



**ARBEITSHILFE**

# TROPISCHE NUTZPFLANZEN

Eine Handreichung der Grünen Schule



## IMPRESSUM

### Herausgeber: Grüne Schule im Loki-Schmidt-Garten

Die Grüne Schule ist eine Kooperation von:

#### **Universität Hamburg, Loki-Schmidt-Garten**

Hesten 10, 22609 Hamburg

Wissenschaftliche Leitung: Dr. Thea Lautenschläger

#### **Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung (LI)**

Abteilung Fortbildung (LIF)

Referat MINT-Schülerzentren (LIF-10)

Referatsleitung LIF-10: Thomas Hagemann

#### **Ansprechpartner für Rückfragen und Anregungen:**

Roland Empen, Pädagogische Leitung der Grünen Schule

E-Mail: [roland.empen@li.hamburg.de](mailto:roland.empen@li.hamburg.de)

[www.botanischer-garten.uni-hamburg.de/03gruene-schule.html](http://www.botanischer-garten.uni-hamburg.de/03gruene-schule.html)

[www.li.hamburg.de/auserschulische-lernorte/gruene-schule](http://www.li.hamburg.de/auserschulische-lernorte/gruene-schule)

Bestellen Sie Pflanzen für Schulen mit dem Online-Bestellformular:

[www.gruene-schule.uni-hamburg.de](http://www.gruene-schule.uni-hamburg.de)

Text: Janine Peikert (Diplom-Biologin, Flensburg)

Konzeption: Dr. Thea Lautenschläger, Roland Empen, Janine Peikert

Layout: Verena Münch ([verenamuench.de](http://verenamuench.de))

Titelfoto: Kaffeepflanze (*Coffea arabica*), Wikimedia

Hamburg, April 2024

Die kommerzielle Verwendung von Teilen dieses Werks ist nur nach Genehmigung durch den Herausgeber erlaubt. Die **nicht-kommerzielle Verwendung zu Bildungszwecken** ist ausdrücklich erwünscht, dabei gilt folgende Lizenz: Creative Commons Urheberrechtslizenz: CC BY-NC 4.0 Bedeutet: Kostenlos und frei verwendbar, wenn der Ursprungsautor genannt wird und die Verwendung nicht-kommerziell ist.



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Einleitung</b> .....	5
1.1 Welche thematischen Schwerpunkte behandelt die Handreichung?.....	5
1.2 Wann können die Pflanzen abgeholt werden? .....	5
1.3 An wen richtet sich die Handreichung?.....	6
1.4 Wie kann die Handreichung genutzt werden? .....	6
1.5 Über die Autorin .....	6



## **2. Fast Fashion: Baumwolle**.....

2.1 Informationsteil für Lehrkräfte .....	7
2.2 Fächer .....	7
2.3 Die Baumwoll-Pflanze, <i>Gossypium spec.</i> .....	7
2.4 Pflegehinweise .....	9
2.5 Fast Fashion: Baumwolle – Aufgabenteil für Schüler:innen .....	10
2.6 Pflegehinweise .....	10
2.7 Pflanze.....	10
2.8 Rohstoff und Produkte .....	11
2.9 Gesellschaftliche Relevanz – was geht mich das an? .....	12



## **3. Die Erdnuss** .....

3.1 Informationsteil für Lehrkräfte .....	12
3.2 Fächer .....	12
3.3 Die Erdnuss-Pflanze, <i>Arachis hypogaea</i> .....	12
3.4 Woher stammt die Erdnuss? .....	13
3.5 Wie sieht die Erdnuss aus? .....	13
3.6 Der Entwicklungszyklus.....	14
3.7 Früchte und Samen .....	14
3.8 Standortansprüche .....	15
3.9 Kultureller Hintergrund .....	15
3.10 Pflegehinweise.....	16
3.11 Anzucht von Erdnüssen .....	16
3.12 Die Erdnuss – Aufgabenteil für Schüler:innen .....	16
3.13 Pflegehinweise.....	16
3.14 Pflanze .....	16
3.15 Was wird aus Erdnüssen hergestellt? .....	17
3.16 Gesellschaftliche Relevanz – was geht mich das an?.....	18



<b>4. Genussmittel: Kakao und Kaffee</b> .....	19
4.1 Informationsteil für Lehrkräfte .....	19
4.2 Fächer .....	20
4.3 Kakao, <i>Theobroma cacao</i> .....	20
4.4 Kaffee, <i>Coffea spec.</i> .....	22
4.5 Inhaltsstoffe von Kakao und Kaffee .....	25
4.6 Pflegehinweise für Kakao und Kaffee.....	25
4.7 Genussmittel: Kakao und Kaffee – Aufgabenteil für Schüler:innen .....	25
4.8 Pflegehinweise für Kakao und Kaffee.....	26
4.9 Die Kakao-Pflanze .....	26
4.10 Rohstoffe und Produkte .....	27
4.11 Gesellschaftliche Relevanz – was geht mich das an? .....	27
4.12 Die Kaffee-Pflanze .....	28
4.13 Produkte .....	28
4.14 Gesellschaftliche Relevanz – was geht mich das an? .....	29
4.15 Inhaltsstoffe von Kakao und Kaffee.....	29



<b>5. Photosyntheseprodukte von Zuckerrohr und Zuckerrübe</b> .....	30
5.1 Informationsteil für Lehrkräfte.....	30
5.2 Fächer .....	30
5.3 Zuckerrohr, <i>Saccharum officinarum</i> .....	31
5.4 Pflegehinweise Zuckerrohr.....	32
5.5 Zuckerrübe, <i>Beta vulgaris subsp. vulgaris var. altissima</i> .....	33
5.6 Versuche mit Zuckerrüben .....	34
5.7 Photosyntheseprodukte von Zuckerrohr und Zuckerrübe – Aufgabenteil für Schüler:innen.....	35
5.8 Die Zuckerrohr-Pflanze .....	35
5.9 Die Zuckerrüben-Pflanze.....	36
5.10 Photosynthese und Atmung.....	37
5.11 Rohstoff und Produkte .....	37
5.12 Gesellschaftliche Relevanz – was geht mich das an? .....	38
5.13 Versuche mit Zuckerrüben .....	38

<b>6. Quellen</b> .....	40
6.1 Baumwolle.....	40
6.2 Erdnuss .....	40
6.3 Kakao und Kaffee .....	40
6.4 Zuckerrohr und Zuckerrübe .....	40
Gesammeltes Glossar / Abbildungsnachweise .....	41

# 1. Einleitung

## 1.1 Welche thematischen Schwerpunkte behandelt die Handreichung?

Menschen nutzen Pflanzen, um verschiedene Bedürfnisse zu befriedigen: als Nahrungs- und Genussmittel, in Medizin und Kosmetik, im Haushalt, als Baustoffe und für technische Belange.

Pflanzen begleiten uns in unserem Alltag. Sie können eine Modeerscheinung sein, werden über die ganze Welt transportiert und gelangen als Rohstoff oder Zutat in (hoch)verarbeiteten Produkten in den Handel.

Spätestens seit dem Krieg in der Ukraine begreifen wir, wie sehr wir von einer reibungslosen Versorgung mit pflanzlichen Gütern abhängig sind.

Bei den genannten Anwendungsbereichen gerät leicht in Vergessenheit, dass die Klassifizierungen von Menschen erdacht sind. Die in der Handreichung behandelten Nutzpflanzen stammen – mit Ausnahme der Zuckerrübe – aus den Tropen und werden dort angebaut. Sie sind Stellvertreter aktueller globaler Fragestellungen und Herausforderungen, mit denen wir Menschen konfrontiert sind.

Die Schüler:innen beschäftigen sich mit dem Aufbau der tropischen Pflanzen und vergleichen sie mit Vertretern derselben Pflanzenfamilie aus den gemäßigten Breiten. Sie recherchieren Anbauggebiete und informieren sich über die Menschen, die die Pflanzen anbauen. Sie arbeiten analog – im Supermarkt – und digital – im Internet – und führen Umfragen in ihrem Lebensumfeld mit anschließender Auswertung durch.

