pfahlwurzeln, die dazu dienen, den Unterboden aufzulockern. Mit Hilfe dieser Pfahlwurzeln gelangen die Pflanzen bis in die tiefen Schichten des Bodens, um dort

das Wasser sowie die Nährstoffe, die für andere Pflanzen schwer zugänglich sind, auszunützen.

Zusätzlich zu den Pfahlwurzeln besitzen einige Hülsenfrüchte (z.B. Wicken) auch noch Netzwurzeln. Diese schaffen Strukturen im Boden, die der Pflanze helfen das Wasser besser aufnehmen zu können. Insbesondere Ernterückstände, Beschattung aufgrund der Blätter sowie Bodenruhe führen dazu, dass die Anzahl der Regenwürmer zunimmt und somit der Boden noch mehr aufgelockert werden kann. Leguminosen, die mehrere Jahre wachsen (mehrjährige Leguminosen), also nicht nur einjährig sind, verbessern zusätzlich noch den Nährstoffgehalt, da aufgrund der Bodenruhe, viele Pflanzenrückstände am Feld zurückbleiben. (Wiggering et al., 2012)

Werden Hülsenfrüchte in den Anbau der Nutzpflanzen miteingegliedert, so hat dies natürlicherweise eine positive Auswirkung auf die biologische Vielfalt. (Verschiedenheit der Arten)

So schaffen mehrjährige Leguminosen besondere Eigenschaften in einem Lebensraum, wie eine längere Bodenbedeckung sowie Durchwurzelung, die sich positiv auf Kräuter, Insekten sowie einige Wirbeltiere (Feldvögel, Feldhasen) auswirken. Zusätzlich steigern Pflanzen, die Blüten ausbilden, wie eben die Hülsenfrüchte, auch die Artenvielfalt. Bestäubende Insekten (Bienen, Schmetterlinge, Käfer usw.), werden immer weniger und somit sind Hülsenfrüchte gerade deshalb sehr wertvoll. Aufgrund der Fähigkeit Stickstoff zu binden, können Stickstoff-Düngemittel reduziert bzw. teilweise weggelassen werden. Zusätzlich können Maschinen, die den Boden auflockern, etwas weniger eingesetzt werden, da die Pfahlwurzeln der Hülsenfrüchte zur Bodenauflockerung viel beitragen. (Bundesamt für Naturschutz, 2014) (Wiggering et al., 2012)

Stickstofffixierung der Knöllchenbakterien

Leguminosen können mit sogenannten Knöllchenbakterien (Rhizobien), die sich im Boden befinden, eine Symbiose eingehen. Eine Symbiose bedeutet, dass beide Partner, also Pflanze sowohl auch Bakterium einen gegenseitigen Nutzen von ihrer Gemeinschaft haben. Knöllchenbakterien können Stickstoff (N_2) aus der Luft der Bodenporen binden und geben diesen an die Pflanze weiter. Im Gegenzug dafür erhalten die Bakterien von der Pflanze Nährstoffe wie z.B. Kohlenhydrate. Die Bakterien binden bzw. fixieren zum Teil mehr Stickstoff als die Pflanze selbst benötigt. So erhalten auch Pflanzen, die nach den Leguminosen angepflanzt werden (Folgekultu-

ren), noch sehr viel Stickstoff. Ca. 400 kg Stickstoff pro Hektar können jährlich mit Hilfe von Leguminosen fixiert werden. (Zehner and Göttfert, 2015) (Hungria et al., 2005)

Vorgang der Fixierung:

Chemische Signale werden von den Wurzeln der Leguminosen abgegeben und sorgen dafür, dass die Bakterien „angelockt“ werden. Die Bakterien wandern anschließend über die Wurzelhaare in die Wurzelrinde. Es kommt somit zur Ausbildung von Knöllchen, in denen die Fixierung stattfinden kann. Das Enzym Nitrogenase spielt genauso eine zentrale Rolle wie das Leghämoglobin. Nitrogenase kann nur dann arbeiten, wenn sehr wenig Sauerstoff vorhanden ist. Doch die Bakterien benötigen Sauerstoff, damit sie überhaupt leben können. Darum gibt es das Leghämoglobin. Es verleiht den Knöllchen die rote Farbe und ist unserem Blutfarbstoff sehr ähnlich. Seine wichtigste Funktion ist, dass es Sauerstoff aufnehmen und dadurch den Sauerstoff in der Umgebung reduzieren kann. So sorgt das Leghämoglobin dafür, dass das Enzym Nitrogenase überhaupt arbeiten kann. („Stickstoff-Fixierung durch Knöllchenbakterien | biowissen,“ n.d.)

Stickstoffkreislauf

Alle Organismen enthalten Stickstoff, da dieser für den Aufbau von Eiweiß, aber auch der DNA benötigt wird.

1. Um Energie zu gewinnen, zersetzen **Destruenten = Zersetzer** (Pilze, Bakterien) abgestorbene Lebewesen. Dadurch entsteht Ammoniak (NH_3) sowie Ammonium (NH_4^+).
2. Ammoniak und Ammonium werden mit Hilfe von Bakterien in andere stickstoffhaltige Stoffe (Nitrit und Nitrat) umgewandelt.
3. Nitrat und Ammoniak dienen den Pflanzen und kleinen Organismen (Mikroorganismen) als Nährstoffe. Sie werden von ihnen genützt um Eiweiß aufzubauen.
4. Verschiedenen Bakterien können Nitrat, aber auch Nitrit verwenden um Energie zu gewinnen. Über mehrere Zwischenschritte wird somit aus Nitrat oder Nitrit wieder Stickstoff gebildet, der hauptsächlich wieder in die Luft entweicht.
5. Die Knöllchenbakterien der Hülsenfrüchte können zudem direkt aus dem Stickstoff der Luft Ammoniak und Ammonium bilden. (siehe oben)

6. **Tiere (Konsumenten)** ernähren sich auch von **Pflanzen (Produzenten)**. Der Stickstoff gelangt so von den Produzenten zu den Konsumenten. Der Kreislauf beginnt wieder von vorne. (“ Der natürliche Stickstoffkreislauf,” n.d.)

Kraftfrüchte schaffen Vorteile für den Lebensraum

Symbiose: Zusammenleben von Lebewesen schafft für beide Vorteile.



Hülsenfrüchte bzw. Leguminosen können gemeinsam mit speziellen Bakterien Knöllchen an den eigenen Wurzeln bilden. Mit Hilfe interessanter Symbiosen binden Knöllchenbakterien Stickstoff, wandeln ihn in stickstoffhaltige Stoffe um, damit die Pflanze diesen besser aufnehmen kann. Diese Stoffe sind nicht nur für Pflanzen sowie das Bodenleben wesentlich, sondern auch für Tiere und Menschen, in deren Ernährung auch die Hülsenfrüchte inkludiert sind. 2016 war das internationale Jahr der Hülsenfrüchte. Das Jahr ergab die einzigartige Möglichkeit, die Vorteile von Leguminosen in der gesamten Nahrungskette und Lebensmittelproduktion zu verdeutlichen.

Leguminosen binden Stickstoff

Die Leguminosen sind eine sehr große und bedeutsame Familie. Denn im Gegensatz zu anderen Pflanzenfamilien besitzen Leguminosen die Fähigkeit in den eigenen Wurzeln mit stickstoffbindenden Knöllchenbakterien eine Symbiose einzugehen. Die Bakterien binden Stickstoff aus der Luft der Bodenporen (Luft besteht zu 80% aus Stickstoff) und stellen diesen für die Pflanzen bereit.

Die Bakterien erhalten im Gegenzug die Nährstoffe, welche die Pflanze aus der Photosynthese gewinnt. Bakterien nutzen Nährstoffe als Energiequelle. Es kommt also zu einem gegenseitigen Austausch, bei dem beide Partner profitieren (=Symbiose). Leguminosen benötigen somit keinen speziellen Stickstoffdünger und haben besonders auf stickstoffarmen Böden einen klaren Vorteil.

Nutzen für Boden und Pflanzen

Die Pflanzen benötigen den Stickstoff, um daraus Amino-

KNÖLLCHENBAKTERIEN

- gehen eine Symbiose mit Pflanzen ein und tauschen Nährstoffe aus.
- werden auch Rhizobien genannt (= viele Bakterienstämme).
- vermehren sich in den Zellen der Wurzel einer Pflanze und bilden dort Knöllchen bzw. Wucherungen
- binden Luftstickstoff (N_2) aus den Poren des Bo-

säuren und aus diesen wiederum Eiweiß (= Protein) aufzubauen. Protein wird von den Lebewesen für das Wachstum benötigt. Die Hülsenfrüchte haben somit sehr viel Eiweiß zur Verfügung und können dieses dann in ihren Samen bzw. Früchten anreichern. Die Knöllchenbakterien binden

meist deutlich mehr Stickstoff, als die Pflanze selbst benötigt. Etwa 400 kg pro Hektar können im Durchschnitt fixiert werden. Viele Landwirte führen auf ihren Feldern eine Gründüngung durch. Sie ernten somit nicht ihre Pflanzen, sondern pflügen diese, bevor die nächsten Pflanzen eingesetzt werden. Die verbleibenden Pflanzenrückstände tragen somit zu einem sehr fruchtbaren Boden (= hoher Vorfruchtwert) für die Folgekultur bei. Die Stickstoffdüngung kann somit minimiert bzw. sogar ausgelassen werden.

Es gibt neben der Stickstofffixierung noch weitere besondere Effekte, die eine Auswirkung auf die Bodenfruchtbarkeit haben.



Bild „Knöllchenbakterien“: Schlag B.

Die sehr tiefreichenden Pfahlwurzeln der Leguminosen bewirken eine Auflockerung im Unterboden und können Nährstoffe aufnehmen, die für andere Pflanzen oft nicht erreichbar sind. Zudem besitzen einige Leguminosen, wie beispielsweise die Wicke, ein feines Geflecht aus Netzwurzeln, die ebenfalls die Wasseraufnahme sowie Wasserspeichermöglichkeit des Bodens verbessern. Die Leguminosen bringen darüber hinaus noch zusätzliche Vielfalt in die Fruchtfolge auf den Anbauflächen. Vielfalt wirkt Schädlingen aber

schützen bedrohte Arten. Ein indirekter Effekt der Bodenlockerung durch Regenwürmer kann mit Hilfe von Leguminosen ebenfalls erzielt werden. Ernterückstände, Beschattung sowie Bodenruhe bei mehrjährigen Leguminosen führen zu einem Anstieg der Regenwurmzahl.

Leguminosen sind wahrhaftige Kraftpakete

Neben den Pflanzen sind besonders die Früchte bzw. Samen eine wesentliche Ernährungsgrundlage für Tiere und Menschen. Zusätzlich zu dem

Österreich nur in einem sehr geringen Maß (0,7 kg/Kopf/Jahr) verzehrt, obwohl in ihnen ein hohes gesundheitliches Potential steckt.

Landwirte unterscheiden die Leguminosen nach der Größe der Körner und nach der Verwendung in Körner- und Futterleguminosen. Typische Körnerleguminosen sind die Ackerbohne, Futtererbsen oder Lupine. Die Tiere fressen hier nur die zerkleinerten Früchte. Anders bei den Futterleguminosen, wie Luzerne



Bild: Pixabay



Bild „Pfahlwurzel“: Wiesinger

auch Krankheiten entgegen. Leguminosen vertragen sich meist untereinander nicht sehr gut und benötigen daher eine gute Fruchtfolgeplanung. Anbaupausen von ca. vier bis sechs Jahren sollten somit eingehalten werden. Nicht zuletzt verringern Leguminosen als Bodendecker, wie etwa im Herbst nach der letzten Ernte, die Abtragung von Bodenmaterial (= Bodenerosion). Außerdem bieten die Hülsenfrüchte für nektarsammelnde bzw. bestäubende Insekten, z.B. Bienen, eine vorzügliche Nahrungsgrundlage. Besonders die mehrjährigen Leguminosen erhöhen die Vielfalt der Arten im Allgemeinen und

Protein, welches ihre wertschöpfende Komponente ist, liefern sie noch Kohlenhydrate und Ballaststoffe sowie einen mäßigen Anteil an Fett. Hülsenfrüchte versorgen uns außerdem mit wertvollen Vitaminen und Mineralstoffen, aber auch weitere pflanzliche Inhaltsstoffe, die sich bei einer richtigen Zubereitung positiv auf unsere Gesundheit auswirken. Die biologische Wertigkeit des Leguminosenproteins kann als mittel bis hoch eingestuft werden. Damit der Körper das Eiweiß noch besser verwerten kann, isst man diese am besten mit Getreideprodukten oder Kartoffeln. Leider werden Hülsenfrüchte in

oder Klee. Hier bekommen die Tiere beinahe die gesamte Pflanze als Heu oder Silage. Ein Großteil der Leguminosensamen wird im Frühjahr gesät. Innerhalb weniger Monate wachsen sie heran und blühen im Mai und Juni über mehrere Wochen.

Nach der Bestäubung reifen die Früchte im Juli oder August. Wenige Arten werden auch im Herbst ausgesät und überstehen den Winter.

Leguminosen – wahre Kraftpakete

Möglicherweise hast du von ihnen sehr selten etwas gehört. Eigentlich sind Leguminosen, also Hülsenfrüchte, wirklich wichtig für die Landwirtschaft und auch für deine Ernährung.

1. Lies den fettgedruckten Teil des Artikels durch. Notiere in einem Satz die Besonderheit der Leguminosen.

2. Warum tragen Leguminosen zu einem hohen Vorfruchtwert für die Folgekultur bei?

3. Nenne noch vier weitere Vorteile der Leguminosen für Boden und Pflanzen

-
-
-
-

4. Um welche Körner- und Futterleguminosen handelt es sich hier?



Bilder: Pixabay

--	--	--	--

Tipp: Du findest die Körner- und Futterleguminosen im Text.



Faszination „Knöllchenbakterien“

1. Sind diese Aussagen richtig oder falsch! Korrigiere falsche Aussagen!

Aussage	Richtig	Falsch	Korrektur
Knöllchenbakterien gehen eine Symbiose mit Tieren ein.		X	Pflanzen
Wurzeln senden chemische Botenstoffe aus und locken dadurch Bakterien an. Bakterien vermehren sich in der Wurzelzelle.			
Die Bakterien versorgen die Pflanze mit Nährstoffen, die über die Fotosynthese gebildet werden.			
Bakterien bilden rotes Leghämoglobin, das freien Sauerstoff bindet und begünstigen somit die Arbeit des Enzyms Nitrogenase.			
Nitrogenase ist kein Enzym, das die Stickstofffixierung durchführt.			
Die Knöllchen binden den Stickstoff (N ₂) aus der Luft der Bodenporen und wandeln diesen zu Ammoniak (NH ₃) und Ammonium (NH ₄ ⁺) um.			
Die Pflanze nimmt den Stickstoff aus der Luft auf und kann daraus Eiweiße bilden. Eiweiß wird für das Wachstum der Pflanze benötigt.			

- 2. Nimm eine Pflanze aus der Familie der Leguminosen und grabe vorsichtig deren Wurzeln aus. Entferne die Erde und schneide mit einem Messer die Knöllchen ab. Zeichne farbig, was du sehen kannst.**



START

Die Wurzeln senden chemische Botenstoffe aus.

z.B. Kohlenhydrate

Knöllchen binden Stickstoff (N_2) aus der Luft der Bodenporen

bzw. Proteine

Aminosäuren und Proteine benötigt die Pflanze

Knöllchenbakterien auf

und bildet daraus Aminosäuren

Dadurch werden Bakterien angelockt.

Die Pflanze erkennt die Bakterien und umschließt sie.

Sie wandeln N_2 zur Ammoniak (NH_3) und Ammonium (NH_4^+) um.

für ihr Wachstum

ENDE

welches für die Stickstofffixierung verantwortlich ist.

Die Pflanze nimmt die Produkte der

und begünstigt somit die Bildung von Nitrogenase. Nitrogenase ist ein Enzym,

und bilden Wucherungen (Knöllchen) aus.

Die Bakterien erhalten von der Pflanze Nährstoffe

Die Bakterien vermehren sich in der Wurzelrinde und infizieren auch andere Zellen.

Die Zellen teilen sich

Bakterien bilden auch noch das rote Leghämoglobin. Leghämoglobin bindet freien Sauerstoff



Erläuterung

Kraftfrüchte-schaffen Vorteile für den Lebensraum

SchülerInnen lesen den Text und sollen wichtige Aussagen unterstreichen. Anschließend erhalten sie das Arbeitsblatt und sollen mit Hilfe des Textes die Fragen beantworten. Um die Körner- bzw. Futterleguminosen richtig zu beschriften, könnten sie auch ihre Handys benutzen.

Faszination Knöllchenbakterien

Um diese Aussagen beurteilen zu können, benötigen die SchülerInnen einen dementsprechenden Input. Begriffe wie Symbiose, Fotosynthese, Enzym, Ammoniak und Ammonium sollten zuvor schon einmal behandelt worden sein. Klee oder Erbsen eignen sich gut um die Knöllchenbakterien vorzuzeigen. Sehr empfehlenswert ist auch eine Lupe oder ein Binokular, um die Bakterien genau betrachten zu können.

Domino

Das Domino eignet sich besonders gut, um den Vorgang der Stickstofffixierung zu festigen. Die SchülerInnen können diesen so noch einmal spielerisch wiederholen. Dieses Domino eignet sich auch besonders gut für einen Stationenbetrieb.

Stickstoffkreislauf

Als Input für dieses Thema eignen sich folgenden Videoclips:

- Eine einfache Erklärung:

<https://www.youtube.com/watch?v=kmodQudh8ew> (aufgerufen am 16.08.17)

- Eine sehr detaillierte Erklärung:

<https://www.youtube.com/watch?v=S-2bBR1y4h4> (aufgerufen am 16.08.17)

Tipp: Bei besonders leistungsstarken SchülerInnen können die Begriffe zum Einsetzen auch weggelassen werden.

! Lösung

Leguminosen – wahre Kraftpakete

Möglicherweise hast du von ihnen sehr selten etwas gehört. Eigentlich sind Leguminosen, also Hülsenfrüchte wirklich wichtig für die Landwirtschaft und auch für deine Ernährung.

1. Lies den fettgedruckten Teil des Artikels durch. Notiere in einem Satz die Besonderheit der Leguminosen.

Leguminosen bzw. Hülsenfrüchte können mit bestimmten Bakterien eine Symbiose eingehen. Diese Bakterien können Stickstoff fixieren/ binden und ihn aufnahmefähiger für die Pflanzen machen.

2. Warum tragen Leguminosen zu einem hohen Vorfruchtwert für die Folgekultur bei? Wenn Landwirte die Felder nur pflügen, dann bleiben Pflanzenrückstände und somit der aufgenommen Stickstoff zurück und die Folgekultur benötigt wenig bis gar keinen Dünger.

3. Nenne noch vier weitere Vorteile der Leguminosen für Boden und Pflanzen

- *Netzwurzeln verbessern die Wasseraufnahme sowie Wasserspeicherkapazität des Bodens.*
- *Pfahlwurzeln lockern den Unterboden.*
- *Vielfalt in der Fruchtfolge = Nachteil für Krankheit + Schädlinge*
- *Nahrungsgrundlage für blütenbesuchende Insekten.*

4. Um welche Körner- und Futterleguminosen handelt es sich hier?



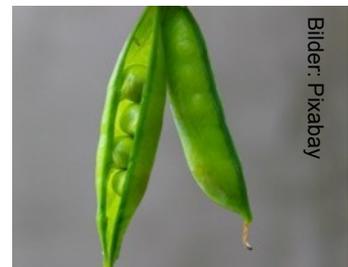
Lupine



Bohnen



Klee



Erbsen

Bilder: Pixabay

Tipp: Du findest die Körner- und Futterleguminosen im Text.



Faszination „Knöllchenbakterien“

1. Sind diese Aussagen richtig oder falsch! Korrigiere falsche Aussagen!

Aussage	Richtig	Falsch	Korrektur
Knöllchenbakterien gehen eine Symbiose mit Tieren ein.		x	<i>Pflanzen</i>
Wurzeln senden chemische Botenstoffe aus und locken dadurch Bakterien an. Bakterien vermehren sich in der Wurzelzelle.	x		
Die Bakterien versorgen die Pflanze mit Nährstoffen, die über die Fotosynthese gebildet werden.		x	<i>Die Pflanze versorgt die Bakterien mit Nährstoffe....</i>
Bakterien bilden rotes Leghämoglobin, das freien Sauerstoff bindet und begünstigen somit die Arbeit des Enzyms Nitrogenase.	x		
Nitrogenase ist kein Enzym, das die Stickstofffixierung durchführt.		x	<i>ein</i>
Die Knöllchen binden den Stickstoff (N ₂) aus der Luft der Bodenporen und wandeln diesen zu Ammoniak (NH ₃) und Ammonium (NH ₄ ⁺) um.	x		
Die Pflanze nimmt den Stickstoff aus der Luft auf, kann daraus Aminosäuren und später Proteine bilden. Proteine werden für das Wachstum der Pflanze benötigt.		x	<i>nimmt Ammoniak (NH₃) und Ammonium (NH₄⁺) auf</i>

2. Nimm eine Pflanze aus der Familie der Leguminosen und grabe vorsichtig deren Wurzeln aus. Entferne die Erde und schneide mit einem Messer die Knöllchen ab. Zeichne farbig, was du sehen kannst.



START

Die Wurzeln senden chemische Botenstoffe aus.

Dadurch werden Bakterien angelockt.

Die Pflanze erkennt die Bakterien und umschließt sie.

Die Bakterien vermehren sich in der Wurzelrinde und infizieren auch andere Zellen.

Die Zellen teilen sich

und bilden Wucherungen (Knöllchen) aus.

Die Bakterien erhalten von der Pflanze Nährstoffe

z.B. Kohlenhydrate

Knöllchen binden Stickstoff (N_2) aus der Luft der Bodenporen.

Sie wandeln N_2 zur Ammoniak (NH_3) und Ammonium (NH_4^+) um.

Bakterien bilden auch noch das rote Leghämoglobin.

Leghämoglobin bindet freien Sauerstoff

und begünstigt somit die Bildung von Nitrogenase.

Nitrogenase ist ein Enzym,

welches für die Stickstofffixierung verantwortlich ist.

Die Pflanze nimmt die Produkte der

Knöllchenbakterien auf

und bildet daraus Aminosäuren

bzw. Proteine

Aminosäuren und Proteine benötigt die Pflanze

für ihr Wachstum.

ENDE

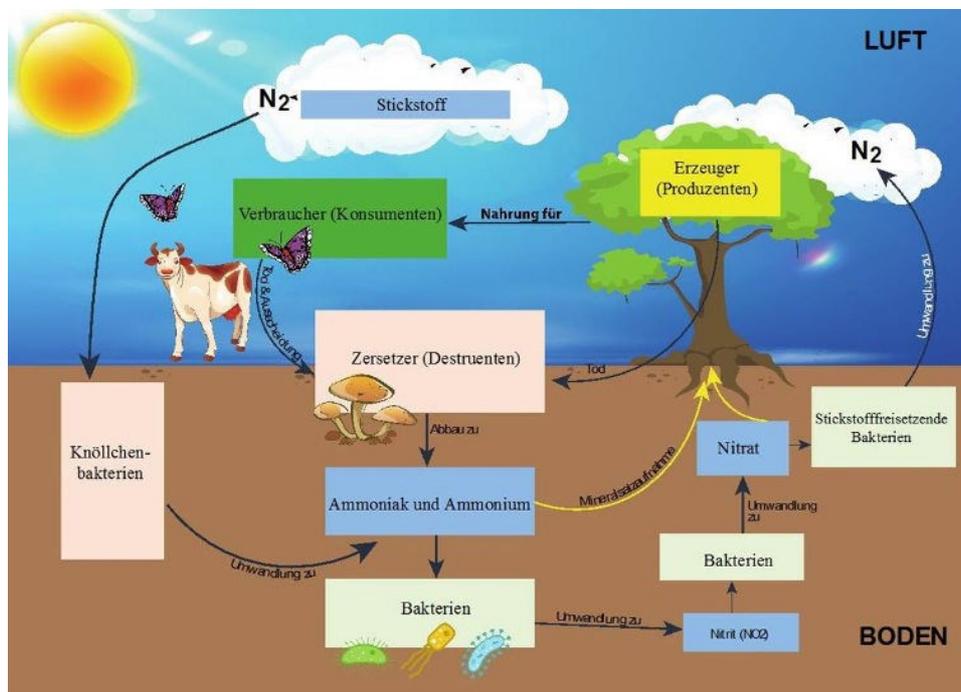
Stickstoffkreislauf

Hülsenfrüchte spielen in diesem Kreislauf eine sehr wichtige Rolle.



Verwende die Begriffe aus dem Kästchen und setze sie in den Lückentext bzw. in die Abbildung ein!

Für Organismen ist der Stickstoff unverzichtbar, denn sie benötigen diesen für den Aufbau von Eiweiß und somit für ihr Wachstum. Pflanzen, die im allgemeinen Kreislauf aufgrund ihrer Fotosynthese als Erzeuger (Produzenten) gelten, können den Stickstoff nur nützen, wenn dieser in Form von gelösten Mineralstoffen vorhanden ist. Sie können nämlich die sehr starke Bindung zwischen den zwei Stickstoffmolekülen (N_2) nicht aufbrechen. Die sogenannten Zersetzer bzw. Destruenten (Pilze, Fäulnisbakterien) können abgestorbene Lebewesen über Fäulnis oder Verwesung abbauen. Als Abbauprodukte entstehen im Boden vor allem Ammoniak (NH_3) sowie Ammonium (NH_4^+). Diese beiden stickstoffhaltigen Verbindungen werden mit Hilfe von Bakterien in andere Stoffe (Nitrite und später dann in Nitrate) umgewandelt. Nitrate dienen den Pflanzen als Nährstoffe. Aber nicht alle Nitrate werden von der Pflanze aufgenommen, denn ein Teil wird von stickstofffreisetzenden Bakterien wieder in Stickstoff (N_2) umgewandelt, der in die Luft zurückkehrt. Die sogenannten Knöllchenbakterien, die sehr oft bei den Hülsenfrüchten vorkommen, können den Stickstoff in der Luft auch in Ammoniak und Ammonium umwandeln und geben diesen direkt an die Pflanze weiter. Verbraucher (Konsumenten) nehmen den Stickstoff auf, indem sie Pflanzen (Produzenten) fressen. Der Kreislauf beginnt nun wieder von vorne. Mikroorganismen spielen im Stickstoffkreislauf also eine sehr wesentliche Rolle.



Begriffe zum Einsetzen : Knöllchenbakterien / Nitrate / Stickstoff/ Ammoniak (NH_3) und Ammonium (NH_4^+) / Erzeuger (Produzenten) / Bakterien / Verbraucher (Konsumenten) / stickstofffreisetzende Bakterien / Zersetzer (Destruenten)/ Bakterien

Literaturverzeichnis

Der natürliche Stickstoffkreislauf [WWW Document], n.d. URL <https://freie-referate.de/biologie/naturlicher-stickstoffkreislauf> (accessed 9.25.17).

Bundesamt für Naturschutz, 2014. Leguminosen nutzen Naturverträgliche Anbaumethoden aus der Praxis ; [Praxishandbuch.

Hungria, M., Franchini, J.C., Graham, P.H., 2005. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. Nitrogen Fixat. Agric. For. Ecol. Environ. Vol4 25–42.

Stickstoff-Fixierung durch Knöllchenbakterien | biowissen [WWW Document], n.d. URL <http://www.bio-wissen.org/skizzenbuecher/stickstoff-fixierung-durch-knoellchenbakterien> (accessed 8.16.17).

Wiggering, H., Finckh, M., Heß, J., 2012. Fachforum Leguminosen: Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft ; Ökosystemleistungen von Leguminosen wettbewerbsfähig machen ; Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz, Stand 07/2012. ed. Braunschweig.

Zehner, S., Göttfert, M., 2015. Knöllchenbakterien: Helfer der Landwirtschaft. Biol. Unserer Zeit 45, 296–302.

Nachhaltigkeit und ökologischer Fußabdruck

V= Vorbereitung



Ziele



Erläuterung

D= Durchführung



Wissenswertes für die
Lehrperson



Lösung

Thema	Zeit	Materialien	Sozialform
Arbeitsblatt: Nachhaltige Rezepte	D: 35 min.	Arbeitsblatt Computer/Laptop	Einzelarbeit
Arbeitsblatt: Nachhaltige Ernährung	D: 15 min.	Arbeitsblatt Computer/Laptop	Einzelarbeit
Rollenspiel: Schulbuffet	V: 30-40 min. D: 30 min.	Einführungstext Rollentext	Kleingruppe/ Plenum
Diskussionsrunde für leistungsstarke SchülerInnen	V: 20 min. D: 30 min.	Einführungsvideo Diskussionskärtchen Infotext: Kraftfrüchte schaffen Vorteile für den Lebensraum	Kleingruppe/ Plenum



Ziele:

- SchülerInnen können den ökologischen Fußabdruck definieren.
- SchülerInnen wissen, dass der Bereich Ernährung den größten Anteil am ökologischen Fußabdruck ausmacht und dass der Konsum von tierischen Produkten eine wesentliche Rolle spielt.
- SchülerInnen wissen, warum sich Hülsenfrüchte nachhaltig auf die Umwelt auswirken.



Wissenswertes für die Lehrperson:

Der Begriff Nachhaltigkeit

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ ist sehr facettenreich und umfasst die drei Ebenen: Wirtschaft, Ökologie und Soziologie. Zusammenfassend ist jedoch gemeint, dass natürliche Lebensgrundlagen so genützt werden sollen, dass zukünftige Generationen ebenfalls noch ihre Bedürfnisse befriedigen und ein lebenswertes Leben führen

können. Es sollte mit Ressourcen (Wasser, Energie, Boden,....) verantwortungsbewusst, sozial aber auch umweltverträglich gehandelt werden bzw. nicht mehr Ressourcen verbraucht werden, als nachwachsen oder regenerieren können. ("Nachhaltigkeit," n.d.)

Beispielsweise führt eine zu hohe Produktion von Treibhausgasen bzw. CO₂ zu einer Erwärmung des Klimas. Dadurch schmelzen Gletscher und der Meeresspiegel steigt an. Unwetter sowie Dürre nehmen dadurch stetig zu.

Ökologischer Fußabdruck

Während unseres täglichen Lebens hinterlassen wir Spuren auf der Erde. Es stellt sich die Frage, wie groß der Abdruck ist, den wir hinterlassen, da es ja kleine und große Füße gibt. Dazu wurde das Konzept des ökologischen Fußabdrucks entwickelt. Mit Hilfe dieses Konzeptes versucht man darzustellen, wie viel Fläche benötigt wird, um all die nötigen Rohstoffe sowie Energie bereitzustellen. Eigentlich sollte der ökologische Fußabdruck eines Menschen nicht größer als 1,8 globale Hektar sein. Wenn man bedenkt, dass ein/e ÖsterreicherIn im Durchschnitt 5,3 globale Hektar verbraucht, so ist klar ersichtlich, dass wir deutlich über unseren Verhältnissen leben. (Moidl et al., 2013) ½ Hektar entspricht ca. einem Fußballfeld. Der ökologische Fußabdruck setzt sich aus den vier folgenden Bereichen zusammen:

Wohnen und Energie

Hier wird geschaut, in welchem Haus bzw. Wohnung man lebt und wie viele Quadratmeter man benötigt. Aber es wird auch darauf geachtet, wie viele Leute in diesem Haushalt leben und welcher Strom verwendet wird. Oder ob z.B. Energiesparlampen angebracht sind oder Geräte ständig auf Standby laufen.

Konsum und Freizeit

Es geht hier darum, wie viel Müll du produzierst bzw. ob du den Müll auch trennst. Ebenso wird beachtet, ob du viele Freizeitaktivitäten machst oder generell sehr viel konsumierst.

Ernährung

Der Bereich Ernährung bildet den größten Teil des ökologischen Fußabdruckes. Hier wird darauf geachtet, wie oft du tierische Produkte zu dir nimmst oder ob du Wasser aus der Leitung oder eher exotische Säfte trinkst. Fleisch, Milch und Eier machen dabei 80% des Bereichs Ernährung aus. Es wird auch darauf geschaut ob du Lebensmittel konsumierst, die aus Österreich stammen oder jene Lebensmittel, die

einen langen Transportweg hinter sich haben, also beispielsweise von anderen Kontinenten. Ob du frische Produkte kaufst oder Produkte aus der Tiefkühltruhe oder Konserven spielt auch eine wesentliche Rolle.