In fächerübergreifenden Diskussionen setzen sich die Schüler:innen mit Fragen etwa zu nachhaltiger Produktion und nachhaltigem Konsum, hochwertiger Bildung und Armut auseinander. Ziel dieser Diskussion ist immer, dass die Schüler:innen Ideen entwickeln, wie sie sich zum Thema einbringen und einen eigenen Standpunkt zum Konsum entwickeln können.



Die hier beschriebenen Pflanzen können von Lehrkräften kostenlos im **Pflanzenabholprogramm der Grünen Schule im Botanischen Garten Hamburg** bestellt werden. Das Online-Bestellsystem ist unter folgender Adresse zu finden:  
[+ www.gruene-schule.uni-hamburg.de](https://www.gruene-schule.uni-hamburg.de)

## 1.2 Wann können die Pflanzen abgeholt werden?

Pflanze/Monat	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Erdnuss												
Baumwolle												
Kakao												
Kaffee												
Zuckerrohr												
Zuckerrübe												

TABELLE 1: Verfügbarkeit der in der Handreichung behandelten Pflanzen



### 1.3 An wen richtet sich die Handreichung?

Die Zielgruppe sind Schüler:innen aller Schulformen. Sinnvoll ist die Bearbeitung **ab der 7. Klasse**. Konkrete Lehrplanbezüge bzw. fächerverbindende Themen werden in den Modulen zu den einzelnen Pflanzen hergestellt.

### 1.4 Wie kann die Handreichung genutzt werden?

Die Schüler:innen beschäftigen sich mit dem Aufbau der Pflanzen, den Teilen, die wir nutzen, und den Produkten, die daraus hergestellt werden. Sie recherchieren Anbaugelände und klimatische sowie gesellschaftliche Bedingungen in den Anbauländern. Die Pflanzen sind Stellvertreter für globale Entwicklungen:

**Baumwolle:** Fast Fashion

**Erdnuss:** Wertvoller pflanzlicher Eiweiß- und Fettlieferant

**Kakao und Kaffee:** Können einzeln oder unter dem Begriff „Genusmittel“ gemeinsam behandelt werden. Im Zusammenhang mit Kakao wird zum Thema „Kinderarbeit“ und/oder „Anbau von Coca statt Kakao“ diskutiert. In Bezug auf Kaffee kann über „faire Preise für Erzeuger“ diskutiert werden.

**Zuckerrohr und Zuckerrübe:** Können einzeln oder unter dem Begriff „Zuckerlieferant“ und/oder „Photosynthese“ behandelt werden. Im Zusammenhang mit Zuckerrohr als tropischem Zuckerlieferant und Zuckerrübe als einheimischem Vertreter diskutieren die Schüler:innen über Regionalität von Produkten und Transportwege.

Der Aufbau soll die Schüler:innen anregen, den eigenen Konsum zu hinterfragen. Sie bearbeiten die Aufgaben allein oder in Kleingruppen. Sie legen kleine Protokolle an, führen einfache Auswertungen durch und bekommen die Möglichkeit, sich eine Meinung zu aktuellen globalen Themen zu bilden und diese durch das Einnehmen anderer Perspektiven im weiteren Prozess zu hinterfragen.

Steht nur wenig Zeit zur Verfügung, können einzelne Teilaspekte zu den jeweiligen Pflanzen herausgegriffen werden. So können Sie z. B. Zuckerrohr und/oder Zuckerrübe als pflanzliche Zuckerspeicher behandeln, wenn das Unterrichtsthema „Photosynthese“ lautet. Oder nutzen Sie Infotexte und dazugehörige Fragen als Grundlage für das jeweilige Thema. Die Recherche für bestimmte Fragestellungen kann als Still- oder Hausarbeit durchgeführt und die Ergebnisse im Plenum vorgestellt und diskutiert werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, alle Pflanzen in einer fächerübergreifenden Projektwoche zu nutzen, an deren Ende die Schüler:innen ihre Ergebnisse der Schulgemeinschaft präsentieren. Dies kann z. B. in Form von Vorträgen, Videos, Audiobeiträgen, als Ausstellung oder gemeinsame Backaktion erfolgen.

### 1.5 Über die Autorin

Janine Peikert hat Biologie (Diplom) studiert. Ihre Erfahrungen als Dozentin an der Universität Hamburg und Museumspädagogin im Loki Schmidt Haus (Hamburg) fließen in die Handreichung ein.





## 2. Fast Fashion: Baumwolle

### 2.1 Informationsteil für Lehrkräfte

Bestandteile dieses Abschnittes sind knappe Hintergrundinformationen zur Baumwolle (*Gossypium spec.*) mit vielen unterstützenden Abbildungen für die eigene Vorbereitung und auch zur Projektion in der Klasse. Das Kapitel umfasst einen Aufgabenteil für Schüler:innen ab der 7. Klasse, in dem Einzel- und Gruppenarbeit kombiniert werden können. Neben eigenen Beobachtungen zum Habitus der Baumwollpflanze und Verwandten aus der Familie der Malvengewächse sowie Recherchen mit unterschiedlichem Aufwand sind die Schüler:innen aufgefordert, Ideen zu verschiedenen Fragestellungen zu entwickeln und Interviews in ihrem Umfeld zu führen.



In Bezug auf das globale Nachhaltigkeitsziel „Nachhaltiger Konsum und Produktion“ nehmen die Schüler:innen in einem Rollenspiel

verschiedene Perspektiven ein und setzen sich mit ihrem Konsumverhalten auseinander. Früher waren entsprechend den vier Jahreszeiten vier Mode-Kollektionen pro Jahr üblich. Diese Zahl hat sich in den letzten Jahren versechsfacht! Ein Phänomen unserer Zeit ist Fast Fashion – schnelle Mode. Dabei handelt es sich um „Kleidung, die billig hergestellt und verkauft wird, sodass Menschen häufig neue Kleidung kaufen können.“ Wie ist diese Entwicklung zu beurteilen und welche individuellen und gesellschaftlichen Schlüsse ziehen wir daraus? Diesen und weiteren Fragen gehen die Schüler:innen nach.<sup>1</sup>

**HINWEIS:** In dieser Handreichung ist von „der Baumwolle“ die Rede. Dabei wird vernachlässigt, dass es viele verschiedene Arten gibt, von denen vier von wirtschaftlicher Bedeutung sind. Heute hat die Art *Gossypium hirsutum* (Upland-Baumwolle) einen Anteil von etwa 90 % an der Weltproduktion.

### 2.2 Fächer

- » 7. bis 12. oder 13. Klasse: Biologie
- » Stadtteilschule, 5. bis 10. Klasse: Gesellschaft
- » Gymnasium, 5. bis 6. Klasse: Geografie
- » Gymnasium, 7. bis 12. Klasse: PGW (= Politik, Gesellschaft, Wirtschaft)
- » Gymnasium oder Stadtteilschule ab 8. Klasse: Philosophie

### 2.3 Die Baumwoll-Pflanze

Die Baumwolle ist eine sehr alte Kulturpflanze aus den Tropen. In freier Natur handelt es sich um eine Staude. In Kultur wird die Pflanze einjährig gehalten. Baumwolle bevorzugt ein warmes, trockenes Klima mit einer Ausnahme: in der frühen Entwicklung ist eine ausreichende Wasserversorgung vonnöten. Die Achselknospen der Laubblätter im oberen Bereich der Pflanze entwickeln sich zu Blüten. Diese sind weiß, gelb oder purpurrot gefärbt. Baumwolle ist ein Selbstbestäuber. Bestäubung durch Insekten ist selten.

Die Frucht der Baumwolle ist eine Kapsel. Eine Besonderheit sind die Samenhaare. Dabei handelt es sich um einzellige Auswüchse aus der Epidermis der Samenschale. Diese Samenhaare erreichen eine Länge von bis zu 4 cm. Bei der Fruchtreife platzt die Kapsel auf und Samen samt Samenhaaren quellen hervor. Sie ähneln Wattebäuschen. Doch nicht nur in Hygieneartikeln wie Watte pads, -stäbchen und Tampons ist Baumwolle enthalten. Auch in Textilien jeglicher Art, ob als Bekleidung oder im Haushalt (Einkaufsbeutel, Bett- und Tischwäsche, Handtücher) ist sie verarbeitet.