Verkehr und Mobilität

Hier wird darauf geachtet, ob deine Familie mit dem Auto fährt oder, ob ihr öffentliche Verkehrsmittel benützt. Auch euer Urlaub spielt dabei eine Rolle. Seid ihr mit dem Flugzeug geflogen? Ist deine Familie generell sehr sportlich und ihr legt sehr viele Kilometer mit dem Rad oder zu Fuß zurück. All das wird auch miteinberechnet. (Moidl et al., 2013)

Der ökologischer Fußabdruck eines/einer ÖsterreicherIn

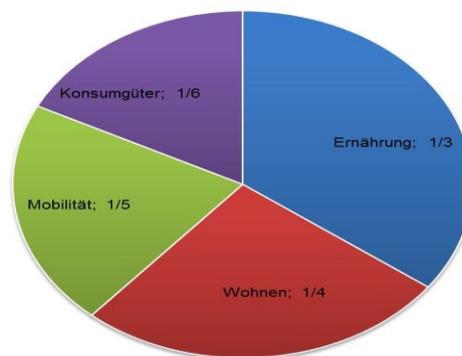


Abbildung 1: (Behrens et al., 2005)

Beitrag zur Ernährungssicherheit

Hülsenfrüchte sind echte Sattmacher, sehr kostengünstig, nahrhaft und ein hervorragender Lieferant für Eiweiß. Daher sind sie in Ländern, in denen tierische Produkte, wie Milch, Fleisch, Eier nur in geringen Mengen zu sich genommen werden, ein guter Fleischersatz. Auch ist der Anbau von Hülsenfrüchten sehr einfach und ertragreich. (Hofer, 2016)

Nachhaltige Landwirtschaft

Sehr besonders für Hülsenfrüchte ist die Fähigkeit Stickstoff aus der Luft zu binden. Die Düngung der Felder kann dadurch mit wenig bis gar keinem Stickstoff erfolgen. Auch die Pflanzen, die nach den Hülsenfrüchten angebaut werden (Folgekulturen), können den übrigen Stickstoff noch gut nützen. Dadurch kann CO₂ gespart werden. Die Pfahlwurzeln der Hülsenfrüchte ragen sehr tief in den Boden und lockern diesen auch auf. Maschinelle Bodenbearbeitung kann somit reduziert werden. (Wiggering et al., 2012)

1 kg Linsen erzeugt 0,5 kg CO₂- 1 kg Rindfleisch erzeugt 20x mal mehr ("CO₂ Rechner | Klimatarier.com," n.d.) Die Treibhausgase Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan oder Lachgas werden durch Verdauungsprozesse und Ausscheidung der Tiere verursacht. Aber auch das Herstellen der notwendigen Futtermittel für die Tiere – vor allem die Erweiterung von Flächen, die später zum Anbau dienen sollten (Brandrodung usw.) – führen zu einem Anstieg der Treibhausgase. (Pelletier and Tyedmers, 2010) Nicht nur wegen des niedrigen CO₂- Fußabdrucks tun Hülsenfrüchte der Umwelt gut. Auch der Wasserverbrauch ist im Vergleich zu Eiweiß aus tierischer Herkunft deutlich geringer. **1 kg Linsen benötigt 163 Liter Wasser - 1 kg Rindfleisch benötigt im Vergleich 7030 Liter Wasser.** (Hoekstra, 2008)



Erläuterung zum Arbeitsblatt „Nachhaltige Rezepte“

Vorwissen:

SchülerInnen sollten den Begriff „Nachhaltigkeit“ kennen und wissen, dass tierische Produkte eine größere CO₂ Produktion verursachen als pflanzliche Produkte.

Durchführung:

1. Spaghetti Variationen

Mit Hilfe des folgenden Links können SchülerInnen die CO₂ Produktion für das Gericht „Spaghetti Bolognese“ berechnen. Anhand ihres Vorwissens sollen SchülerInnen überlegen und ausprobieren, wie sie die CO₂ Produktion verringern könnte. Wichtig ist, dass die Portionsgröße gleich bleibt. Bei Fragen zur Mengenangabe können sie die Lehrperson um Rat fragen.

2. Gericht mit geringem CO₂ Fußabdruck

Die SchülerInnen sollen sich ein kreatives und schmackhaftes Gericht überlegen. Gerne können sie Gerichte von zu Hause mitnehmen oder auch im Internet nach Gerichten mit geringer CO₂ Produktion suchen. Die Berechnung erfolgt wieder mit dem Link. Anschließend soll jeder/e SchülerIn sein Rezept vorstellen.

CO₂ Rechner

https://www.klimatarier.com/de/CO2_Rechner

Tipp:

Ein Wettbewerb könnte gestartet werden. Die SchülerInnen stimmen ab, wer das kreativste und ansprechendste Gericht kreiert hat. Die CO₂ Produktion muss ebenfalls berücksichtigt werden. Das Gewinnergericht könnte dann von den SchülerInnen selbst zubereitet werden.

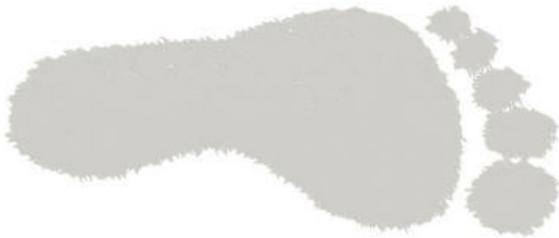
Treibhausgase: Gase, die teilweise vom Menschen verursacht werden und eine Klimaerwärmung bewirken.



Nachhaltige Ernährung

Dein ökologischer Fußabdruck:

Zeichne die vier Bereiche **Wohnen, Ernährung, Mobilität und Konsum** deiner Berechnung entsprechen mit verschiedenen Farben ein.



Deine Global Hektar (gha)

_____ gha

Der _____ veranschaulicht jene Fläche, die notwendig ist, um die Lebensweise eines Menschen zu ermöglichen. Dieser wird in _____ angegeben ($\frac{1}{2}$ ha = 1 Fußballfeld). Pro Person stehen nur 1,8 ha zur Verfügung. Es wird aber deutlich mehr verbraucht. Den größten Teil unseres ökologischen Fußabdruckes nimmt der Bereich _____ ein. Davon entfallen ca. 80% auf den Konsum _____ (Fleisch, Milch, Eier). Die Art, wie wir unsere Nahrungsmittel produzieren, sowie unsere Ernährungsweisen führen zu einem enormen Verbrauch unserer _____ und verursachen auch weltweite Treibhausgasemissionen und sind somit extrem umweltbelastend. Eine gute Alternative wäre auf _____, wie Gemüse, Obst und Hülsenfrüchte sowie auf Bio-Lebensmittel zurückzugreifen. Allgemein sind Hülsenfrüchte ein guter Fleischersatz, weil sie viel _____ enthalten.

5 Gründe - warum Hülsenfrüchte eine positive Auswirkung auf die Welternährung sowie das Klima haben.

-
-
-
-
-



Erläuterung zum Arbeitsblatt „Nachhaltige Ernährung“

Idee für eine Unterrichtsstunde:

Vorbereitung:

Um den ökologischen Fußabdruck online berechnen zu können, brauchen die SchülerInnen einige Informationen von den Eltern. Es soll zu Hause erfragt werden.

1. Größe der Wohnung bzw. des Hauses in m²!
2. Ist das Haus gut wärmeisoliert? (gut/ durchschnittlich/ schlecht)
3. Wie wird das Haus bzw. die Wohnung beheizt?
4. Wie wird Warmwasser erzeugt?
5. Wie ist der Stromverbrauch? (viel/durchschnittlich/wenig)

1. LehrerIn-SchülerInnen- Gespräch

Zur Einführung in das Thema „Ökologischer Fußabdruck“ kann ein LehrerIn-SchülerInnen- Gespräch durchgeführt werden. Allgemein sollte die Definition und die Bedeutung des ökologischen Fußabdruckes sowie die vier Bereiche erläutert werden. (Siehe Wissenswertes für die Lehrperson)

Zur Veranschaulichung der vier Bereiche kann ein Tortendiagramm, das den ökologischen Fußabdruck von Österreich darstellt, an die Tafel gezeichnet werden. Die Lehrperson sollte anschließend auf den Bereich „Ernährung“ genauer eingehen, weil dieser den größten Anteil ausmacht. Gemeinsam kann erörtert werden, welche Inhalte zu diesem Bereich zählen.

2. Brainstorming: Ersatz für tierische Produkte

Die SchülerInnen sollen überlegen, wie tierische Produkte am besten ersetzt werden können. Die von den Schülern genannten Begriffe sollen von der Lehrperson an der Tafel notiert werden.

3. LehrerIn-SchülerInnen-Gespräch

Gemeinsam soll erörtert werden, warum Hülsenfrüchte ein guter Fleischersatz sind bzw. warum diese sich so nachhaltig auf die Umwelt auswirken. Die Lehrperson soll dies wieder stichwortartig an der Tafel notieren. (Siehe Wissenswertes für die Lehrperson)

4. Berechnung des persönlichen ökologischen Fußabdruckes

Mi Hilfe des folgenden Links können die SchülerInnen ihren ganz persönlichen Fußabdruck berechnen.

Der Gesamtwert sowie die Werte der einzelnen Bereiche sollen notiert werden, denn diese werden später für das Arbeitsblatt benötigt.

Fußabdruck Rechner

<http://www.mein-fussabdruck.at/>

5. Arbeitsblatt

Um das Besprochene zu festigen, erhalten die SchülerInnen dieses Arbeitsblatt.

Gemeinsam sollen die Aufgabenstellungen besprochen werden und anschließend soll das Arbeitsblatt alleine ausgefüllt werden. Ein abschließendes Vergleichen im Plenum ist unbedingt notwendig.

Tipp:

In den nächsten Stunden könnten die SchülerInnen überlegen, welche Maßnahmen sie durchführen müssten, damit ihr eigener ökologischer Fußabdruck verkleinert wird.



Lösung zum Arbeitsblatt „Nachhaltige Ernährung“

Der **ökologische Fußabdruck** veranschaulicht jene Fläche, die notwendig ist, um den Lebensstandard eines Menschen zu ermöglichen. Dieser wird in **globale Hektar** angegeben ($\frac{1}{2}$ ha = 1 Fußballfeld). Pro Person stehen nur 1,8 ha zur Verfügung. Es wird aber deutlich mehr verbraucht. Den größten Teil unseres ökologischen Fußabdruckes nimmt der Bereich **Ernährung** ein. Davon entfallen ca. 80% auf den Konsum **tierischer Lebensmittel** (Fleisch, Milch, Eier). Die Art, wie wir unsere Nahrungsmittel produzieren und unsere Ernährungsweisen führen zu einem enormen Verbrauch unserer **Vorräte** und verursachen auch weltweite Treibhausgasemissionen und sind somit extrem umweltbelastend. Eine gute Alternative wäre, auf **pflanzliche Nahrungsmittel** wie Gemüse, Obst und Hülsenfrüchte sowie auf Bio-Lebensmittel

zurückzugreifen. Allgemein sind Hülsenfrüchte ein guter Fleischersatz, weil sie viel Eiweiß enthalten.

5 Gründe - warum Hülsenfrüchte eine positive Auswirkung auf die Welternährung sowie das Klima haben.

- Können Stickstoff aus der Luft binden. Daher kann **Stickstoffdüngung reduziert** bzw. weggelassen und die Böden fruchtbarer gemacht werden.
- **Maschinelle Bodenbearbeitung kann etwas reduziert** werden, da Hülsenfrüchte tiefe Pfahlwurzeln besitzen und so den Boden auflockern.
- Sie haben einen deutlich **geringeren Wasserverbrauch** als tierische Produkte.
- Der **CO₂- Verbrauch ist viel geringer** als bei tierischen Produkten.
- Weil sie **nahrhaft und kostengünstig** sind, tragen sie in ärmeren Regionen zur Ernährungssicherheit bei.

Rollenspiel: Schulbuffet

Einführung in die Geschichte:

Deine Schule ist auf der Suche nach einem neuen Buffetbetreiber. Weil der derzeitige Betreiber bald in Pension gehen wird, muss er seine Tätigkeit aufgeben. Es steht nun eine Betreiberin zur Auswahl, die zukünftig viel Obst und Gemüse und Hülsenfrüchte in das Angebot einbauen möchte. Es soll viele vegetarische Aufstriche, wie z.B. Humus, geben sowie Gemüsesnacks und Salat in allen Variationen. Tierische Produkte werden in den Hintergrund gedrängt und Hülsenfrüchte sollen als Ersatz für tierisches Eiweiß verwendet werden. Die Betreiberin legt auch darauf Wert, dass alle Produkte von den umgebenden Gemüsebauern und -bäuerinnen bezogen werden.

Der zweite Betreiber, der noch zur Auswahl steht, setzt eher auf das herkömmliche Angebot. Er möchte nach wie vor Leberkäsemmeln, Wurstbrote, Pizzabrote, Schokoriegel, usw. anbieten. Das Angebot an Lebensmittel tierischer Herkunft soll also überwiegen und vom Metzger aus dem Ort bezogen werden.

Die Entscheidung soll vom Direktor der Schule übernommen werden. Jedoch möchte er sich verschiedene Interessensvertreterinnen und Interessensvertreter anhören, bevor er eine endgültige Entscheidung trifft.

Für tierische Produkte im Buffet – Metzger:

Ich bin der einzige Metzger weit und breit. Alle Leute schätzen meine qualitativ sehr hochwertigen Produkte und kaufen diese auch regelmäßig. Auch die Schule war immer ein Abnehmer meiner leckeren Wurstwaren und vor allem auf den guten Leberkäse kann nicht verzichtet werden. Warum soll das jetzt alles nicht mehr so sein? Das Metzgerhandwerk muss doch auch erhalten bleiben und zusätzlich ist es meine Lebensgrundlage. Außerdem ist die Ernte von Gemüse und Obst abhängig von der Witterung und so ist eine Versorgung durch die Gemüsebäuerin nicht immer zu 100% gegeben. Die SchülerInnen sind an das Fleisch-sowie Wurstangebot gewöhnt. Eine Umstellung zieht immer Nachteile mit sich.

Für tierische Produkte im Buffet – **Schüler**

Ich als Schüler dieser Schule verstehe gar nicht, warum da überhaupt eine Diskussion stattfindet. Bis jetzt hat es in unserem Buffet beinahe ausschließlich tierische Produkte gegeben. Warum soll das jetzt nicht mehr so sein? Es liegt ja sozusagen in unserer Natur. Der Mensch hat schon immer Fleisch gegessen. Meine schwangere Tante hat mir auch erst gestern erzählt, dass der Arzt ihr empfohlen hat, dass sie wieder Fleisch verzehren soll, weil dadurch ihr Vitamin- und Eisenbedarf besser gedeckt ist. Ohne Eisen ist der Mensch antriebslos, müde und auch das Immunsystem wird geschwächt. Kürzlich haben wir ja auch gelernt, dass das tierische Eiweiß eine viel bessere biologische Wertigkeit besitzt, also für den Aufbau von körpereigenem Eiweiß besser verwendet werden kann. Und wie war das noch einmal mit den natürlichen Pflanzengiftstoffen, die gerade bei Hülsenfrüchten vorkommen? Sie können beim Menschen Unverträglichkeiten oder sogar Vergiftungserscheinungen hervorrufen.

Und bezüglich des Geschmacks. Es gibt nichts, das besser schmeckt und bekannt ist, dass Fett ein wichtiger Geschmacksträger ist. Hülsenfrüchte sowie Gemüse sind meiner Meinung nach geschmackslos und man braucht viel Salz, damit es wenigstens ein bisschen schmeckt. Zu viel Salz ist auch ungesund. Ich will ein Buffet, das zum Großteil nur tierische Produkte anbietet.

Für tierische Produkte im Buffet – **Elternteil eines Schülers:**

Als Elternteil meines Kindes ist es wohl mein gutes Recht, da auch ein Wörtchen mitzureden. Es wäre mir eigentlich ziemlich egal gewesen, wer den Auftrag bekommt. Aber jetzt, wo ich erfahren habe, dass das Angebot beinahe fleischlos sein soll, muss ich mich auch einmischen.

Mein Sohn braucht gerade beim Sport sehr viel Kraft und Ausdauer. Nur Fleisch- sowie Wurstwaren geben ihm das. Und wenn er jetzt in der Schule davon weniger bekommt. Mein Sohn würde verweiblichen. Ich will mir gar nicht vorstellen, welche Auswirkungen das hat. Gerade jetzt wo er sich am Anfang der Pubertät befindet. Buben bzw. Männer brauchen Fleisch sowie Wurst und sollten nicht fehlernährt sein, denn nur diese Produkte enthalten alle notwendigen Nährstoffe und vor allem der Eiweißgehalt kann von keiner Pflanze getoppt werden. Eiweiß braucht der Mensch. Es ist notwendig zur Erzeugung von Energie und für viele Körperfunktionen.