Der Wasserbedarf für den Anbau von Baumwolle ist hoch. Die Produktion verbraucht im Durchschnitt 11.000 Liter Wasser pro Kilo Baumwolle. Zusätzlich ist der Anbau mit einem hohen, zumeist fossilen Energiebedarf verbunden, der aus der Produktion von Kunstdünger und anderen Agrarchemikalien herrührt. Dazu kommt der Energieverbrauch für die Verarbeitung und für die vielen Transporte vom Erzeuger zu den Verarbeitern und dem Verkäufer.





**ABB. 1:** Baumwollpflanze der Grünen Schule. An der Pflanze ist ein Tütchen mit Nützlingen befestigt [© Roland Empen]



**ABB. 3:** Reifende Baumwollkapsel [© pixabay.com]



**ABB. 2:** Geschlossene Blüte, auffällig ist die Form der Kelchblätter [© Thea Lautenschläger]



**ABB. 4:** Reife Kapseln. Nach dem Aufplatzen treten die bauchigen Samenhaare hervor [© Roland Empen]



## 2.4 Pflegehinweise

Baumwollpflanzen sind sehr empfindlich und schädlingsanfällig. Aber: nur Mut!

Sie benötigen viel Licht und Wärme. Optimal ist eine Temperatur von 20 bis 25 °C. Zugluft bekommt der Baumwolle nicht. Ist die Luft im Klassenzimmer zu trocken, schwächt dies die Pflanze und sie wird zu einem „leichten Opfer“ für die Rote Spinne oder andere Spinnmilben. Sind an der Pflanze aus dem Botanischen Garten kleine Beutel festgebunden, dann halte Ausschau nach den Nützlingen, die darin enthalten sind.

Die Pflanze sollte jeden Tag gegossen und regelmäßig mit Wasser, z. B. aus einem Wäschebefeuchter, besprüht werden. Organisiere in der Wachstumsphase einen Gießdienst für das Wochenende. Später, bei Blüten und Früchten der Pflanze, kann das Gießen reduziert werden. Dann kann auch auf den Gießdienst am Wochenende verzichtet werden.



ABB. 7/8: Zwei Beispiele für Baumwollanbau in großem Maßstab [© pixabay]



ABB. 5/6: Weitere Mitglieder aus der Familie der Malvengewächse **LINKS:** Wilde Malve  
**RECHTS:** Hibiskus [© Angela Jahns]



ABB. 9: Maschinelle Baumwollernte [© pixabay]



## 2.5 Fast Fashion: Baumwolle – Aufgabenteil für Schüler:innen

Der Begriff „Fast Fashion“ – schnelle Mode – wurde in den 1990ern von der New York Times geprägt. Dahinter verbirgt sich Kleidung, die billig produziert und verkauft wird, sodass Menschen oft neue Kleidung kaufen können.<sup>2/3</sup>

Du beschäftigst Dich in Einzel- und Gruppenarbeit mit dem pflanzlichen Rohstoff, aus dem viele unserer Kleidungsstücke hergestellt werden: Baumwolle. Du lernst die tropische Pflanze und ihre Verwandten kennen, setzt Dich mit ihren Besonderheiten und Ansprüchen auseinander.

Doch das ist nicht alles: Du erfährst, woraus Kleidung früher hergestellt wurde und wie lange verschiedene Stücke genutzt wurden. Du versetzt Dich in die verschiedenen an Mode beteiligten Akteur:innen und diskutierst mit Deiner Klasse über das Phänomen Fast Fashion.

## 2.6 Pflegehinweise

Baumwollpflanzen sind sehr empfindlich und schädlingsanfällig. Aber: nur Mut!

Sie benötigen viel Licht und Wärme. Optimal ist eine Temperatur von 20 bis 25 °C. Zugluft bekommt der Baumwolle nicht. Ist die Luft im Klassenzimmer zu trocken, schwächt dies die Pflanze und sie wird zu einem „leichten Opfer“ für die Rote Spinne oder andere Spinnmilben. Sind an der Pflanze aus dem Botanischen Garten kleine Beutel festgebunden, dann halte Ausschau nach den Nützlingen, die darin enthalten sind.

Die Pflanze sollte jeden Tag gegossen und regelmäßig mit Wasser, z. B. aus einem Wäschbefeuchter, besprüht werden. Organisiere in der Wachstumsphase einen Gießdienst für das Wochenende. Später, bei Blühen und Fruchten der Pflanze, kann das Gießen reduziert werden. Dann kann auch auf den Gießdienst am Wochenende verzichtet werden.

## 2.7 Pflanze

### Habitus der Baumwollpflanze

**GLOSSAR:** *Habitus*= Aussehen, Erscheinungsbild, ähnlich einem Porträt oder Selfie.

➤ Beschreibe die Pflanze. Wie hoch ist sie? Wie sehen ihre (Laub-)Blätter aus? Sind Blüten vorhanden? Welche Farbe haben sie? Wie groß sind sie? Wo genau an der Pflanze sitzen sie? Und wo ist nun die Baumwolle?

➤ Betrachte die Blüten der Baumwolle und anderer Malvengewächse, z. B. Wilde Malve, Hibiskus. Formuliere Unterschiede und Gemeinsamkeiten!

**HINWEIS:** *Im Laufe des Sommers ist mit Blüten an den Pflanzen zu rechnen.*

➤ Betrachte die (Laub-)Blätter der Baumwolle und anderer Malvengewächse, z. B. Wilde Malve und Hibiskus. Formuliere Unterschiede und Gemeinsamkeiten!

### Früchte

➤ Baumwolle zeigt eine morphologische Besonderheit: die äußersten Zellen der Samenschale entwickeln sich zu Haaren, die bis zu 4 cm lang werden können und den Samen umgeben. Sie werden Samenhaare genannt, sind weich und sehr leicht. Überlegt gemeinsam, was ihr Nutzen für die Baumwoll-Pflanze sein könnte? Recherchiert, ob Ihr mit Euren Vermutungen richtig lagt. Recherchiert außerdem, welche Pflanzen aus den gemäßigten Breiten auch Samenhaare bilden.

**HINWEIS:** *Etwa 8 Wochen nach dem Blühen ist mit reifen Kapsel Früchten zu rechnen.*

**GLOSSAR:** *Morphologisch*= die äußere Gestalt, Form, den Bau betreffend.



## 2.8 Rohstoff und Produkte

**Materialbedarf:** Kleidungsstück aus Baumwolle.

- Was denkst Du: Welche Anforderungen müssen Fasern erfüllen, um in industriellem Maßstab nutzbar zu sein?
- Lange bevor Kleidung aus Baumwolle en vogue war, stellten Menschen Kleidung und Haushaltsgegenstände aus pflanzlichen Fasern her. Dieser Trend, Alternativen zur Baumwolle zu verarbeiten, wird auch heute wieder wichtiger, da der Anbau von Baumwolle ökologische, gesundheitliche und soziale Probleme mit sich bringt. Recherchiere, aus welchen weiteren Pflanzen Fasern gewonnen werden können.
- Interviewe Eltern und Großeltern: Wie lange haben sie ihre Kleidungsstücke getragen, als sie so alt waren wie Du? Woher kam die Kleidung? Wie lange wurden Kleidungsstücke im 19. Jahrhundert getragen?

- Informiere Dich über den Anbau von Baumwolle! Wo wird sie angebaut? Wie groß ist die Anbaufläche für Baumwolle? Was kannst Du über Klima und Erträge herausfinden? Wie lange dauert es, bis die Baumwolle geerntet werden kann? Wer erntet, wer verarbeitet die Baumwolle? Wer macht ein T-Shirt daraus?

Bist Du auch schon erwachsen? In einer repräsentativen Umfrage unter Erwachsenen wurde ermittelt, dass sie durchschnittlich 95 Kleidungsstücke besitzen (ohne Unterwäsche und Strümpfe).