Für vegetarische Produkte im Buffet – **Gemüsebäuerin:**

Ich habe erst vor kurzem die Landwirtschaft meiner Eltern übernommen und seither liegt das Hauptaugenmerk auf dem biologischen Pflanzenanbau. Diese Umstellung unterstützt eine nachhaltige Umwelt, denn jetzt verwende ich nur mehr organischen Dünger und auch die Bodenbearbeitung erfolgt sehr schonend. Das alles ist auch eine Aufwertung für meine Produkte. Hülsenfrüchte werde ich in den kommenden Jahren verstärkt anbauen. Sie haben sehr, sehr viele Vorteile. Sie sind kostengünstig und gesund. Sie liefern viel Eiweiß, sind reich an Ballaststoffen und enthalten wertvolle Vitamine und Mineralstoffe. Außerdem sind sie wahre Bodenverbesserer. Sie können mit Hilfe der Knöllchenbakterien den Stickstoff direkt aus der Luft aufnehmen und darum kann auf zusätzliches Düngemittel verzichtet werden. Die Pflanzen, die nach den Hülsenfrüchten angebaut werden, profitieren auch noch davon. Außerdem besitzen Hülsenfrüchte sehr tiefreichende Pfahlwurzeln, die den Boden gut auflockern und dadurch kann auch die zusätzliche Bodenbearbeitung minimiert werden. Verwendet man Hülsenfrüchte anstatt tierischer Produkte, so kann enorm viel CO₂ eingespart werden. CO₂ ist ein Hauptverursacher unseres Klimawandels. Ein Beispiel dazu: Ein kg Linsen erzeugt 0,5 kg CO₂. Das ist rund 30 mal weniger als 1 kg Rindfleisch. Ich bin ein absoluter Fan von Gemüse, Obst und Hülsenfrüchten.

Für vegetarische Produkte im Buffet – **Schülerin**

Ich bin ein absoluter Fan von Obst, Gemüse und Hülsenfrüchten. Die Jause sieht dadurch gleich viel bunter aus und man kann sehr viele verschiedene Jausenbrote, Aufstriche, Salate, usw. damit zaubern. Außerdem tun mir die Tiere leid. Oft stammt das Fleisch von Tieren aus Massentierhaltung. Diese Tiere sehen in ihrem Leben nie eine Wiese oder die Sonne. Tiere sind, wie Menschen, Lebewesen und auch sie haben ein Recht auf ein schönes bzw. vom Leid befreites Leben. Tiere sind zum Streicheln und Kuscheln da - nicht zum Essen.

Außerdem hört man oft, dass Tiere häufig mit Antibiotika gefüttert werden. Das will ich doch nicht auch zu mir nehmen. Und wenn ich da an die ganzen Skandale, wie z.B. BSE, Gammelfleisch usw. denke, dann ist für mich klar, dass ich gerne auf Fleisch und Wurst verzichte. Und das Thema Nachhaltigkeit ist mir auch sehr wichtig. Wenn man bedenkt, dass 1 kg Linsen nur 163 Liter Wasser benötigt und 1 kg Rindfleisch dagegen 7030 Liter. Für mich ist klar, dass das Schulbuffet zukünftig beinahe ausschließlich vegetarische Kost anbieten muss.

*Für vegetarische Produkte im Buffet – **Vater zweier Schüler***

Ich achte schon seit Jahren darauf, dass sich mein Fleischkonsum in Grenzen hält und generell achte ich auf eine bewusste Ernährung. Die Umstellung in der Schule begrüße ich sehr. Denn ich möchte, dass sich meine Kinder in der Schule bewusst ernähren. Zu Hause machen sie das auf alle Fälle. Aber in der Schule kann ich das nicht kontrollieren. Es ist ja allgemein bekannt, dass unser Fleischkonsum viel zu hoch ist und würden wir diesen gemeinsam reduzieren, so könnte die weltweite Ernährung gesichert werden. Man muss nicht vollständig auf Fleisch verzichten. Aber nur 1-2 Mal die Wochen Fleisch zu verzehren würde schon reichen. Fleisch enthält zudem sehr viel Fett, das sich auf unseren Cholesterinspiegel negativ auswirkt und dadurch häufig Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems hervorruft. Hülsenfrüchte enthalten sehr viele Pflanzenstoffe, die sich positiv auf Herz und Kreislauf auswirken und zudem sogar das Krebsrisiko senken können. Auch die Ballaststoffe die in Hülsenfrüchten, Obst und Gemüse enthalten sind, wirken sich sehr positiv auf unseren Darm aus.



Erläuterung zum Rollenspiel

Das Rollenspiel bietet den SchülerInnen eine gute Gelegenheit sich in andere Perspektiven hineinzuversetzen und somit ein differenziertes Verständnis für die Thematik „Fleischkonsum“ zu entwickeln. Jedoch benötigen SchülerInnen auch das notwendige **Vorwissen**, um dementsprechend argumentieren zu können.

Vorbereitung:

1. Die SchülerInnen sollen in Sechsergruppen eingeteilt werden.
2. Bevor die SchülerInnen die einzelnen Rollen erhalten, liest eine Person (LehrerIn oder SchülerIn) den Einführungstext (blau) vor.
3. Eine Checkliste wird von der Lehrperson an die Tafel geschrieben.
Jeder/e SchülerIn erarbeitet nur für sich die erhaltene Rolle. Standpunkte sowie entsprechende Argumente sollen stichwortartig notiert werden. Zudem sollten SchülerInnen auf Gegenargumente vorbereitet sein.

Checkliste

1. Einlesen in deine Rolle.
2. Notiere die wichtigsten Standpunkte sowie Argumente.
3. Bereite dich auf Gegenargumente vor.
4. Trage deine Standpunkte bei der Sitzung

Durchführung:

1. Probedurchgang: SchülerInnen proben die Sitzung in der Sechsergruppe. Jeder trägt seine Standpunkte vor und es wird darüber diskutiert.
2. Recherche im Internet: Zwischen Probedurchgang und Hauptdurchgang sollte etwas Zeit bleiben, damit sich SchülerInnen auf die im Probedurchgang aufgetretenen Gegenargumente vorbereiten können.
3. Hauptdurchgang:
 - Aus der Klasse werden sechs Leute ausgewählt, die jeweils die erarbeitete Rolle übernehmen.
 - Durchführung der Sitzung, wie im Probedurchgang.

- Zusätzlich kann noch eine siebte Rolle eingesetzt werden. Diese nimmt die neutrale Position des Direktors ein.
- Eine achte Rolle kann auch noch die Position des/der Sekretärs/Sekretärin übernehmen. Diese erstellt an der Tafel eine Pro und Contra Liste.

Hinweis: Beim Hauptdurchgang kann die Lehrperson die Diskussion unterstützen und falls es notwendig ist auch moderieren.

Für besonders leistungsstarke
SchülerInnen.



Diskussionsrunde

Es werden wöchentlich bis zu 3 Portionen (400g) Fleisch und Wurst empfohlen. Jedoch werden aber durchschnittlich 1250 g verzehrt. Diskutiere anhand der Aussage, warum Hülsenfrüchte ein guter Fleischersatz sind und diese sich nachhaltiger als Fleisch auf die Umwelt auswirken?

Nutztierhaltung verursacht enorme Mengen an Treibhausgasen!

**1 kg Rindfleisch erzeugt 17 kg CO₂ -> 1 kg Hülsenfrüchte
erzeugt 0,5 kg CO₂**

Warum ?

Bild: Pixabay



Es werden wöchentlich bis zu 3 Portionen (400g) Fleisch und Wurst empfohlen. Jedoch werden aber durchschnittlich 1250 g verzehrt. Diskutiere anhand der Aussage, warum Hülsenfrüchte ein guter Fleischersatz sind und diese sich nachhaltiger als Fleisch auf die Umwelt auswirken?

Notiere deine Begründung auf der Rückseite!

Hülsenfrüchte brauchen wenig bis keinen Stickstoffdünger!

Warum ?

Bild: Pixabay



Es werden wöchentlich bis zu 3 Portionen (400g) Fleisch und Wurst empfohlen. Jedoch werden aber durchschnittlich 1250 g verzehrt. Diskutiere anhand der Aussage, warum Hülsenfrüchte ein guter Fleischersatz sind und diese sich nachhaltiger als Fleisch auf die Umwelt auswirken?

Notiere deine Begründung auf der Rückseite!

Hülsenfrüchte brauchen deutlich weniger Wasser als Fleisch!

Warum?

Bild: Pixabay



Es werden wöchentlich bis zu 3 Portionen (400g) Fleisch und Wurst empfohlen. Jedoch werden aber durchschnittlich 1250 g verzehrt. Diskutiere anhand der Aussage, warum Hülsenfrüchte ein guter Fleischersatz sind und diese sich nachhaltiger als Fleisch auf die Umwelt auswirken?

Notiere deine Begründung auf der Rückseite!

Vor allem Entwicklungsländer profitieren von Hülsenfrüchten.



Bild: Pixabay

Warum ?

Es werden wöchentlich bis zu 3 Portionen (400g) Fleisch und Wurst empfohlen. Jedoch werden aber durchschnittlich 1250 g verzehrt. Diskutiere anhand der Aussage, warum Hülsenfrüchte ein guter Fleischersatz sind und diese sich nachhaltiger als Fleisch auf die Umwelt auswirken? Notiere deine Begründung auf der Rückseite!

Hülsenfrüchte sind echte Bodenverbesserer und dadurch kann die maschinelle Bearbeitung der Felder reduziert werden.



Bild: Pixabay

Warum ?



Erläuterung zur Diskussionsrunde

Vorbereitung bzw. Einstieg:

Als Einstieg in die Thematik „Hülsenfrüchte als Fleischersatz bzw. nachhaltige Ernährung“ könnte ein Videoclip, der auf Youtube abrufbar ist, eingesetzt werden. Zusätzlich hilft es den SchülerInnen, wenn man die Leistungen der Hülsenfrüchte für das Ökosystem nochmals wiederholt bzw. werden diese vorausgesetzt.

Wissenswertes: Fleisch und Nachhaltigkeit

<https://www.youtube.com/watch?v=ZI4lxEFtUGM>

Durchführung:

1. Die Klasse soll in sechs Gruppen eingeteilt werden.
2. Jede Gruppe erhält einen Diskussionszettel.
3. Die während der Diskussion entstandenen Begründungen für die jeweilige Aussage sollen auf der Rückseite des Zettels notiert werden.
4. Jede Gruppe stellt dem Plenum die Aussage sowie die notierten Begründungen vor.
5. Anschließend kann die gesamte Klasse nochmals über diese Aussage diskutieren.

Tipp:

Falls die SchülerInnen Probleme dabei haben, Begründungen zu finden, besteht die Möglichkeit, dass sie zu der Thematik im Internet recherchieren. Entweder leistet die Lehrperson eine Hilfestellung und gibt Links vor oder die SchülerInnen recherchieren frei. Auch der Infozettel „Kraftfrüchte schaffen Vorteile für den Lebensraum“ kann noch einmal ausgehändigt werden.

Literaturverzeichnis

- Behrens, A.**, Giljum, S., Hinterberger, F., 2005. Foodprint- Der ökologische Fußabdruck Österreichs. Sustain. Eur. Res. Inst.
- CO2 Rechner** | Klimatarier.com [WWW Document], n.d. URL https://www.klimatarier.com/de/CO2_Rechner (accessed 9.4.17).
- Hoekstra, A.Y.**, 2008. Globalization of water: sharing the planet's freshwater resources.
- Hofer, A.**, 2016. Hülsenfrüchte im Trend ? Ernähr. Aktuell.
- Moidl, S.**, Lenhart, L., Schwinkgshackl, M., Pekry, 2013. Der ökologische Fußabdruck. Plattf. Foodprint.
- Nachhaltigkeit** [WWW Document], n.d. URL <http://www.biologie-schule.de/nachhaltigkeit.php> (accessed 10.24.17).
- Pelletier, N.**, Tyedmers, P., 2010. Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000–2050. Proc. Natl. Acad. Sci. 107, 18371–18374.
- Wiggering, H.**, Finckh, M., Heß, J., 2012. Fachforum Leguminosen: Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft ; Ökosystemleistungen von Leguminosen wettbewerbsfähig machen ; **Forschungsstrategie** der Deutschen Agrarforschungsallianz, Stand 07/2012. ed. Braunschweig.

Ernährungsphysiologische Bedeutung

V= Vorbereitung  Ziele  Erläuterung
 D= Durchführung  Wissenswertes für die Lehrperson  Lösung

Thema	Zeit	Materialien	Sozialform
Gruppenpuzzle: Inhaltsstoffe + Zubereitung	D: 50 min.	3 Infotexte Kreuzworträtsel	Gruppenarbeit Einzelarbeit
WebQuest: Inhaltsstoffe der Hülsenfrüchte	D: 25 min.	Computer/Laptop/Smartphone Link für die Bearbeitung Arbeitsblatt	Einzelarbeit
Experiment: Hülsenfrüchte im Eiweißtest	V: 20 min. D: 20 min.	Materialien für das Experiment Anleitung für das Experiment	Kleingruppe
Experiment: Hülsenfrüchte im Stärketest	V: 5 min. D: 20 min.	Materialien für das Experiment Anleitung für das Experiment	Kleingruppe

Ziele

- SchülerInnen wissen, dass Hülsenfrüchte ein gute Proteinquelle sind.
- SchülerInnen kennen die ernährungsphysiologischen Vorteile von Ballaststoffen.
- SchülerInnen wissen, dass Hülsenfrüchte auch natürliche Pflanzen(gift)stoffe enthalten und können zwei davon nennen.
- SchülerInnen können aufzeigen, wie man Hülsenfrüchte zubereitet und warum die richtige Zubereitung erforderlich ist.

Wissenswertes für die Lehrperson

Nährstoffe

Betrachtet man die Zusammensetzung der Hülsenfrüchte, so sind sie hervorragende Lieferanten für **Ballaststoffe** und **Eiweiß (Protein)**. Sojabohnen und Erdnüsse weisen zudem noch einen hohen Fettgehalt auf.

Eiweiß (Protein)

Hülsenfrüchte stellen eine **kostengünstige und wichtige Eiweißquelle** dar und werden daher als guter Ersatz für Fleisch gesehen. Im Vergleich zu Getreide enthalten sie beinahe doppelt so viel Protein.

Die **biologische Wertigkeit** beschreibt wie gut ein Protein, das über die Nahrung aufgenommen wird, in körpereigenes Protein umgewandelt werden kann. Tierisches Eiweiß ist dem menschlichen Eiweiß ähnlicher und besitzt daher eine höhere biologische Wertigkeit als pflanzliches Eiweiß. Kombiniert man Hülsenfrüchte beispielsweise mit Getreideprodukten oder Kartoffeln, so kann die biologische Wertigkeit erhöht werden. (Rimbach et al., 2015)

Kohlenhydrate und Ballaststoffe

Stärke sowie Ballaststoffe machen bei Hülsenfrüchten einen großen Anteil aus. Eine Ausnahme dazu stellen die Erdnüsse sowie Sojabohnen dar. Der Stärkeanteil ist hier deutlich geringer. **Jedes Böhnchen ein Tönchen!** Woher kommt dieses Sprichwort? Hülsenfrüchte werden häufig gemieden, da sie Blähungen verursachen. Diese sind auf bestimmte Zucker wie Raffinose und Stachyose zurückzuführen, da sie im Dickdarm durch Bakterien in ihre Bestandteile zerlegt werden und dabei Gase entstehen. Durch **Einweichen** gehen diese Zucker in das Wasser über und die Hülsenfrüchte sind somit besser verdaulich. (Rimbach et al., 2015) Aufgrund des hohen **Ballaststoffgehaltes** verstärken Hülsenfrüchte den **Sättigungseffekt**. Denn die Ballaststoffe können viel Wasser aufnehmen und so das Volumen der Nahrung erhöhen. Durch die Aufnahme von Wasser (Quellung) wird auch **die Darmbewegung erhöht** und so gelangt der Speisebrei viel schneller durch den Darm. Der Kontakt von krebserregenden Stoffen mit der Darmschleimhaut ist dadurch verkürzt. Zudem senken Ballaststoffe den **Cholesterinspiegel** und tragen somit dazu bei, das Risiko **für Herz-Kreislauf-Erkrankungen** zu senken. Es wird auch darauf hingewiesen, dass Hülsenfrüchte, wenn sie ausreichend verzehrt werden, das Risiko für Diabetes Typ 2 (Zuckerkrankheit) sowie Bluthochdruck senken können. (Elmadfa, 2015)

Fett

Hülsenfrüchte, mit Ausnahme der Sojabohnen und Erdnüsse, sind **fettarm**. Gekochte Linsen enthalten beispielsweise nur 1,4 g Fett und Kichererbsen nur 3,4 g Fett pro 100g. Soja hingegen enthält 20g Fett pro 100g, wovon **ungesättigte Fettsäuren** den Großteil ausmachen. (Hofer, 2016)

Vitamine und Mineralstoffe

Hülsenfrüchte sind eine gute pflanzliche Quelle für die **B Vitamine** (B1, B2, B3 und B6) sowie für **Vitamin E**. (Oomah et al., 2011) Zudem weisen sie noch erhebliche Mengen an **Eisen, Zink sowie Calcium** auf. (Sánchez-Chino et al., 2015)