- Stöbere in Deinem Kleiderschrank! Wie viele Kleidungsstücke besitzt Du? Welche enthalten Baumwolle? Wie viele sind es? Zu welchen Anteilen enthalten sie Baumwolle?
- Dehne Deine Suche nun auf Küche und Badezimmer aus. Welche weiteren Produkte aus Deinem Alltag enthalten Baumwolle? Sind Wegwerfartikel darunter? Welche können mehrfach benutzt werden?



ABB. 10: Wie viele Kleidungsstücke besitzt Du? [© pixabay]



## 2.9 Gesellschaftliche Relevanz – was geht mich das an?

**Szenenwechsel:** in einem Café. Am Nebentisch sitzen zwei Studierende Anfang 20, beide modebegeistert, beide haben nur wenig Geld zur Verfügung. Beide sind sich im Klaren darüber, dass ihr Kleidungskonsum Schaden anrichtet. Hören wir einmal, wen die beiden verantwortlich machen.

### Person A:

„Wenn Du heute zu Primark reingehst, siehst Du viele Klamotten, die morgen schon nicht mehr da sind. Wenn man so viel angeboten bekommt, ist es doch normal, dass die Leute auch mehr kaufen wollen. Wenn das langsamer ginge, wenn sie eine Kollektion ein, zwei Monate hängen ließen und erst eine neue produzieren, wenn die alte verkauft ist, dann würde der Verkauf weniger werden.“

### Person B:

„Ja, aber die großen Firmen wollen ja auch, dass man kauft. Die müssen den Wandel anstreben, denn wir würden ja nicht kaufen, wenn wir es nicht angeboten bekommen. Aber die, die damit Geld verdienen, sollten auch die Lösung anbieten.“<sup>4</sup>

- Reagiert!
- Teilt Euch auf und versetzt Euch nun in die Rolle der Konsument:innen, Designer:innen, Näher:innen, Logistiker:innen, Baumwollproduzent:innen, Verkäufer:innen. Wer ist im Recht? Warum? Diskutiert!



## 3. Die Erdnuss

### 3.1 Informationsteil für Lehrkräfte

Bestandteile dieses Abschnittes sind knappe Hintergrundinformationen zur Erdnuss (*Arachis hypogaea*) mit vielen unterstützenden Abbildungen für die eigene Vorbereitung und auch zur Projektion in der Klasse. Sie umfasst einen Aufgabenteil für Schüler:innen ab der 7. Klasse, in dem Einzel- und Gruppenarbeit kombiniert werden können. Neben eigenen Beobachtungen, Versuchen, kleinen Rechenaufgaben und Recherchen mit unterschiedlichem Aufwand führen die Schüler:innen akteursorientierte, fächerübergreifende und ergebnisoffene Diskussionen zu gesellschaftlich relevanten Themen durch.

### 3.2 Fächer

- » 5. bis 6. Klasse Gymnasium oder Stadtteilschule: Naturwissenschaften
- » 7. bis 12. oder 13. Klasse: Biologie
- » Stadtteilschule, 5. bis 10. Klasse: Gesellschaft
- » Gymnasium, 5. bis 6. Klasse: Geografie
- » Gymnasium, 7. bis 12. Klasse: PGW (= Politik, Gesellschaft, Wirtschaft)

### 3.3 Die Erdnuss-Pflanze

**ACHTUNG:** Bevor Sie sich der Handreichung widmen, stellen Sie sicher, dass es in Ihrer Klasse keine **Erdnussallergiker:innen** gibt.



**ABB. 11:** Erdnüsse können allergische Reaktionen auslösen [© pixabay]



Anschließend an die Frage nach möglichen Allergien stellt sich vermutlich diese: „Warum heißt die Erdnuss ERDnuss?“ Dicht gefolgt von: „Ist die Erdnuss eine Nuss?“ und „Wie gesund sind Erdnüsse?“. Diesen und weiteren Fragen zu biologischen Besonderheiten der Erdnuss und Gemeinsamkeiten mit anderen Schmetterlingsblütlern sowie zum kulturellen Hintergrund der Erdnuss auch über die Grenzen Europas hinaus gehen die Schüler:innen in dieser Einheit nach. Ausgehend von den globalen Nachhaltigkeitszielen „Kein Hunger“ und „Weniger Ungleichheiten“ diskutieren sie über den Zugang zu Lebensmitteln und entwickeln Vorschläge für die anzustrebende gerechte Verteilung derselben.



### 3.4 Woher stammt die Erdnuss?

Vor mehr als 4000 Jahren wurde die Erdnuss in den Anden Boliviens domestiziert. Bei der Ankunft der Europäer in Amerika im 16. Jahrhundert wurde die Erdnuss bereits kultiviert. Von Brasilien aus gelangte die Erdnuss mit Sklavenhändlern nach Afrika.

### 3.5 Wie sieht die Erdnuss aus?

Die Erdnuss ist eine krautige, einjährige Pflanze, die eine Höhe von bis zu 80 cm erreicht. Je nach dem Zeitpunkt der Aussaat und je nach den klimatischen Bedingungen zeigen sich ab Mai oder erst im Juli und August in den Blattachsen einzelne goldgelbe Blüten. Diese sind nur wenige Stunden geöffnet und welken nach vollzogener Selbstbestäubung. Nach der Befruchtung verlängert sich die Basis des Fruchtknotens auf bis zu 30 cm und wächst dabei schräg abwärts in Richtung Erdoberfläche. Diese Struktur wird Karpophor genannt.

Die junge Frucht hebt sich in Umfang und Farbe noch nicht von dem stielähnlichen Teil des Fruchtknotens ab. Erst einige Zentimeter tief im Boden beginnt die Frucht zu wachsen.

Voraussetzung für das Reifen von Früchten ist ein lockerer Boden, in den die jungen Früchte leicht eindringen können.

**GLOSSAR:** *Karpophore* sind besondere Strukturen an einer Pflanze. Sie entwickeln sich nach erfolgreicher Befruchtung der Blüte. In der Spitze dieser lang auswachsenden Struktur befindet sich die junge Frucht, die wiederum den Samen samt Embryo enthält. Die Karpophore wachsen gen Erdoberfläche und dringen in den Boden ein, wo die Frucht wächst und reift.

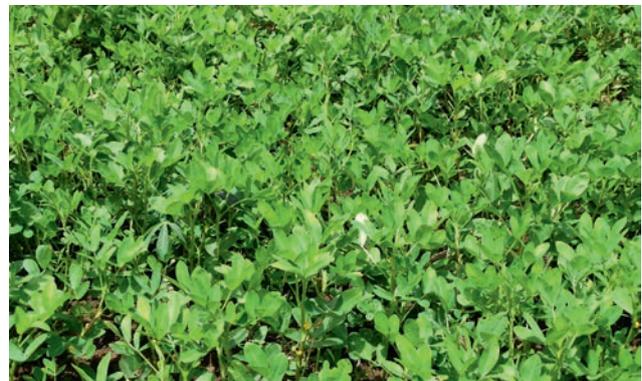


ABB. 12: Ein Erdnussfeld [© Thea Lautenschläger]



ABB. 13/14: LINKS: Eine Erdnusspflanze am natürlichen Standort RECHTS: Eine Erdnussblüte [© Thea Lautenschläger]

Manche Erdnusspflanzen bilden kriechende, beblätterte Ausläufer. Auch an diesen sitzen in den Blattachsen Blüten. Solche Blüten liegen direkt auf dem Boden, z. T. werden sie von Erde bedeckt. Auch solche „unterirdischen“ Blüten bilden Früchte, aufgrund der bereits erwähnten Fähigkeit zur Selbstbefruchtung.

### 3.6 Der Entwicklungszyklus

Von Aussaat bis Ernte vergehen drei bis vier Monate (bei Kultur in Deutschland vergeht mehr Zeit). Anfangs sollte das Wetter möglichst feucht sein, zum Ende der Fruchtreife hin jedoch trocken. Wenn die Pflanze welk und gelb wird, sollten die unterirdischen Früchte erntereif sein. Die Erdnüsse müssen nach der Ernte sorgfältig getrocknet werden, damit sie nicht von Pilzen befallen werden. Frisch geerntete Früchte sollten vor dem Öffnen an einem luftigen, nicht zu warmen Ort ein bis zwei Wochen lang trocknen.

Danach können sie von den Schalen befreit durch vorsichtiges Rösten im Ofen und bei Bedarf durch Salzen konserviert werden.



ABB. 15/16: Nach der Erdnuss-Ernte [© Christoph Neinhuis]

**HINWEIS:** Die Karpophore sind nur wenige Zentimeter lang. Daraus lässt sich schließen, dass die Blüten knapp über der Erdoberfläche wuchsen.



ABB. 17: Erdnuss-Pflanzen liegen zum Trocknen aus [© Thea Lautenschläger]

### 3.7 Früchte und Samen

Die Früchte der Erdnuss sind wie die von Bohnen und Erbsen aufgebaut. Und dann wird es kompliziert: Morphologisch betrachtet handelt es sich um Hülsen, daher die Zuordnung zu den Hülsenfrüchtlern, zu denen neben Bohnen und Erbsen auch Linsen, Lupinen und Kichererbsen gezählt werden. Anders als diese öffnet sich die Erdnuss bei Reife jedoch nicht. Damit ist sie per Definition eine Nuss. Ein gutes Beispiel für die Grenzen wissenschaftlicher Klassifikationen. Erdnüsse verrotten im Boden und geben auf diese Weise ihre Samen frei, so dass diese keimen können. Die Früchte enthalten ein bis vier, meist jedoch zwei Samen. Die Samen sind von einer rotbraunen Samenschale umhüllt. Die beiden Hälften eines Samens stellen die zwei Keimblätter dar, die die Reservestoffe für die Keimung enthalten.

**HINWEIS:** Im Aufgabenteil veranstalten die Schüler:innen einen Erdnuss-Knackwettbewerb. Die Pflanzen aus dem Abholprogramm sind dafür nicht geeignet, da sie nicht ausreichend Früchte bilden werden. Nutzen Sie ganze Erdnüsse aus dem Supermarkt.





**ABB. 18:** Frische Erdnuss-Frucht, zwischen den Fingern ist das Karpophor erkennbar [© pixabay]



**ABB. 21:** Bestandteile der Erdnuss-Samen [© Janine Peikert]



**ABB. 19/20: LINKS:** Getrocknete und geröstete Erdnuss aus dem Supermarkt, ein Rest des Karpophors ist noch erkennbar **RECHTS:** Geöffnete Erdnuss aus dem Supermarkt

[© Janine Peikert]

Lässt man die Samen über Nacht in Wasser quellen, kann man die Wurzelanlage und die ersten Laubblätter zwischen den Keimblättern erkennen. Die Keimblätter weisen auf ihrer Innenseite eine nutzförmige Aussparung auf. Die beiden gegenüberliegenden Kerben bilden eine Röhre, durch die die Keimpflanze hindurchwachsen kann.

### 3.8 Standortansprüche

In der Regel stellen Schmetterlingsblütler keine hohen Ansprüche an den Boden, in dem sie wachsen. Grund dafür sind Knöllchenbakterien. Dabei handelt es sich um stickstoffbindende Bakterien, die in Knöllchen an den Wurzeln leben. Diese Bakterien sind in der Lage, den Luftstickstoff zu binden und der Pflanze zur Verfügung zu stellen. Weitere Informationen sind unter den „Pflegehinweisen“ genannt.

### 3.9 Kultureller Hintergrund

In Europa kommen die Erdnüsse meist enthülselt, geröstet und gesalzen als Snack in den Handel. Als Nahrungsmittel spielen sie in dieser Form keine nennenswerte Rolle. Wesentlich größere Bedeutung kommt dem Erdnussöl zu, das einen wichtigen Ausgangsstoff für die Margarineherstellung bildet. Bis zu 60 % Öl sind in Erdnüssen enthalten. Je weiter die Anbauggebiete allerdings vom heißen Kerngebiet der Tropen entfernt liegen, desto geringer wird der Ölgehalt der Erdnüsse.

In ihren Anbauländern hingegen stellen Erdnüsse ein vielseitig verwendetes Nahrungsmittel dar. Sie werden hier geröstet oder oft auch als Erdnussmus verwendet. Ausschlaggebend für die große Bedeutung der Erdnuss in Ländern, deren Nahrungsmittelversorgung nicht



ausreichend gesichert ist, ist weniger ihr Öl- als ihr Eiweißgehalt. Gerade Eiweißmangel ist die am weitesten verbreitete Form der Unternahrung. Erdnüsse enthalten bis zu 30 % Eiweiß und sind damit eine wichtige Eiweißquelle.<sup>5/6/7</sup>

**HINWEIS:** *Im Aufgabenteil werden die Schüler:innen aufgefordert, in Supermärkten Erdnuss-Produkte (Nüsse, Butter, Öl) und deren Nährwerte zu recherchieren. Falls dies zeitlich weder im Rahmen des Unterrichtes noch als Hausaufgabe umsetzbar ist, treffen Sie eine Auswahl und stellen die Produkte im Unterricht zur Verfügung.*

### 3.10 Pflegehinweise

Die Pflanze benötigt eine Temperatur von mindestens 25 °C und viel Licht. Eine hohe Luftfeuchtigkeit ist nicht erforderlich. Regelmäßig gießen, Staunässe unbedingt vermeiden. Bei Mangelerscheinungen oder langer Kultivierung kann mit Düngestäbchen aus dem Handel gedüngt werden.

### 3.11 Anzucht von Erdnüssen

Ist die Zeit vorhanden und die Pflege der Keimlinge bzw. jungen Pflanzen gesichert, kann im Winter/Frühjahr mit der Anzucht von Erdnüssen im Klassenzimmer begonnen werden.

Die Früchte der Erdnuss, wie wir sie im Supermarkt kaufen, sind aus hygienischen Gründen geröstet. Durch die hohen Temperaturen sterben die Samen ab und sind nicht mehr keimfähig. Erdnuss-Saatgut kann im Online-Handel bestellt werden. Die Anleitung zur Anzucht finden Sie im Aufgabenteil (s. u.).

### 3.12 Die Erdnuss – Aufgabenteil für Schüler:innen

Die Erdnuss ist eine Pflanze aus den Tropen. Daher benötigt sie viel Wärme und Licht. Du kennst Erdnüsse vermutlich in Form von Erdnussbutter als Brotaufstrich oder geröstet und gesalzen als Snack. Hier erfährst Du mehr über die Erdnusspflanze: Wie sieht sie aus? Wo wächst sie? Wie wird sie geerntet? Ist sie gesund?

### 3.13 Pflegehinweise

Die Pflanze benötigt eine Temperatur von 22 bis 25 °C und viel Licht. Gießt sie regelmäßig und vermeidet, dass sie zu nass steht.

**Organisiert einen Gießdienst!**

### 3.14 Pflanze

**Wie sieht die Erdnusspflanze aus?**

- ✓ Beschreibe die Pflanze. Wie hoch ist sie? Wie sehen ihre Blätter aus? Sind Blüten vorhanden? Welche Farbe haben sie? Wo genau an der Pflanze sitzen die Blüten? Wo sind die Erdnüsse?
- ✓ Betrachte die Blätter und Blüten der Erdnuss und anderer Schmetterlingsblütler (Erbse, Bohne, Lupine, Wicke, Klee, Ginster, Robini). Formuliere Unterschiede und Gemeinsamkeiten!
- ✓ Topfe die Pflanze im Spätsommer bis Herbst aus und entferne vorsichtig die Erde. Betrachte die unterirdischen Pflanzenteile. Was siehst Du? Kannst Du alle Teile benennen?