Natürliche Pflanzen(gift)stoffe

Aufgrund natürlicher Pflanzen(gift)stoffe sollen Hülsenfrüchte von uns Menschen nicht roh verzehrt werden. Denn sie können zu Unverträglichkeiten oder sogar zu Vergiftungserscheinungen führen. Bereitet man Hülsenfrüchte richtig zu, so können sie von uns unbedenklich verzehrt werden. (Hofer, 2016) **Phytinsäure oder auch Phytat** genannt, kommt bei Hülsenfrüchten nur in sehr geringen Mengen vor. Die Pflanze benötigt diese zum Wachsen und Gedeihen. Phytinsäure kann aber leider für den Menschen sehr wichtige Mineralstoffe, wie Eisen, Calcium oder Zink, binden, wenn es in zu großen Mengen aufgenommen wird. Daher können diese vom Magen-Darm-Trakt nicht mehr vollständig aufgenommen werden. Bei einer richtigen Zubereitung, sprich Einweichen in Wasser sowie anschließendes Wegschütten dieses Wassers, können der Phytinsäure durchaus positive Eigenschaften zugeschrieben werden. Bei In-Vitro-Studien (im Reagenzglas) konnten krebsbekämpfende sowie blutzuckersenkende Effekte nachgewiesen werden. **Lektine** sind bestimmte Eiweiße, die an Kohlenhydrate, aber leider auch an die roten Blutkörperchen, binden können. Dadurch kann es zu einer Verklumpung des Blutes kommen und somit wird der Sauerstofftransport reduziert. Zudem können sie sich auch noch an die Darmzotten anheften und so können Nährstoffe in einem geringeren Umfang aufgenommen werden. Trotzdem besitzen sie eine positive Eigenschaft: Sie können den Blutzucker senken. Durch langes Kochen können Lektine zerstört werden. (Champ, 2002; Sánchez-Chino et al., 2015)

Zubereitung

Eine richtige Zubereitung ist aufgrund der bereits genannten natürlichen Pflanzen(gift)stoffe von großer Bedeutung. Hülsenfrüchte sollen vor dem Einweichen mit einem Sieb in kaltem Wasser gewaschen werden. Eine Einweichzeit von 4-8 Stunden ist wünschenswert. Jedoch variiert diese von Sorte zu Sorte. Das Einweichwasser muss unbedingt nach dem Kochen weggeleert werden, denn beispielsweise die Phytinsäure oder auch die Zucker Stachyose und Raffinose, die

Blähungen verursachen, gehen in dieses Wasser über. Gewürze wie Fenchel, Kümmel und Majoran bewirken ebenfalls eine bessere Verdaulichkeit. Die Garzeit bzw. Kochzeit ist ebenfalls abhängig von der jeweiligen Sorte. Entgegen den Vermutungen, dass Salz die Garzeit verlängert, führt es eher dazu, dass die Hülsenfrüchte schneller weich werden. Säuren von Tomaten, Essig oder Zitronen bewirken das Gegenteil und sollten daher erst nach dem Kochen hinzugefügt werden. ("Hülsenfrüchte," n.d.)

Hülsenfrüchte aus der Konserve, die also eigentlich schon küchenfertig und vorgegart sind, müssen nur mehr noch kurz gegart bzw. aufgewärmt werden.

Wertvolle Inhaltsstoffe

Hülsenfrüchte stellen eine wichtige **Eiweißquelle** für die tierische, aber auch menschliche Ernährung dar und gelten als guter Ersatz für Fleisch. Die Menschen verzehrten früher viel weniger tierisches Eiweiß als dies heutzutage der Fall ist. Stattdessen kamen viel häufiger Linsen und Bohnen auf den Teller. Vergleicht man den Eiweißgehalt von Hülsenfrüchten mit dem Eiweißgehalt von Getreide, so ist dieser bei Hülsenfrüchten doppelt so hoch (20-40%). Eiweiß von Hülsenfrüchten hat eine geringe biologische Wertigkeit. Das bedeutet, dass der Körper dieses Eiweiß nicht so gut für den Aufbau sowie Erhalt von Körperzellen verwenden kann. Ergänzt man Hülsenfrüchte mit Getreide, Milch oder Ei, so kann die biologische Wertigkeit erhöht werden.

Hülsenfrüchte sind außerdem reich an **Kohlenhydraten sowie Ballaststoffen**.

Darum sättigen sie uns sehr lange und lassen unseren Blutzucker nur sehr langsam ansteigen. Generell wirkt sich der sehr hohe Ballaststoffanteil positiv auf die Darmgesundheit aus.

Mit Ausnahme der Sojabohnen und der Erdnüssen besitzen Hülsenfrüchte einen sehr geringen **Fettgehalt**. Linsen und Kidneybohnen weisen beispielsweise nur 1,4g Fett pro 100g auf. Soja dagegen 20g Fett pro 100g. Den größten Anteil machen jedoch die gesunden (ungesättigten) Fettsäuren aus und daher haben Hülsenfrüchte eine positive Wirkung auf den Cholesterinspiegel.

Zudem liefern Hülsenfrüchte wichtige **B-Vitamine und Vitamin E, sowie die Mineralstoffe** Eisen, Zink und Calcium. Sie unterstützen Nerven, Muskeln und Knochen und sind an der Blutbildung beteiligt.

Natürliche Pflanzen(gift)stoffe

Als natürliche Pflanzen(gift)stoffe werden Substanzen verstanden, die den Nutzen eines Nahrungsmittels reduzieren. Für uns Menschen können sie aber trotzdem eine positive Wirkung auf den Körper haben. Hülsenfrüchte können beim Menschen, wenn diese roh verzehrt werden, Unverträglichkeiten oder sogar Vergiftungserscheinungen hervorrufen.

Phytinsäure oder auch Phytat genannt, dient dem Keimling grundsätzlich als Energiequelle. Leider kann Phytinsäure, wenn es in zu großen Mengen aufgenommen wird, auch andere für den Menschen wichtige Stoffe wie Eisen, Calcium oder Zink binden und dadurch können diese dann vom Körper nicht mehr optimal aufgenommen werden. Der Phytinsäure werden jedoch auch positive Eigenschaften zugeschrieben. Bei Versuchen im Reagenzglas konnte eine krebsbekämpfende sowie blutzuckersenkende Wirkung nachgewiesen werden.

Lektine sind Eiweiße, die an Kohlenhydrate binden können. Jedoch können sie auch an die roten Blutkörperchen binden und eine Verklumpung des Blutes hervorrufen. Oder sie heften sich an die Darmzotten und somit wird die Aufnahme von Nährstoffen reduziert. Die Pflanze besitzt Lektine, da diese vor Fraßfeinden schützen. Lektine haben aber durchaus auch positive Eigenschaften, wie die blutzuckersenkende Wirkung.

Außerdem sollten noch die **Proteasenhemmer** erwähnt werden. Sie bewirken, dass Proteine nicht so gut verdaut werden können.

Alle drei Stoffe können durch richtige Zubereitung vermindert oder sogar entfernt werden. Dem gesunden Genuss steht somit nichts mehr im Wege und der gesundheitliche Vorteil überwiegt eindeutig.

Zubereitungstipps

Hülsenfrüchte sind wirklich einfach zubereitet, wenn man wenige notwendige Punkte beachtet.

Bevor Hülsenfrüchte verzehrt werden, sollten sie zuerst verlesen werden. Das heißt, man muss beschädigte Samen aussortieren und Verunreinigungen entfernen. Anschließend sollten sie mit kaltem Wasser in einem Sieb abgespült werden und danach in reichlich Wasser eingeweicht werden. Grundsätzlich dauert die Einweichzeit bis zu zwölf Stunden. Daher lässt man sie meist am besten über Nacht stehen. Durch das Einweichen verkürzt sich die Garzeit und die Hülsenfrüchte werden besser verträglich. Hülsenfrüchte enthalten bestimmte Zucker, die Blähungen verursachen. Dem kann entgegengewirkt werden, wenn man Hülsenfrüchte einweicht und anschließend das Einweichwasser wegleert, da diese Zucker in das Wasser übergehen. Fenchel, Kümmel oder Majoran verbessern ebenfalls die Verträglichkeit. Nach dem Einweichen müssen Hülsenfrüchte unbedingt gegart bzw. gekocht werden. Die natürlichen Pflanzen(gift)stoffe, wie Lektine und Proteasenhemmer, können dadurch inaktiviert werden. Die Garzeit ist dabei abhängig von Größe und Art der Hülsenfrüchte. Rote Linsen benötigen beispielsweise nur fünfzehn Minuten, wohingegen Kichererbsen zwei Stunden brauchen. Salz verkürzt die Garzeit, da es die Zellstrukturen auflockert und dadurch die Hülsenfrüchte schneller weich werden. Deshalb kann Salz direkt beim Garvorgang zugegeben werden. Die Säuren von Essig, Zitrone, aber auch von Tomaten, führen zu einer Verhärtung der Zellstrukturen und sollten deshalb erst nach dem Kochen hinzugefügt werden.

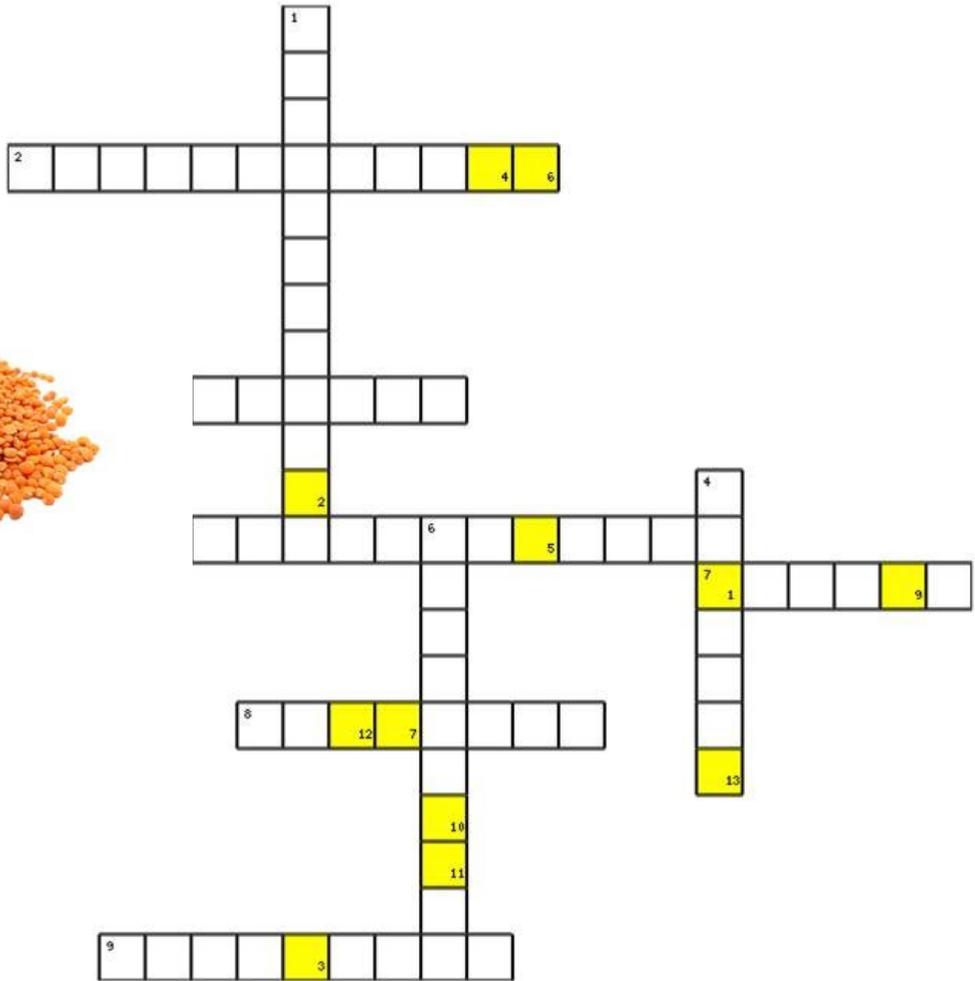
Obwohl Hülsenfrüchte eine sehr günstige Zusammensetzung aufweisen, werden sie leider viel zu wenig verzehrt. Es gibt keine eindeutige Mengeneempfehlung. Jedoch gilt die Empfehlung: Täglich 3 Portionen Gemüse und Hülsenfrüchte!

Hülsenfrüchte- Echte Powerfrüchte

Umlaut „ä“ wird so geschrieben: „ae“
„ß“ wird als „ss“




Bild: Pixabay



Lösungswort:

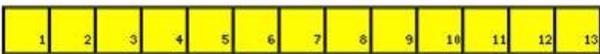


Bild: Pixabay

1. Welcher natürliche Pflanzen(gift)stoff besitzt krebsbekämpfende Eigenschaften sowie blutzuckersenkende Wirkung und ist eine Säure?
2. Welcher Inhaltsstoff der Hülsenfrüchte sättigt sehr lange, lässt den Blutzuckerspiegel nur langsam ansteigen und wirkt sich positiv auf die Darmgesundheit aus?
3. Hülsenfrüchte sind ein guter Ersatz für Fleisch. Sie sind eine wichtige Quelle für?
4. Wie heißt das Eiweiß, das an rote Blutkörperchen binden kann, aber auch eine positive Auswirkung auf den Blutzucker hat?
5. Wie heißen die Fettsäuren, die Hülsenfrüchte überwiegend besitzen und sich sehr positiv auf den Cholesterinspiegel auswirken?
6. Durch welchen Vorgang verkürzt sich die Garzeit bzw. wodurch werden Hülsenfrüchte besser verträglich?
7. Wie können die natürlichen Pflanzen(gift)stoffe inaktiviert werden?
8. Wodurch kann die biologische Wertigkeit von Hülsenfrüchten erhöht werden?
9. Welche Vitamine liefern Hülsenfrüchte?



Erläuterung zum Gruppenpuzzle

Vorbereitung:

Die Infotexte entsprechend der SchülerInnenanzahl ausdrucken. Danach ausschneiden und eventuell laminieren.

Erklärung:

Das Gruppenpuzzle ist eine Form von Gruppenarbeit, die sich in drei Phasen gliedert.

Phase 1: Stammgruppe

Die Klasse wird in Dreiergruppen eingeteilt. Jeder/e SchülerIn dieser Dreiergruppe erhält einen anderen Text (blau, grün oder rot). Jeder/e SchülerIn liest den Text für sich alleine und markiert die wichtigsten Inhalte. Falls die Infotexte laminiert wurden, können dazu wasserlösliche Stifte verwendet werden.

Phase 2: Expertengruppe

Nach ca. 10 min. (kann entsprechend der SchülerInnen angepasst werden) finden sich alle SchülerInnen, deren Infotext die gleiche Farbe besitzt, zusammen. Es gibt also drei große Expertengruppen. Es soll über den Text diskutiert bzw. über die wichtigen Inhalte gesprochen werden.

Phase 3: Rückkehr in die Stammgruppe

Nach ca. 10 bis 15 min. kehren die SchülerInnen wieder in ihre Stammgruppe, die zu Beginn gebildet wurde, zurück. Es sind nun alle Experten und das Spezialwissen soll nacheinander den anderen Gruppenmitgliedern vorgetragen werden.

Nachbereitung

Zur Inhaltssicherung erhalten die SchülerInnen das Kreuzworträtsel. Die Fragen beziehen sich auf die drei Infotexte.



Lösung für das Kreuzworträtsel

1. Phytinsaeure
 2. Ballaststoff
 3. Eiweiss
 4. Lektine
 5. Ungesaettigte
 6. Einweichen
 7. Kochen
 8. Getreide
 9. BVitamine oder EVitamine
- Lösungswort: Krafftfruechte

WebQuest: Inhaltsstoffe der Hülsenfrüchte

1. Erstelle mit Hilfe des folgenden Links ein Mindmap für die wesentlichen Inhaltsstoffe von Hülsenfrüchte.



B-Vitamine

2. Versuche mit Hilfe des angegebenen Links, die Aussagen richtig miteinander zu verbinden.

Ballaststoffe	Eiweiß.
Hülsenfrüchte dürfen nicht roh verzehrt werden	senken die Cholesterinkonzentration und somit auch das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen.
Neben den B-Vitaminen liefern sie auch noch Mineralstoffe, wie	verursacht Blähungen. Einweichen in Wasser wirkt dem entgegen.
Hülsenfrüchte sind eine wichtige Quelle für	sättigen sehr lange, lassen den Blutzucker nur langsam ansteigen und regen die Darmtätigkeit an.
Der Zucker Stachyose	Eiweiß aus der Nahrung zum Aufbau von körpereigenem Protein verwendet werden kann.
Die biologische Wertigkeit gibt an, wie gut	weil sie giftige Stoffe enthalten, die aber mit Hilfe einer richtigen Zubereitung entfernt werden können.
Langes Einweichen verkürzt die	Eisen, Calcium, Magnesium. Sie unterstützen Nerven, Muskeln, Knochen und sind an der Blutbildung beteiligt.
Ballaststoffe	Garzeit und das Ausschwemmen von Stoffen, die schwer verdaulich sind.

Der Link, den du für die Bearbeitung dieses Arbeitsblattes benötigst:

<http://www.gesund.at/a/huelsenfruechte-kraftpakete>

(zuletzt aufgerufen: 21.08.2017)



Erläuterung zum WebQuest

Die Methode „Webquest“ beinhaltet das Lösen von Aufgaben mit Hilfe von Informationen aus dem Internet.

Vorgaben machen SchülerInnen auf die Informationen, die herausgefiltert werden sollen, aufmerksam.

Falls der angegebene Link nicht mehr vorhanden sein sollte, kann auch ein Artikel verwendet werden, anhand dessen die SchülerInnen die notwendige Information zur Bearbeitung des Arbeitsblattes erhalten.

Wie erhalten SchülerInnen den Link?

Hierfür gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Man lässt den Link direkt vom Arbeitsblatt abtippen.
- Man stellt diesen über eine Plattform (Bsp. Moodle) zur Verfügung.
- Man sendet den SchülerInnen per Mail den notwendigen Link.



Lösung für das WebQuest

Inhaltsstoffe, die im Mindmap aufgelistet werden: Ballaststoffe, Proteine, Kohlenhydrate, Eisen, Kalium, Calcium, Magnesium, Phosphor, Giftstoffe, Vitamin E



Hülsenfrüchte im Eiweißtest

Es ist natürlich klar, dass Eiklar sehr viel Eiweiß enthält. Ob das bei Hülsenfrüchten auch so ist, kannst du mit diesem Experiment testen.



Bild: Pixabay

Du brauchst:

- Eiklar
- 5 Bechergläser
- Schutzbrille
- Erbsen, Bohnen
- Filterpapier
- Löffel
- Mörser
- Fehling I Lösung
- Messpipette
- 3 Reagenzgläser
- Fehling II Lösung
- Ständer für Reagenzgläser

Vorbereitung:

1. Bevor du mit der Durchführung beginnst, musst du alles vorbereiten **und deine Schutzbrille aufsetzen**. Entnimm mit Hilfe der Messpipette 0,5 ml Eiklar und gib es in ein Becherglas. Nimm anschließend 5 ml destilliertes Wasser und mische es mit dem Eiklar.

Beschrifte das Becherglas: „Eiklar“

2. Zerkleinere die Erbsen und Bohnen mit dem Mörser. Gib jeweils die zerkleinerten Bohnen und Erbsen in ein Becherglas. Gieße in jedes Becherglas 50 ml heißes Wasser hinzu. Nach 10 Minuten sollst du mit Hilfe des Filterpapiers die Bohnenlösung sowie die Erbsenlösung in zwei weitere Bechergläser filtrieren. Nimm mit der Messpipette jeweils 7 ml von der filtrierten Bohnenlösung sowie Erbsenlösung und gib sie in zwei Reagenzgläser. Beschrifte die Reagenzgläser.

Bevor du weitermachst, kreuze deine Vermutung an:

- Die Eiklarlösung wird sich anders verfärben, als die Bohnen- sowie Erbsenlösung.
- Alle drei Lösungen verfärben sich gleich.
- Nur die Bohnenlösung verfärbt sich.

Durchführung:

3. Gib zu jedem Inhalt jedes Reagenzglases mit Hilfe der Messpipette jeweils 1 ml Fehling I und Fehling II Lösung hinzu. Schwenke das Reagenzglas nur ganz leicht. Warte ca. 5-10 Minuten und beschreibe die Ergebnisse.

Beobachtung:



Bild: Pixabay

Erklärung: Die Erklärung bekommst du von deiner Lehrperson.



Erläuterung zu „Hülsenfrüchte im Eiweißtest“

Dieses Experiment eignet sich gut, um SchülerInnen zu verdeutlichen, dass Erbsen und Bohnen Eiweiß enthalten und ist gut für eine Zweier- oder Dreiergruppe geeignet. Jedoch ist bei diesem Experiment notwendigerweise auch ein Vorwissen nötig. SchülerInnen sollten Begriffe wie Reagenzgläser, Messpipette, Bechergläser, usw., kennen. Auch sollten sie im Umgang mit der Messpipette sowie mit den Reagenzgläsern geübt sein.

Für jüngere SchülerInnen, die noch nicht so viel Experimentiererfahrung haben, bietet sich daher die Möglichkeit an, dass die Lehrperson diesen Versuch vorführt. Oder man könnte die SchülerInnen nur die Vorbereitungen durchführen lassen und die Fehling- Lösungen werden anschließend von der Lehrperson hinzugefügt.

Es eignet sich gut, wenn man mit den SchülerInnen gemeinsam Schritt für Schritt bespricht was zu tun ist oder man zeigt ihnen die gesamte Vorbereitung vor, bevor sie selbst loslegen.

Anschließend sollen im Plenum die Beobachtungen und Schlussfolgerungen der SchülerInnen besprochen werden.

Hinweis: Achten Sie darauf, dass die SchülerInnen, aber auch sie selbst, während des gesamten Versuches eine Schutzbrille tragen und dass jeder Hautkontakt mit den Fehlinglösungen zu vermeiden ist.



Lösung zu „Hülsenfrüchte im Eiweißtest“

Die richtige Vermutung wäre: Alle drei Lösungen verfärben sich gleich

Beobachtung:

Nachdem die beiden Fehling-Lösungen hinzugefügt wurden, haben sich alle drei Lösungen violett verfärbt.

Erklärung:

Die Erklärung bekommst du von deiner Lehrperson. Das Eiklar, die Erbsen und Bohnen beinhalten Eiweiß. Im Eiweißmolekül ist Stickstoff enthalten. In den beiden Fehling Lösungen ist Kupfer enthalten. Der Stickstoff und das Kupfer verbinden sich und es kommt zu einer Verfärbung. Befindet sich in der Probe Eiweiß, so wird die Lösung violett.

Hülsenfrüchte im Stärketest

Die Pflanze benötigt Zucker als Energiequelle zum Wachsen. Wie du sicher schon oft gehört hast, wird dieser mit Hilfe von Fotosynthese gebildet. Die Speicherform des Zuckers in der Pflanze ist jedoch die Stärke. Stärke ist also ein Kohlenhydrat und ein wichtiger Nährstoff für uns Menschen. Mit diesem Experiment kannst du untersuchen, ob Hülsenfrüchte, Kartoffeln oder Zwiebeln Zucker als Stärke speichern.



Bild: Pixabay

Du brauchst:

- | | | |
|--|---|------------------|
| • Hülsenfrüchte
(Bohnen oder Erbsen) | • Iod-Kaliumiodid-Lösung
(Lugol'sche Lösung) | • Mörser |
| • 1 rohe Kartoffel | • 1 Zwiebel | • Puderzucker |
| • 1 Löffel | • 2 Bechergläser | • 2 Petrischalen |
| • 1 Küchenmesser | • Schutzbrille | • Papiertücher |

Vorbereitung:

1. Zermahle mit Hilfe des Mörsers die Hülsenfrüchte.
2. Fülle in das erste Becherglas einen Teil des hergestellten Hülsenfrüchtemehls.
3. Gib einen Löffel Puderzucker in das zweite Becherglas.
4. Halbiere die Kartoffel sowie Zwiebel mit Hilfe des Messers und gib die Hälften jeweils in eine Petrischale.

Durchführung: (wird von deiner Lehrperson übernommen)

5. Deine Lehrperson wird nun ca. 3 bis 5 Tropfen der Lugol'schen Lösung auf den Inhalt deiner zwei Bechergläser sowie auf die Zwiebeln und Kartoffeln in der Petrischale geben. Warte 2-3 Minuten bevor du deine Beobachtungen notierst.

Beobachtung:



Bild: Pixabay

Erklärung: Die Erklärung bekommst du von deiner Lehrperson.



Erläuterung zu „Hülsenfrüchte im Stärketest“

Auch dieses Experiment eignet sich gut in einer Zweier- oder Dreiergruppe. Es ist von Vorteil, dass SchülerInnen bereits etwas Vorwissen bezüglich des Experimentierens bzw. der Begriffe wie Petrischale, Bechergläser, usw., aufweisen. Ansonsten sollte die Lehrperson vor diesem Versuch den SchülerInnen eine Einführung in die Thematik „Experimentieren“ geben.

Dieser Versuch eignet sich auch für jüngere SchülerInnen, da die Durchführung, also das Auftragen der Iod-Kaliumiodid-Lösung, von der Lehrperson übernommen wird. Ältere und erfahrenere SchülerInnen können diesen Schritt auch schon eigenständig durchführen.

Der gesamte Versuch sollte mit den SchülerInnen wieder Schritt für Schritt besprochen oder einzelne Schritte eventuell sogar auch vorgezeigt werden.

Die SchülerInnen sollen eigenständig ihre Beobachtungen notieren. Anschließend werden im Plenum die Beobachtungen sowie die Erklärung besprochen.

Hinweis: Achten Sie darauf, dass die SchülerInnen, aber auch sie selbst, während des gesamten Versuches eine Schutzbrille tragen und dass jeder Hautkontakt mit der Lugol'schen Lösung zu vermeiden ist.

Tipp: Eine Iodlösung lässt sich auch gut mit Betaisodona-Tinktur aus der Apotheke herstellen. Vermischen Sie dazu 25 Tropfen von dieser Lösung mit Wasser in einem Glas.

Erklärung für die Lehrperson zu „Hülsenfrüchte im Eiweißtest“

Stärke weist eine räumliche Struktur, die einer Helix gleicht, auf. Die Iod-Atome aus der Lugol'schen Lösung können sich in diese Struktur einlagern. Zucker weist keine Helix-Struktur auf. Daher können sich auch keine Iod-Atome einlagern.



Lösung zu „Hülsenfrüchte im Eiweißtest“

Beobachtung:	Erklärung:
Hülsenfrüchtemehl: Blaufärbung	Die Erklärung bekommst du von deiner Lehrperson. Hülsenfrüchte sowie Kartoffeln enthalten viel Stärke. Das kann man anhand der Blaufärbung erkennen. Puderzucker enthält keine Stärke sondern eben nur Zucker. Die sehr schwache Blaufärbung der Zwiebel zeigt, dass nur ein geringer Anteil an Stärke gespeichert ist.
Puderzucker: keine Verfärbung	
Kartoffel: intensive Blaufärbung	
Zwiebel: keine oder sehr schwache Blaufärbung	
Blaufärbung	

Literaturverzeichnis

Champ, M.M.-J., 2002. Non-nutrient bioactive substances of pulses. *Br. J. Nutr.* 88, 307.

Elmadfa, I., 2015. Ernährungslehre, 3. vollst. überarb. u. erw. Aufl. ed. Stuttgart, UTB GmbH, Stuttgart, Ulmer.

Hofer, M.A., 2016. Ernährung aktuell.

Hülsenfrüchte: Zubereitung und Lagerung: Frische und getrocknete Hülsenfrüchte aufbewahren [WWW Document], n.d. URL <https://www.bzfe.de/inhalt/huelsenfruechte-zubereitung-und-lagerung-4176.html> (accessed 8.24.17).

Oomah, D.B., Patras, A., Rawson, A., Singh, N., Compos-Vega, R., 2011. Chemistry of pulses. Elsevier Inc.

Rimbach, G., Nagursky, J., Erbersdobler, H.F., 2015. Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger, 2nd ed. Springer Spektrum, Berlin.

Sánchez-Chino, X., Jiménez-Martínez, C., Dávila-Ortiz, G., Álvarez-González, I., Madrigal-Bujaidar, E., 2015. Nutrient and Nonnutrient Components of Legumes, and Its Chemopreventive Activity: A Review. *Nutr. Cancer* 67, 401–410. doi:10.1080/01635581.2015.1004729

Artenvielfalt der Hülsenfrüchte + Rezepte

V= Vorbereitung
D= Durchführung

 Ziele
 Wissenswertes für die Lehrperson

 Erläuterung
 Lösung

Thema	Zeit	Materialien	Sozialform
Steckbrief	V: 5 min. D: 30 min.	Hülsenfruchtsorten Steckbrief Nachschlagwerke Internetlinks	Gruppenarbeit/ Einzelarbeit
Memory	D: 10 min.	Memorykarten	Gruppenarbeit
Hülsenfrüchte Quartett	D: 10 min.	Quartettkarten	Gruppenarbeit
Rezepte			

Ziele

- SchülerInnen lernen verschiedene Hülsenfruchtarten bzw. Hülsenfruchtsorten kennen.
- SchülerInnen erfahren, dass Hülsenfrüchte ein breites Spektrum an Arten bzw. Sorten bieten.
- SchülerInnen lernen wie man Hülsenfrüchte in die Ernährung einbauen kann.

Wissenswertes für die Lehrperson

Hülsenfrüchte zählen in vielen Ländern auf den Kontinenten Asien und Afrika zu den wichtigsten Grundnahrungsmitteln. Nicht nur wegen ihres hohen Eiweiß- sowie Ballaststoffgehaltes sind sie dort nicht mehr wegzudenken, auch die bodenverbessernden Eigenschaften sind ein Grund, warum Hülsenfrüchte angebaut werden. Die unglaubliche Sortenvielfalt (weltweit gibt es 18000 verschiedene Sorten) ermöglicht eine recht abwechslungsreiche Ernährung. Neben Erbsen, Bohnen, Linsen und Kichererbsen zählen auch Erdnüsse, Sojabohnen sowie Lupinen zu den essbaren Hülsenfrüchten.

Obwohl die Früchte bzw. Samen in Form und Farbe sehr unterschiedlich sein können, haben sie eines gemeinsam: Die namensgebende Schmetterlingsblüte. Sie besteht aus einer Fahne, zwei Flügeln und einem Schiffchen. ("Bohnen, Erbsen, Linsen," 2016)

Linsen

Die Linse hat ihren Ursprung in Kleinasien und wird heute hauptsächlich in Ländern wie der Türkei, Indien sowie Kanada angebaut.

Sie werden nach Farbe, Größe sowie Form eingeteilt. Die Kleinsten werden dann als Zuckerlinsen bezeichnet und die Größten als Tellerlinsen. Rote Linsen sind eine geschälte Variante und die schwarzen Linsen werden als Belugalinsen bezeichnet, da sie dem gleichnamigen Kaviar sehr ähnlich sehen. ("Linse," n.d.) Diese besitzen einen sehr kräftigen Geschmack und können sehr gut für Salate verwendet werden. Allgemein eignen sich Linsen sehr gut für Suppen, Eintöpfe aber auch Pasten. ("Linsensorten," n.d.)

Bohnen

Auch Bohnen bieten eine sehr tolle Arten- und Sortenvielfalt. Sie variieren in Farbe, Form und Größe. Manche sind gefleckt oder rot, andere wieder dick und rund oder lang und schmal. Zwei sehr wesentliche Gattungen der Bohnen sind die Phaseolus-Bohnen und Vigna-Bohnen.

Phaseolus-Bohnen werden auch als neuweltliche Bohnen bezeichnet. Wie der Name schon verrät, stammen sie ursprünglich aus Mittel- und Südamerika. Zu ihnen zählen Arten wie die Feuerbohne (= Käferbohne), Limabohne oder die bei uns sehr bekannte Gartenbohne oder Fisole. Je nach Wuchsform kann man die Gartenbohnen noch in Buschbohnen und Stangenbohnen unterscheiden.

Die Vigna-Bohnen oder altweltliche Bohnen sind in Asien oder Afrika beheimatet. Sehr bekannte Arten sind Adzukibohnen, Mungbohnen oder Kuhbohnen. ("Bohnen, Erbsen, Linsen," 2016) Abhängig von der Sorte eignen sich Bohnen ebenfalls gut für Eintöpfe (Chili con carne) oder Salate. Aber die Bohnen können nicht nur in getrockneter Form verzehrt werden. Insbesondere die Buschbohnen oder Stangenbohnen schmecken auch als frisches Gemüse hervorragend. ("Verschiedene Arten von Hülsenfrüchten | Wissen," n.d.)

Erbsen

Erbsen, die zu den ältesten Kulturpflanzen zählen, stammen ursprünglich aus dem vorderen Orient sowie Mittelmeerraum. Die Speiseerbsen können entweder in der getrockneten Form, dann müssen sie später eingeweicht werden, oder in Form von Nasskonserven aufbewahrt werden. Die Zuckererbsen, die auch zum Gemüse zählen, werden bereits vor der Reife geerntet, wenn die Hülsen noch sehr flach und

die Erbsen meist noch recht klein sind. Verzehrt werden diese in roher oder gedünsteter Form. Allgemein finden Erbsen auch in Suppen und Eintöpfen oder als Beilagen eine Verwendung. ("Erbse," n.d.)