### Fruchtentwicklung

- ✓ Wie kommt die Erdnuss in die Erde? Sammelt Eure Ideen und begründet sie! Vergleicht die Erdnuss- mit einer Kartoffelpflanze. Formuliert Unterschiede und Gemeinsamkeiten!
- ✓ Stellt den Topf mit der Erdnusspflanze spätestens zur Blütezeit in eine große Schale mit Erde. Drückt die Hälfte der Erde fest an, die andere nicht. Sucht entsprechend der Pflegehinweise (s. o.) einen geeigneten Standort im Klassenzimmer und stimmt die Pflege der Pflanze für die nächsten Wochen ab. Was könnt Ihr in den folgenden Wochen beobachten? Notiert Eure Beobachtungen.



**GLOSSAR:** *Karpophore* sind besondere Strukturen an einer Pflanze. Sie entwickeln sich nach erfolgreicher Befruchtung der Blüte. In der Spitze dieser lang auswachsenden Struktur befindet sich die junge Frucht, die wiederum den Samen samt Embryo enthält. Die Karpophore wachsen an der Erdoberfläche und dringen in den Boden ein, wo die Frucht wächst und reift.

- ✓ Miss nach und notiere, in welcher Höhe über der Erde die einzelnen Blüten ansetzen. Beobachte, ob sie sich zu Früchten entwickeln. Kannst Du eine maximale Höhe bestimmen, aus der die Karpophore sich weiterentwickeln? Wie viele Zentimeter wächst ein Karpophor pro Woche?

**TIPP:** Markiere die Blüten, sodass Du sie auseinanderhalten kannst, wenn Du ihre Entwicklung dokumentierst.

- ✓ Recherchiere, wie lange es dauert, bis reife Erdnüsse geerntet werden können.

### 3.15 Was wird aus Erdnüssen hergestellt?

**Materialbedarf:** Erdnüsse in Hülsen. 10 Stück pro Schüler:in. Plus mehr für die erste Aufgabe. Wie der Großteil unserer Nutzpflanzen werden auch Erdnüsse in Monokulturen angebaut.

- ✓ Benenne Vor- und Nachteile dieser Anbauweise.

**GLOSSAR:** Als *Monokultur* wird eine Form der Landwirtschaft bezeichnet, in der über mehrere Jahre hinweg auf demselben Feld dieselbe Pflanzenart angebaut wird.

- ✓ Öffne vorsichtig einige Hülsen, sodass die Schalen der Samen nicht verletzt werden. Lege die Samen über Nacht zum Quellen in Wasser. Brich die Keimblätter einiger Samen auseinander und betrachte die ersten Laubblätter dazwischen. Versuche einige Samen auf nasser Watte zum Keimen zu bringen. Die optimale Temperatur liegt zwischen 23 und 28 °C.



**ABB. 22:** Bestandteile der Erdnuss-Samen

[© Janine Peikert]

- ✓ **Erdnüsse selbst anziehen:** Die Früchte der Erdnuss, wie wir sie im Supermarkt kaufen, sind aus hygienischen Gründen geröstet. Durch die hohen Temperaturen sterben die Samen ab und sind nicht mehr keimfähig. Im Online-Handel kann Erdnuss-Saatgut beschafft werden. Wenn im Vorjahr erfolgreich Früchte erzeugt wurden, kannst Du diese trocknen und ohne Röstung bis zum nächsten Frühjahr aufbewahren, um sie dann auszusäen. Am besten werden sie von der korkigen Hülse befreit, aber in der zarten, rotbraunen Samenschale belassen. Dann in einer Papiertüte oder einem offenen Gefäß an einem trockenen, kühlen Ort vor Insekten und Mäusen geschützt aufbewahren.<sup>7</sup>

**Material:** 5 Erdnuss-Samen pro Schüler:in über Nacht in Wasser vorgequollen, Pflanztopf mit Anzucht- oder Blumenerde (egal welche Erde Du verwendest, achte zum Schutze der Moore darauf, dass sie torffrei ist!), kleine Gießkanne, Wasser. Setze die Samen etwa einen Zentimeter tief in die Erde. Stelle den Topf an einen warmen und hellen Ort und halte die Erde immer leicht feucht. Nach etwa einer Woche sollten die ersten Keimlinge zu sehen sein. Gieße Deine Erdnusspflanzen regelmäßig, aber vermeide unbedingt Staunässe. Zur Entwicklung von Früchten ist es hilfreich, wenn die Erde locker und der Topf möglichst groß ist (oben mindestens 15-



20 cm Durchmesser). Viel Licht und Wärme von 22 bis 25 °C sind optimal. Je nach Aussattermin bilden sich meist im Frühsommer die Blüten, die nur kurz blühen und sich selbst befruchten. Im Spätsommer, spätestens bis September, wird die Pflanze welk und gelb. Dann sollten die Früchte erntereif sein. (Wo findest Du sie?)

- ✓ **Knackwettbewerb:** Jeder erhält 10 Erdnüsse. Stoppe die Zeit, wie lange Du brauchst, um die Erdnüsse zu knacken und die Samen herauszunehmen. Beantworte anschließend die folgenden Fragen: An welcher Stelle lassen sich die Früchte am leichtesten öffnen? Wie viele Samen waren in Deinen 10 Erdnüssen enthalten? Ermittelt den Klassendurchschnitt.
- ✓ **Erdnüsse quellen lassen:** Material pro Schüler:in: 10 Erdnuss-Samen aus dem Knackwettbewerb, Lineal, Schale mit Wasser, Handtuchpapier, Analysenwaage, die auf 0,1 g genau wiegt.  
**Durchführung:** Ermittle die durchschnittliche Länge sowie das durchschnittliche Gewicht eines Erdnuss-Samens und notiere beides. Lege die Samen anschließend über Nacht in eine Schale mit Wasser. Tupfe die nassen Samen am nächsten Tag vorsichtig mit Handtuchpapier trocken. Ermittle erneut durchschnittliche Länge und durchschnittliches Gewicht. Vergleiche die Ergebnisse mit denen vom Vortag. Was beobachtest Du? Wie erklärst Du Dir Deine Beobachtungen?
- ✓ **Recherche im Supermarkt:** Bildet Gruppen und recherchiert in Discounter, Supermarkt, Biosupermarkt. In welchen Produkten sind Erdnüsse enthalten? Notiert, welche Produkte Ihr gefunden habt und was sie kosten. Gibt es Unterschiede und Gemeinsamkeiten? Könnt Ihr herausfinden, aus welchen Ländern die enthaltenen Erdnüsse stammen? Welchen Nährwert [kcal] haben die gefundenen Produkte?

**HINWEIS:** *Um Missverständnissen im Supermarkt vorzubeugen, kündigt Euer Vorhaben bei einem Mitarbeitenden des Marktes an.*

- ✓ 100 Gramm Erdnüsse enthalten 570 kcal. Das ist recht viel. Auch andere Nüsse enthalten viel Fett. Überlegt gemeinsam, welche Bedeutung fetthaltige Samen für die Pflanzen haben.
- ✓ Stellt selbst **Erdnussbutter** her. Dazu braucht Ihr 400 g gesalzene Erdnüsse, 50 ml Erdnussöl oder neutrales Sonnenblumenöl und 3 EL Zucker. Die Erdnüsse in einer Pfanne mit etwas Öl 2-3 Minuten rösten (nicht so heiß, dass sie anbrennen). Anschließend die Nüsse zusammen mit Öl und Zucker in einen Mixer geben und fein pürieren (alternativ die Nüsse in einen lebensmittelsauberen Mörser zu Brei zerdrücken). Soll die Konsistenz weicher sein, nach und nach Öl hinzufügen.<sup>8</sup>

**GUT ZU WISSEN:** *Ist eine kritische Projektphase abgeschlossen, essen die Ingenieur:innen der NASA Erdnüsse.*

### 3.16 Gesellschaftliche Relevanz – was geht mich das an?

Das Programm „Enthält Spuren von Hoffnung“ von UNICEF kämpft gegen Mangelernährung bei Kindern aus Ländern des globalen Südens. Die „Waffe“ der Organisation: eine reichhaltige Erdnusspaste, die den Kindern hilft, wieder zu Kräften zu kommen. Im Vergleich zu anderen Nüssen enthalten Erdnüsse neben Fett auch viel Eiweiß. Dies macht sie so interessant für die Erdnusspaste.

**GUT ZU WISSEN:** *UNICEF ist die Abkürzung für United Nations Children's Fund, auf Deutsch: Kinderhilfswerk der Vereinten Nationen. Die Organisation, bestehend aus vielen Mitgliedsländern, arbeitet daran, dass alle Kinder auf der Welt gesund und sicher aufwachsen und ihre Fähigkeiten voll entfalten können.*



- ✓ Recherchiere, wo heutzutage Erdnüsse angebaut werden und in welchen Ländern Kinder an Mangelernährung leiden. Kannst Du einen Zusammenhang herstellen?
- ✓ Recherchiere, wie groß die Menge an produzierten Erdnüssen pro Jahr ist und vergleiche den Wert mit den produzierten Walnüssen.
- ✓ In welchen Ländern Erdnüsse angebaut werden, hast Du bereits in Erfahrung gebracht. Finde nun heraus, wofür die Erdnuss in den Anbauländern verwendet wird. Führe dieselbe Recherche für die Länder durch, die Erdnüsse importieren. Wie wird die Erdnuss verwendet: im Ganzen, gemahlen oder das Öl z. B. in der Margarineproduktion? Sprecht auch in der Klasse über das Thema. Esst Ihr Erdnüsse zuhause? Falls ja, in welcher Form? Wie bereits erwähnt wird Erdnussöl in der Produktion von Margarine eingesetzt. Margarine ist ein veganer Brotaufstrich, Butter nicht. Vergleiche den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Butter und Margarine.



## 4. Genussmittel: Kakao und Kaffee

### 4.1 Informationsteil für Lehrkräfte

Dieser Abschnitt behandelt die Kakao- und die Kaffeepflanze (*Theobroma cacao* und *Coffea spec.*). Im Pflanzenabholprogramm wird die Art *Coffea arabica* bereitgestellt. Die Handreichung ist so aufgebaut, dass Sie entweder die eine oder die andere Pflanze oder auch beide im Unterricht bearbeiten lassen können. Die Schüler:innen beschäftigen sich mit dem Habitus der Pflanzen und vergleichen ihn mit dem heimischen Vertreter der jeweiligen Pflanzenfamilie. Sie recherchieren Anbauggebiete, Erntemethoden, Verarbeitung der Rohstoffe und Produkte.

**GLOSSAR:** *Habitus*= Aussehen, Erscheinungsbild, ähnlich einem Porträt oder Selfie.



In Anlehnung an die Nachhaltigkeitsziele „Keine Armut“, „Hochwertige Bildung“ und „Nachhaltige/r Konsum und Produktion“ erfahren die Schüler:innen mehr über die Menschen, die Kakao und Kaffee anbauen und weiterverarbeiten. In einigen Regionen besteht der Vorwurf von Kinderarbeit auf den Plantagen. Die Schüler:innen versetzen sich in die beteiligten Akteur:innen und diskutieren ergebnisoffen zum Thema.

Ein dritter Schwerpunkt liegt auf den sekundären Stoffwechselprodukten in Kakao und Kaffee, den **Alkaloiden**. Welchen natürlichen Zweck haben sie? Welchen Nutzen ziehen wir Menschen daraus? Welche anderen Pflanzen enthalten weitere Moleküle aus der Stoffklasse der Alkaloide?

Die Schüler:innen führen in ihrem Umfeld eine Umfrage zu den Ess- und Trinkgewohnheiten von Kakao und Kaffee durch und werten diese aus.



## 4.2 Fächer

- » 5. bis 6. Klasse Gymnasium oder Stadtteilschule: Naturwissenschaften
- » 7. bis 12. oder 13. Klasse: Biologie
- » Stadtteilschule, 5. bis 10. Klasse: Gesellschaft
- » Gymnasium, 5. bis 6. Klasse: Geografie
- » Gymnasium, 7. bis 12. Klasse: PGW (= Politik, Gesellschaft, Wirtschaft)
- » Gymnasium oder Stadtteilschule ab 8. Klasse: Philosophie
- » Gymnasium oder Stadtteilschule ab 8. Klasse: Chemie

## 4.3 Kakao, *Theobroma cacao*

Kakao gehört, wie auch Baumwolle, Wilde Malve und Hibiskus, zur Pflanzenfamilie der Malvengewächse. Der Kakaobaum kann eine Höhe von mehr als 10 Metern erreichen. In Kultur wird er niedrig gehalten, damit er leicht beerntet werden kann.



**ABB. 23/24:** LINKS: Kakaobaum [© pixabay] RECHTS: Blüten [© Thea Lautenschläger]



**ABB. 25:** Früchte [© Thea Lautenschläger]

Anders als bei Bäumen aus den gemäßigten Breiten trägt der Kakaobaum das ganze Jahr über Blüten. Eine Besonderheit ist, dass die Blüten direkt am Stamm (Kauliflorie) oder an stärkeren Ästen (Ramiflorie) wachsen. Die Bestäubung erfolgt durch Insekten. Eine aktuelle Studie hat gezeigt, dass Ameisen und Fliegen zu den häufigsten Bestäubern zählen.<sup>9</sup>

Nach der Bestäubung entwickeln sich 15-20 cm lange Früchte, die bei Reife unterschiedlich gefärbt sind. Die frischen Samen sind lila gefärbt und geschmacklich nicht mit dem Kakao bzw. der Schokolade vergleichbar, die wir kennen. Der Geschmack wird „adstringierend“ genannt.

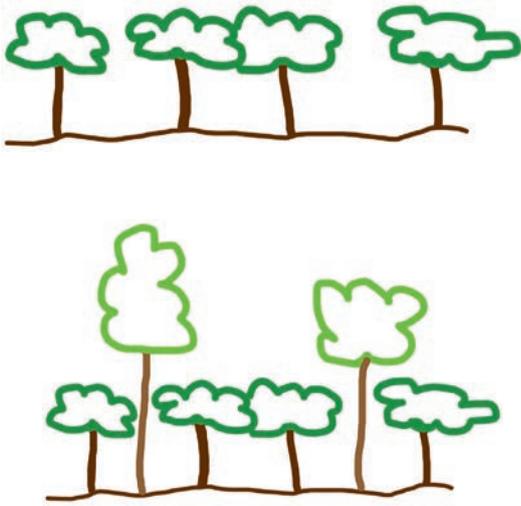
**GLOSSAR:** *Adstringierend* = *zusammenziehend*. Das Mundgefühl, das entsteht, wenn Du auf die Schale einer unreifen Banane beißt.

Der Kakaobaum bevorzugt

- » eine mittlere Jahrestemperatur zwischen 24-28 °C,
- » gleichmäßig über das Jahr verteilten Niederschlag,
- » schattige Standorte.

Es gibt zwei Möglichkeiten, Kakao auf Plantagen zu kultivieren: erstens mit Schattenbäumen, d. h. Bäumen, in deren Schatten der Kakaobaum wächst. Zweitens ohne Schattenbäume. Diese Anbauweise erfordert einen erhöhten Einsatz von Dünger.





**ABB. 26/27: OBEN:** Kakaopflanzung ohne Schattenbäume **UNTEN:** Kakaopflanzung mit Schattenbäumen [© Janine Peikert]

Bis ein Kakaobaum das erste Mal Blüten bildet, können zwei bis fünf Jahre vergehen. Die Pflanze verträgt keine Temperaturen unterhalb von 16 °C.

**HINWEIS:** Die Kakaopflanzen aus dem Abholprogramm werden keine Blüten tragen, dafür sind sie zu jung. Greifen Sie für Ihren Unterricht auf die hier angebotenen Fotos zurück.

Es dauert 5 bis 8 Monate, bis die **Früchte** reif sind. Sie werden in Handarbeit geerntet. Die Früchte werden mit Messern geöffnet. Frisch geöffnete Kakaofrüchte duften frisch, blumig und fruchtig und auch etwas nach Salatgurke. Sie enthalten bis zu 50 mandelförmige Samen. Jeder Samen ist von einer weißen Schicht aus saftig-süßem essbarem Fruchtfleisch umgeben. Geschmack und Konsistenz erinnern an frische Lychees.