Kichererbsen, Sojabohnen, Lupinen, Erdnüsse

Die Hauptanbauggebiete der Kichererbsen liegen heute in Indien und Pakistan, wo sie zu zahlreichen Gerichten, wie Hummus oder Falafel verarbeitet werden. Bei uns erhält man sie in getrockneter Form oder konserviert in Dosen. ("Kichererbse," n.d.)

Die Sojabohne, die aufgrund von Produkten wie Sojasauce, Tofu, usw., bei uns sehr bekannt ist, hat ihren Ursprung in Ostasien. Der Sojabohne kommt aber auch eine große Bedeutung in der Futtermittelindustrie zu, da sie sehr viel Eiweiß enthält. ("Soja," n.d.)

Bei uns nicht so bekannt ist die Lupine. In erster Linie wird diese ebenfalls als Viehfutter verwendet. Aber auch in der Küche wird sie als Knabberei, für Suppen, Eintöpfe und Salate verwendet. ("Lupine," n.d.)

Erdnüsse sind aufgrund ihres Öl- sowie Eiweißgehaltes in vielen Bereichen nützlich. In Afrika und anderen subtropischen Ländern sind sie ein wichtiges Grundnahrungsmittel. Dort werden sie entweder frisch oder getrocknet verzehrt. Eigentlich vermutet man, dass Erdnüsse zu den Nüssen zählen. Da ihre Blüten aber auch die typische Schmetterlingsform aufweisen, zählen sie zu den Hülsenfrüchten. ("Erdnuss," n.d.)

Medientipps

Internet

Linsensorten

- <https://www.linsenvergnuegen.de/ueber-linsen/linsensorten/>

Hülsenfruchtarten

- <https://www.reishunger.de/wissen/article/302/verschiedene-arten-von-huelсенfruechten>
- <https://www.gemuesekorb.info/huelсенfruechte/page/2>
- <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelсенfruechte/bohne-erbse-linse/>

Bücher

Rezepte

- Damberg, J., 2017. Hülsenfrüchte- Kochen mit Erbsen, Bohnen & Linsen, Thorbecke, Ostfildern.
- Frey, H., Golbaz, S., et al., 2016. Hülsenfrüchte! Power- Rezepte mit Bohnen, Erbsen, Linsen & Co, h. f.ullmann publishing, Potsdam.

Steckbrief

Name:

Aussehen:

Herkunftsland:

Vorteile für die Gesundheit:

Gerichte, die man damit zubereiten kann:



Steckbrief

Name:

Aussehen:

Herkunftsland:

Vorteile für die Gesundheit:

Gerichte, die man damit zubereiten kann:





Erläuterung zum Steckbrief

Vorbereitung:

Es sollten vier Hülsenfruchtsorten in einer Schüssel vermischt werden. Die Mischungen sollten abgewogen werden, damit jede Gruppe gleich viel Material erhält.

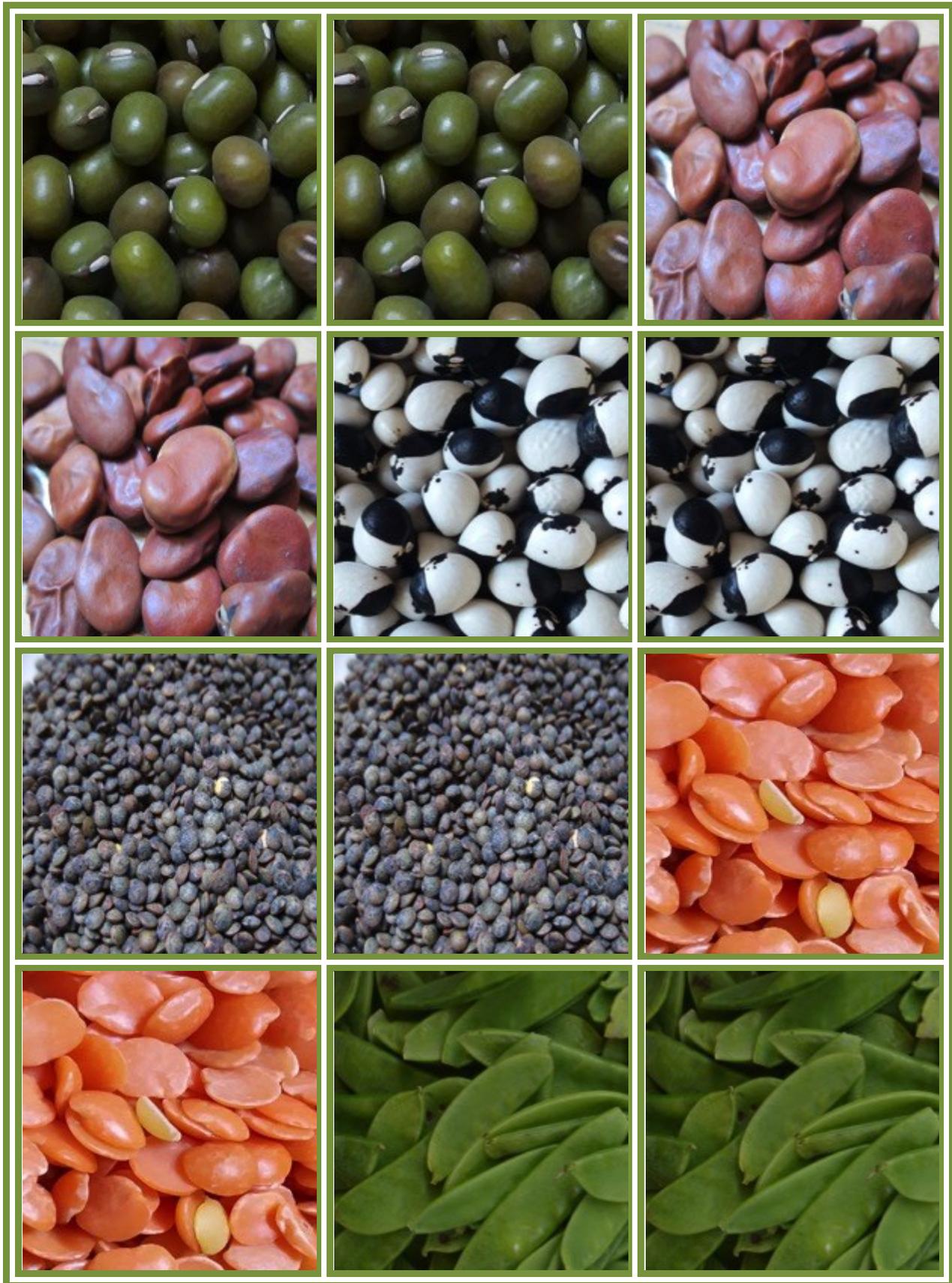
Tipp: Es gibt bereits vorgefertigte Hülsenfruchtmischungen zu kaufen.

Durchführung:

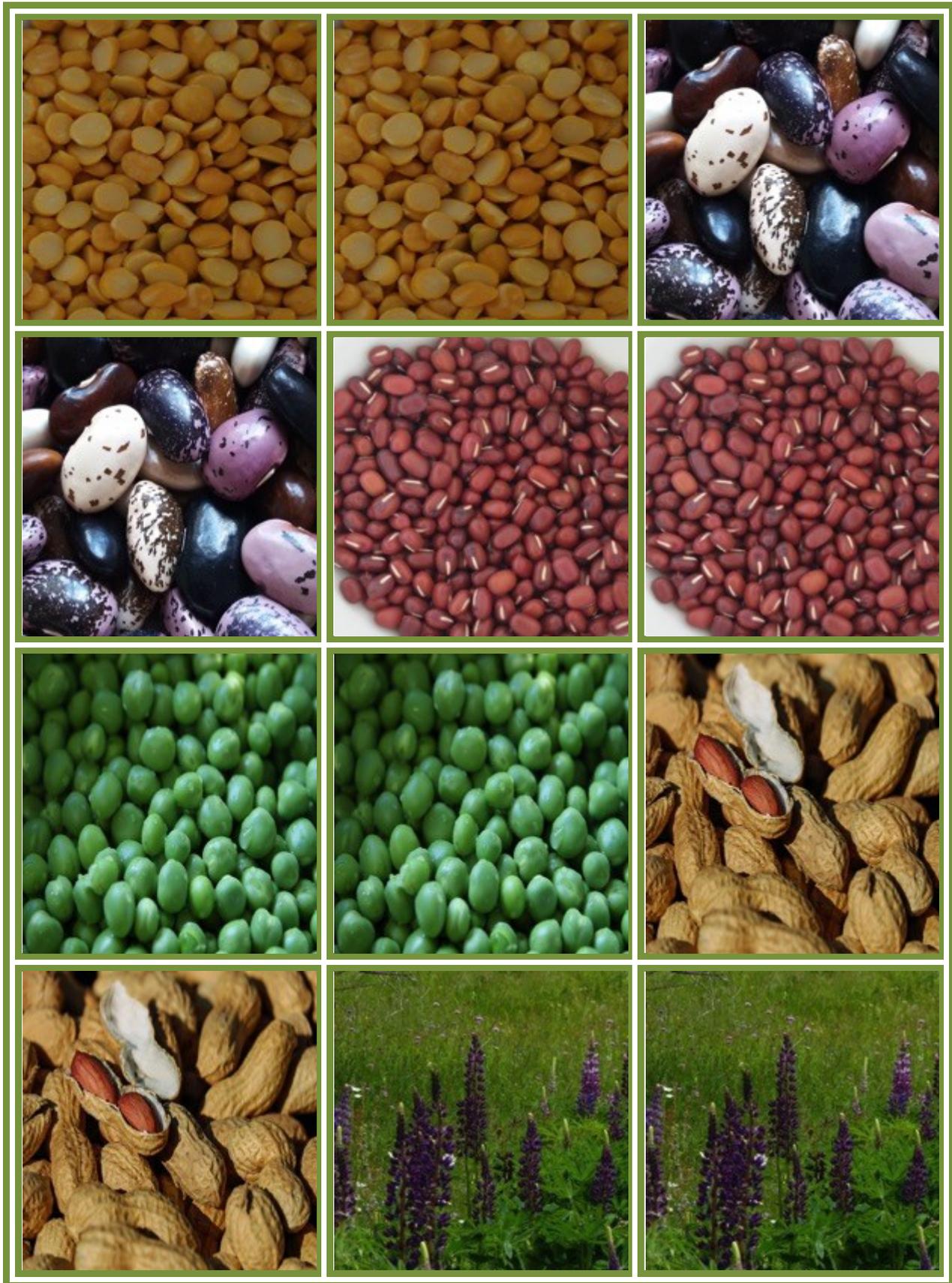
1. Die SchülerInnen werden zu Beginn in Vierergruppen eingeteilt. Jede Gruppe erhält anschließend eine Schüssel mit Hülsenfrüchten.
2. Die Hülsenfrüchte werden von den jeweiligen Gruppen sortiert.
3. Innerhalb der Gruppe soll für jede Art bzw. jede Sorte ein Steckbrief mit den vorgegebenen Angaben sowie eine Skizze der Hülsenfrucht erstellt werden. Zur Erstellung des Steckbriefs werden den SchülerInnen Nachschlagwerke zur Verfügung gestellt.
4. Im Anschluss stellt die jeweilige Gruppe ihre Steckbriefe der Klasse vor.

Variation

1. Als Ansporn könnte man die Sortierung der Hülsenfrüchte als Wettbewerb gestalten. Es wird auf Kommando sortiert. Die Gruppe, die am schnellsten ist, gewinnt.
2. Anstatt der Nachschlagwerke könnte man ein WebQuest durchführen. Die SchülerInnen erhalten Internetlinks mit Hilfe derer sie die einzelnen Sorten beschreiben können.



Fotos: Schlag-Edler, Wiesinger, Pixabay



Fotos: Schlag-Edler, Wiesinger, Pixabay



Fotos: Schlag-Edler, Wiesinger, Pixabay

Das Hülsenfrüchtequartett – ein Kartenspiel

Tellerlinsen

Linsen

Li1



Li2 Berglinsen
Li3 Belugalinsen
Li4 Rote Linsen

Hülsenfrüchte

Berglinsen

Linsen

Li2



Li1 Tellerlinsen
Li3 Belugalinsen
Li4 Rote Linsen

Hülsenfrüchte

Belugalinsen

Linsen

Li3



Li1 Tellerlinsen
Li2 Berglinsen
Li4 Rote Linsen

Hülsenfrüchte

Rote Linsen

Linsen

Li4



Li1 Tellerlinsen
Li2 Berglinsen
Li3 Belugalinsen

Hülsenfrüchte

Kindeybohnen

Buschbohnen (Gartenbohnen)

Bu1



Bu 2 YinYang Bohnen
Bu 3 Nonnennabel
Bu 4 Eisbohnen

Hülsenfrüchte

YinYang Bohnen

Buschbohnen (Gartenbohnen)

Bu2



Bu 1 Kidneybohnen
Bu 3 Nonnennabel
Bu 4 Eisbohnen

Hülsenfrüchte

Nonnennabel

Buschbohnen (Gartenbohnen)

Bu 3



Bu 1 Kidneybohnen
Bu 2 YinYang Bohnen
Bu 4 Eisbohnen

Hülsenfrüchte

Eisbohnen

Buschbohnen (Gartenbohnen)

Bu 4



Bu1 Kidneybohnen
Bu2 YinYang Bohnen
Bu3 Nonnennabel

Hülsenfrüchte

Adzukibohnen

Altweltliche Bohnen

AI1



- AI2** Mungbohnen/ Jerusalembohnen
- AI3** Augenbohnen/ Kuhbohnen
- AI4** Urbohnen

Hülsenfrüchte

Mungbohnen/Jerusalembohnen

Altweltliche Bohnen

AI2



- AI1** Adzukibohnen
- AI3** Augenbohnen/ Kuhbohnen
- AI4** Urbohnen

Hülsenfrüchte

Augenbohnen / Kuhbohnen

Altweltliche Bohnen

AI3



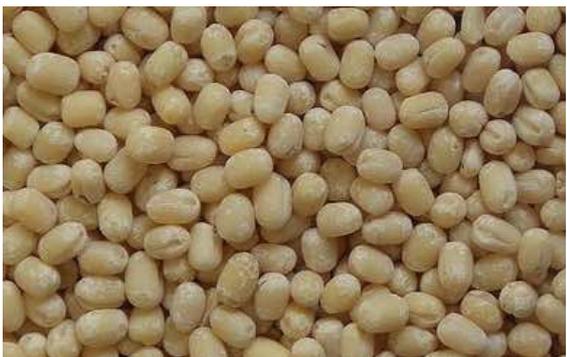
- AI1** Adzukibohnen
- AI2** Mungbohnen/ Jerusalembohnen
- AI4** Urbohnen

Hülsenfrüchte

Urbohnen

Altweltliche Bohnen

AI4



- AI1** Adzukibohnen
- AI2** Mungbohnen/ Jerusalembohnen
- AI3** Augenbohnen/ Kuhbohnen

Hülsenfrüchte

Saubohnen

Andere Bohnen

Ab1



- Ab2 Sojabohnen
- Ab3 Feuerbohnen/ Käferbohnen
- Ab4 Limabohnen

Hülsenfrüchte

Sojabohnen

Andere Bohnen

Ab2



- Ab1 Saubohnen
- Ab3 Feuerbohnen/Käferbohnen
- Ab4 Limabohnen

Hülsenfrüchte

Feuerbohnen/ Käferbohnen

Andere Bohnen

Ab3 Andere Bohnen



- Ab1 Saubohnen
- Ab2 Sojabohnen
- Ab4 Limabohnen

Hülsenfrüchte

Limabohnen

Andere Bohnen

Ab4



- Ab1 Saubohnen
- Ab2 Sojabohnen
- Ab3 Limabohnen

Hülsenfrüchte

Gartenerbse/Palerbse

Erbsen und Lupine

EI1



- EI2 Zuckerbse
- EI3 Blaue Lupine
- EI4 Vielblättrige Lupine

Hülsenfrüchte

Zuckerbse

Erbsen und Lupine

EI2



- EI1 Gartenerbse/ Palerbse
- EI3 Blaue Lupine
- EI4 Vielblättrige Lupine

Hülsenfrüchte

Blaue Lupine

Erbsen und Lupine

EI3



- EI1 Gartenerbse/ Palerbse
- EI2 Zuckerbse
- EI4 Vielblättrige Lupine

Hülsenfrüchte

Vielblättrige Lupine

Erbsen und Lupine

EI4



- EI1 Gartenerbse / Palerbse
- EI2 Zuckerbse
- EI3 Blaue Lupine

Hülsenfrüchte

Kichererbsen

Kichererbsen und Erdnüsse

Ke1



- Ke2 Spaltkichererbsen
- Ke3 Schwarze Kichererbsen
- Ke4 Erdnüsse

Hülsenfrüchte

Spaltkichererbsen

Kichererbsen und Erdnüsse

Ke2



- Ke1 Kichererbsen
- Ke3 Schwarze Kichererbsen
- Ke4 Erdnüsse

Hülsenfrüchte

Schwarze Kichererbsen

Kichererbsen und Erdnüsse

Ke3



- Ke1 Kichererbsen
- Ke2 Spaltkichererbsen
- Ke4 Erdnüsse

Hülsenfrüchte

Erdnüsse

Kichererbsen und Erdnüsse

Ke4



- Ke1 Kichererbsen
- Ke2 Spaltkichererbsen
- Ke3 Schwarze Kichererbsen

Hülsenfrüchte

Berner Landfrauen

Stangenbohnen (Gartenbohnen)

St1



St2 Posthörnchen
St3 Kaiser Friedrich
St4 Wachtelbohnen

Hülsenfrüchte

Posthörnchen

Stangenbohnen (Gartenbohnen)

St2



St1 Berner Landfrauen
St3 Kaiser Friedrich
St4 Wachtelbohnen

Hülsenfrüchte

Kaiser Friedrich

Stangenbohnen (Gartenbohnen)

St3



St1 Berner Landfrauen
St2 Kaiser Friedrich
St4 Wachtelbohnen

Hülsenfrüchte

Wachtelbohnen

Stangenbohnen (Gartenbohnen)

St4



St1 Berner Landfrauen
St2 Kaiser Friedrich
St3 Wachtelbohnen

Hülsenfrüchte

Farbenfrohe Hummusvariationen

Brauner Hummus

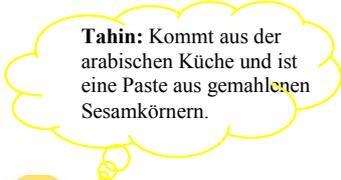
Du brauchst für eine große Schale:

- 800 g Kichererbsen aus der Dose
- 10 Esslöffel Olivenöl
- Saft von 2 Zitronen
- 2 Esslöffel Tahin
- 3 Esslöffel Wasser
- 3 geschälte Knoblauchzehen
- 2 Teelöffel gemahlene Kurkuma
- Salz und Pfeffer

Zubereitung:

- Gieße die Kichererbsen mit Hilfe eines Siebs ab.
- Presse die Zitronen mit Hilfe einer Zitronenpresse aus.
- Schäle die Knoblauchzehen.
- Vermische ALLE Zutaten in einer Schüssel.
- Zerkleinere die Zutaten mit der Küchenmaschine bis eine glatte Masse entsteht.

- Du kannst gerne noch etwas mit Salz und Pfeffer abschmecken.



Tahin: Kommt aus der arabischen Küche und ist eine Paste aus gemahlene Sesamkörnern.



Roter Hummus

Du brauchst für eine große Schale:

- Alle Zutaten wie beim Braunen Hummus
- 2 große rote Paprika
- 2 Teelöffel Paprikapulver
- Backpapier

Zubereitung:

- Ofen auf 210 ° C vorheizen.
- Paprika in Streifen schneiden und Kerne entfernen.
- Streifen auf ein Blech mit Backpapier legen und 10 Minuten im Ofen backen.

- Zubereitung erfolgt wie beim Braunen Hummus.
- Paprika, Braunen Hummus und Paprikapulver mit der Küchenmaschine zerkleinern bis eine glatte Masse entsteht.

Oranger Hummus

Du brauchst für eine große Schale:

- 300 g getrocknete Kichererbsen
- 900 ml Wasser
- 400 g Hokkaido-Kürbis
- 2 Knoblauchzehen
- 1 Teelöffel Harissa (Gewürzpaste)
- 1 Teelöffel Öl (Wahlweise Chiliöl)
- Salz
- Backpapier

Harissa: Paste aus Chili, Kreuzkümmel, Koriander, Knoblauch, Salz und Olivenöl



Foto: Pixabay



Zubereitung:

- Hülsenfrüchte über Nacht in Wasser einweichen.
- Kichererbsen abseihen, in einen Topf geben und mit einer Prise Salz ca. 1 Stunde bei geringer Hitze köcheln lassen.
- Währenddessen den Ofen auf 160 °C vorheizen.
- Kürbis in kleine Stücke schneiden und die Kerne entfernen. (Schale kann mitgegessen werden)
- Kürbisspalten auf ein mit Backpapier belegtes Blech geben und ca. 25 Minuten im Ofen backen. Dann abkühlen lassen.
- Wenn Kichererbsen weich sind, abgießen und abkühlen lassen.
- Knoblauch schälen und klein schneiden.
- In einer Pfanne mit Öl ca. 5 Minuten anschwitzen lassen.
- Kichererbsen, Kürbisspalten und Öl-Knoblauchmischung mit der Küchenmaschine zerkleinern bis eine glatte Masse entsteht.
Quelle: (Mills, 2015)

Lila Linsenaufstrich

Du brauchst:

35 g gelbe Linsen
40 g rote Linsen
165 ml Wasser
50 g Walnusskerne
100 g gegarte Rote Bete
1 Teelöffel Salz
Pfeffer
1 Esslöffel Öl
10 Esslöffel Essig
½ Teelöffel Piment
Einmalhandschuhe

Zubereitung:

- Linsen mit Wasser zum Kochen bringen.
- Deckel auf den Kochtopf geben und 20 Minuten bei sehr geringer Hitze dünsten.
- Währenddessen Walnusskerne hacken.
- Herd abschalten und Linsen 15 Minuten quellen lassen.
- Gegarte Rote Bete mit Einmalhandschuhen schälen und in Stücke schneiden.
- ALLE Zutaten in die Küchenmaschine geben und gut mixen.
- Aufstrich kaltstellen.

Quelle: (Frey et al., 2016)

Erbse trifft auf Limette

Du brauchst:

200 g getrocknete grüne Erbsen
100 g Lauch
50 ml Wasser
4 Esslöffel Rapsöl
1 Bund Schnittlauch oder 3 Blätter Bärlauch
2 Esslöffel Limettensaft
Salz, Pfeffer

Zubereitung:

- Erbsen abspülen und in eine Schüssel geben. Mit Wasser bedecken und über Nacht einweichen.
 - Lauch waschen, halbieren und in feine Halbringe schneiden.
 - Lauch anschließend mit 1 EL Rapsöl in einer Pfanne anschwitzen.
 - Erbsen in die Pfanne zum Lauch geben und Wasser hinzufügen.
 - Deckel auf die Pfanne geben und alles köcheln lassen.
- **Achtung!** : Immer wieder etwas Wasser nachleeren, damit die Erbsen nicht anbrennen. Nach einer Stunde die Erbsen langsam unter ständigem Rühren zerfallen lassen.
 - Erbsen mit einem Pürierstab fein pürieren.
 - Bärlauch oder Schnittlauch fein schneiden und Limetten mit Presse auspressen .
- Alles vermischen und mit Salz und Pfeffer abschmecken. Quelle:(Frey et al., 2016)

Erbsensuppe mit Curry

Du brauchst für 4

Portionen:

2 Zwiebel
2 Esslöffel Olivenöl
2 Teelöffel grüne Currypaste
1 Liter Gemüsebrühe
500 g Tiefkühlerbsen
1 Bund Minze
100 g Schlagobers
Salz, Pfeffer

Zubereitung:

- Zwiebel schälen und in feine Würfel schneiden.
 - Zwiebel in einem Topf mit Olivenöl andünsten.
 - Currypaste hinzufügen und kurz mitrösten.
 - Gemüsebrühe zur Currypaste leeren und ca. 5 Minuten köcheln lassen.
 - Die Tiefkühlerbsen hinzufügen und weitere 5 bis 6 Minuten kochen lassen.
 - Währenddessen Minze waschen, abtrocknen und grob schneiden.
-
- Anschließend zur Suppe geben und mit einem Pürierstab alles fein pürieren.
 - Wer mag, kann die Suppe durch ein feines Sieb leeren, damit Rückstände entfernt werden.
 - Zum Abschluss Schlagobers einrühren und mit Salz und Pfeffer abschmecken.

Quelle:(Frey et al., 2016)

Milchshake mit Erdnüssen

Du brauchst für 4 Portionen:

4 reife Bananen
400 ml Sojamilch
200 ml Kokosmilch
25 g ungesalzene Erdnüsse
1 Teelöffel Honig
½ Limette

Zubereitung:

- Bananen schälen.
- Limette auspressen.
- Alle Zutaten in die Küchenmaschine geben und fein mixen.

Quelle: ("Hülsenfrüchte- Geballte Nährstoffkraft," n.d.)

Rösterbsen zum Kichern und Knabbern

Du brauchst für 5

Portionen:

150g getrocknete
Kichererbsen
1 Esslöffel Rapsöl
Backpapier
Salz
Gewürze je nach Wunsch:
Paprikapulver, Currypulver,
Kreuzkümmel oder
Knoblauchpulver

Zubereitung

- Kichererbsen über Nacht in Wasser einweichen.
- Backofen auf ca. 200 °C vorheizen.
- Am nächsten Tag auf ein mit Backpapier belegtes Blech verteilen und für 1 Stunde in den Ofen geben.
- Achtung! Kichererbsen alle 10 Minuten mit einem Kochlöffel wenden.
- Nach dem Backen mit etwas Öl beträufeln und salzen.
- Je nach Wunsch in einem Gewürz wenden.

Quelle: ("Hülsenfrüchte- Geballte Nährstoffkraft," n.d.)

Köstlicher Strudel mit Bohnenfüllung

Du brauchst für 5

Portionen:

Teig

200g glattes Mehl

3 Esslöffel Rapsöl

1/8 l warmes Wasser

Salz

Füllung

500 g weiße Bohnen aus der Dose oder 200 g getrocknete Bohnen

1 kleine Zwiebel

100 g Schinken

2 Esslöffel Rapsöl

50 g Karotten

50 g Lauch

100 g Semmelwürfel

Salz, Pfeffer

Thymian, Majoran,

Knoblauch

Zubereitung:

- Werden trockene Bohnen verwendet, müssen diese über Nacht eingeweicht werden.
- Teig aus Mehl, 1 Esslöffel Rapsöl, Wasser und Salz zubereiten.
- Teig ca. 30 min an einen warmen Ort stellen.
- (Eingeweichte Bohnen weich kochen)
- Bohnen (aus der Dose) zerstampfen.
- Zwiebel + Karotten schälen und klein schneiden.
- Kleingeschnittenen Schinken und Zwiebel in einer Pfanne mit wenig Öl anrösten.
- Lauch in feine Ringe schneiden.
- Karotten, Lauch, Semmelwürfel zu Schinken und Zwiebel in die Pfanne geben. Kurz mitbraten und dann abkühlen lassen.
- Mit Salz, Pfeffer sowie den Gewürzen abschmecken.
- Teig ausziehen und zwei Drittel davon mit der Füllung bestreichen.

- Den gewickelten Strudel auf ein mit Backpapier belegtes Blech legen und mit dem restlichen Öl bestreichen.
- Ca. 30 bis 40 Minuten bei 175 °C backen.

Quelle: ("Hülsenfrüchte- Geballte Nährstoffkraft," n.d.)

Bohnen- Mais- Taler mit Avocado-Dip

Du brauchst für 4

Portionen:

4 Eier
150 g Topfen
100 g Polenta
100 g Mehl
1 Teelöffel Backpulver
Salz, Pfeffer
Muskat, Kreuzkümmel
150 g Mais
60 g rote getrocknete Bohnen
oder 150 g Bohnen aus der Dose
6 Esslöffel Rapsöl

Avocado-Dip

1 Avocado
Zitronensaft
150 g Joghurt
½ Knoblauchzehe
Salz, Pfeffer

Zubereitung:

- Bohnen über Nacht einweichen.
- Am nächsten Tag in frischem Wasser so lange kochen, bis die Bohnen weich sind.
- Währenddessen Eier, Topfen, Polenta und Mehl in einer Schüssel gut vermischen und diese Mischung dann 20 Minuten stehen lassen.
- Für den Avocado-Dip die Avocado schälen, Kern mit einem Löffel entfernen und in kleine Stücke schneiden.
- Stücke mit einer Gabel zerdrücken und Joghurt hinzugeben.
- Knoblauchzehe schälen und mit einer Presse zerdrücken.
- Zitronensaft und gepresste Knoblauchzehe zur Avocado-Joghurt Mischung hinzugeben.
- Gut vermischen und mit Salz sowie Pfeffer abschmecken.
- Mais aus der Dose abtropfen lassen und in einem Sieb mit Wasser waschen.
- Bohnen sowie Mais mit Eier-Topfen-Polenta-Masse vermischen.

- Öl in einer Pfanne erhitzen und den Teig Esslöffel für Esslöffel hineingeben und goldbraun backen.

Quelle:("Hülsenfrüchte- Geballte Nährstoffkraft," n.d.)

Bohnenmuffins mit weißer Schokolade

Zutaten für 10 Muffins:

200 g weiße Bohnen aus der Dose oder 80 g getrocknete Bohnen
60 g Zucker
4 Dotter
20 g weiße Schokolade
30 g Kürbiskerne
40 g Semmelbrösel
1 Packung Vanillezucker
½ Packung Backpulver
Schale von einer unbehandelten Orange
4 Eiklar
40 g Zucker
50 g Mehl
Muffinbackform
Papierförmchen

Zubereitung:

- Getrocknete Bohnen über Nacht einweichen.
 - Am nächsten Tag in frischem Wasser kochen bis sie weich sind.
 - Backrohr auf 200 °C vorheizen.
 - Bohnen fein mixen.
 - Zucker mit Dotter cremig schlagen und anschließend gemixte Bohnen hinzufügen.
 - Schokolade reiben und Kürbiskerne hacken.
 - Schale von der Orange abreiben.
 - Schokolade, Kürbiskerne, Semmelbrösel, Vanillezucker und Orangenschale zur Dotter-Bohnen Creme geben.
 - Eiklar mit Zucker zu Schnee schlagen.
 - Schnee, Mehl und Backpulver abwechselnd unter die Masse heben.
 - Muffinform ausfetten oder mit Papierförmchen auskleiden und mit der Masse befüllen.
- Muffins bei ca. 180 °C ca. 20 bis 30 Minuten im Rohr backen.

Quelle:(“Hülsenfrüchte- Geballte Nährstoffkraft,” n.d.)

Literaturverzeichnis

- Bohnen, Erbsen, Linsen** [WWW Document], 2016. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelsenfruechte/bohne-erbse-linse/tab/2/> (accessed 7.17.17).
- Erbse** [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/landwirtschaft/pflanzengenetische-ressourcen/pflanzen-des-monats/2015-pflanzen-des-monats/juli-2015-erbse/> (accessed 9.8.17).
- Erdnuss** [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelsenfruechte/huelsenfrucht-dezember-erdnuss/tab/4/> (accessed 9.12.17).
- Frey, H., Golbaz, S., Havenith, C. (Eds.)**, 2016. Hülsenfrüchte! Power-Rezepte mit Bohnen, Erbsen, Linsen & Co. h.f.ullmann, Potsdam.
- Hülsenfrüchte- Geballte Nährstoffkraft** [WWW Document], n.d. . Gesundes Oberösterreich. URL <http://www.gesundes-oberoesterreich.at/internetpub/SID/SID-b9502fe8-3ee2-4aac-83e7a11af051dfbb/InternetPubPublikationDetail.jsp?pbNr=300520&time=1505909259724&filterUKatNr=100144&filterUKatKurz=Ern%C3%A4hrung> (accessed 9.20.17).
- Kichererbse** [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelsenfruechte/huelsenfrucht-oktober-kichererbse/> (accessed 9.12.17).
- Linse** [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/ages-schwerpunkte/jahr-der-huelsenfruechte/huelsenfrucht-des-monats-september-linse/> (accessed 9.11.17).
- Linsensorten** [WWW Document], n.d. . Linsenvergnügen - Rezepte Mehr Rund Um Linsen. URL <http://www.linsenvergnuegen.de/ueber-linsen/linsensorten/> (accessed 9.18.17).
- Lupine** [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/landwirtschaft/pflanzengenetische-ressourcen/pflanzen-des-monats/2015-pflanzen-des-monats/august-2015-lupine/> (accessed 9.12.17).
- Mills, E.**, 2015. Deliciously Ella: Genial gesundes Essen für ein glückliches Leben. Bloomsbury Berlin, Berlin.
- Soja** [WWW Document], n.d. . AGES - Österr. Agent. Für Gesundh. Ernährungssicherheit. URL <https://www.ages.at/themen/landwirtschaft/pflanzengenetische-ressourcen/pflanzen-des-monats/2015-pflanzen-des-monats/mai-2015-soja/> (accessed 9.12.17).
- Verschiedene Arten von Hülsenfrüchten | Wissen** [WWW Document], n.d. . reishunger.de. URL <https://www.reishunger.de/wissen/article/302/verschiedene-arten-von-huelsenfruechten> (accessed 9.18.17).