**ABB. 28:** Geöffnete Kakaofrucht, die Samen sind von weißem Fruchtfleisch umgeben [© pixabay]

Um das kakaotypische Aroma auszubilden, sind mehrere Schritte nötig. Samen und Fruchtfleisch werden aus den Früchten herausgeholt und auf Haufen oder in Kästen geschichtet. Es kommen Gärprozesse in Gang, die zur Bildung von Aromavorstufen, der Minderung der Adstringenz und zur Verbräunung der Samen führen. Diese Vorgänge, in ihrer Gesamtheit auch als Fermentation bezeichnet, werden nach 2-6 Tagen gestoppt und die Samen auf einen Wassergehalt unter 10 % getrocknet.



**ABB. 29:** Boxfermentation [© Thea Lautenschläger]





**ABB. 30:** Haufenfermentation [© deutschlandfunkkultur.de]



**ABB. 31/32: LINKS:** Rohkakao [© pixabay] **RECHTS:** Kakao-Nibs [© Janine Peikert]

Die Samen werden nun als Rohkakao bezeichnet und kommen als solcher in den Handel. Im Verbraucherland wird der Rohkakao dann geröstet. Währenddessen entfaltet sich das typische Kakaoaroma vollständig. Nachdem die Samenschalen entfernt wurden, können die Samen vermahlen und z. B. zu Schokolade weiterverarbeitet werden.

**HINWEIS:** *Rohe Kakaobohnen lassen sich in einigen Läden oder im Internet kaufen. Um mehr über die Herstellung von Schokolade zu erfahren, kann ein Besuch im **Chocoversum** (Hamburg) hilfreich sein.*

Kakaosamen enthalten rund 50 % Fett. Dessen besondere Zusammensetzung ist für das als sensorisch angenehm empfundene Schmelzverhalten verantwortlich. Der Fettanteil der Kakaosamen wird als Kakaobutter bezeichnet. Diese ist bei 30 °C fest, schmilzt aber knapp unterhalb unserer Körpertemperatur.



**ABB. 33:** Kakaobutter [© Janine Peikert]

#### 4.4 Kaffee, *Coffea spec.*

Bemerkenswert ist, dass 99 % der weltweiten Kaffeeproduktion mit nur zwei Kaffeearten bestritten wird: *Coffea arabica* (Bergkaffee) und *Coffea canephora* (Robustakaffee). Beide gehören zur Pflanzenfamilie der Rötengewächse (*Rubiaceae*).





**ABB. 34/35:** Tropischer und einheimischer Vertreter der Rötegewächse **LINKS:** Kaffee **RECHTS:** Waldmeister [© pixabay]

**ABB. 36/37:** **LINKS:** Kaffeeblüten **RECHTS:** unreife Kaffeekirschen/-früchte [© Thea Lautenschläger]

Beide Arten können eine Höhe von bis zu 8 m erreichen, werden in Kultur aber regelmäßig gestutzt, sodass sie leicht beerntet werden können. Beide Arten bilden ab dem dritten Jahr Blüten. Sie sind weiß. Ihre Form erinnert an Sterne. Mehrere Blüten sind in Trugdolden angeordnet.



**ABB. 38/39:** **LINKS:** Reife Früchte [© Thea Lautenschläger] **RECHTS:** Getrocknete (grüne) Kaffeesamen [© pixabay]

	<i>Coffea arabica</i>	<i>Coffea robusta</i>
Blütenzahl/Trugdolde	4-16	bis zu 60
Bestäubung	Selbstbestäubung	Fremdbestäubung
Anbauggebiete	verträgt größere Höhen (Bergkaffee)	bevorzugt niedriger gelegene Anbauggebiete
Ertrag		doppelt so hoch
Qualität	hochwertiger	
Resistenzen gegen Krankheitserreger und „Schädlinge“		resistenter (Robustakaffee)

**TABELLE 2:** Unterschiede zwischen *C. arabica* und *C. canephora*



Nach 8-12 Monaten sind die Früchte reif. Sie werden auch Kaffeekirschen genannt. In der Regel werden sie einzeln in Handarbeit gepflückt. Nur voll ausgereifte Früchte bringen eine gute Produktqualität. Ein gut gepflegter Baum kann bis zum 30. Lebensjahr lohnende Erträge liefern. Nach der Ernte findet noch im Anbauland die Aufarbeitung der Früchte statt. Dies geschieht auf zwei verschiedenen Wegen.

### Trockenes Verfahren

Die Früchte werden in der Sonne zum Trocknen ausgebreitet. Anschließend werden sie maschinell geschält, sodass nur der Samen zurückbleibt.



**ABB. 40:** Kaffeefrüchte trocknen in der Sonne; Um Fäulnis zu vermeiden, müssen sie regelmäßig gewendet werden [© Thea Lautenschläger]



**ABB. 41:** Kaffeeschälanlage, die trockenen Schalen werden gesammelt und können als Humusaufgabe verwendet werden

[© Thea Lautenschläger]

### Nasses Verfahren

Die Früchte werden gewaschen und maschinell vom Großteil des Fruchtfleisches befreit. Anschließend liegen sie maximal drei Tage lang in Wasser. In diesem Zeitraum setzt eine Gärung ein, bei der Bakterien die Reste des Fruchtfleisches zersetzen. Außerdem wird die Keimung der Samen in Gang gesetzt. Diese Vorgänge sind für die spätere Aromaentwicklung von Bedeutung. Bevor dieser Hornschalenkaffee versandt wird, wird die Hornschale maschinell entfernt. Das Produkt, der „grüne Kaffee“, ähnelt dem Kaffee, den wir aus dem Supermarkt kennen.

Erst durch die Röstung erhalten die Kaffeebohnen die braune Farbe, aber vor allem das charakteristische Aroma, das aus rund 40 Komponenten besteht.

Geschätzt wird Kaffee aber vor allem wegen eines ganz bestimmten Moleküls: **Koffein** (s. Abb. 42). Es gehört zur Stoffklasse der Alkaloide und hat – wie auch andere Vertreter – eine anregende Wirkung.



#### 4.5 Inhaltsstoffe von Kakao und Kaffee

Kakao und Kaffee zählen zu den Genussmitteln. Sie enthalten Moleküle aus dem pflanzlichen Sekundärstoffwechsel. In Kaffee und Kakao ist es **Koffein**. In Kakao außerdem noch **Theobromin**.

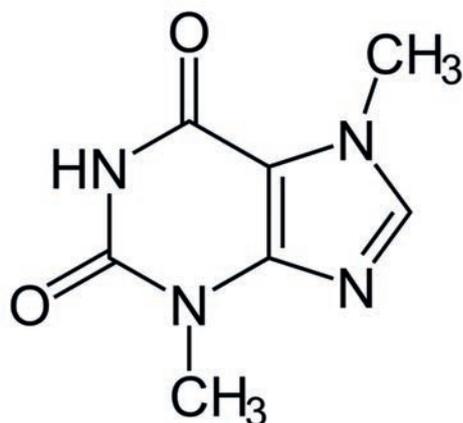


ABB. 42: Strukturformeln von Koffein

[Von NEUROtiker – Eigenes Werk, Gemeinfrei; <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1699211>]

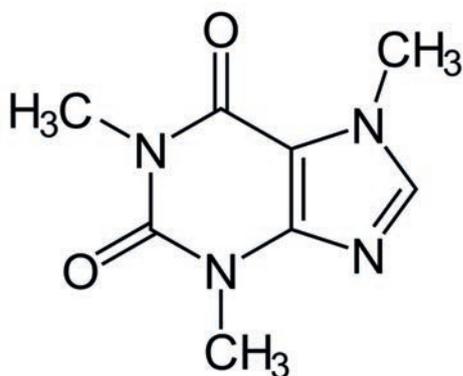


ABB. 43: Strukturformeln von Theobromin

[Von NEUROtiker – Eigenes Werk, Gemeinfrei; <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1699213>]

Wir schätzen beide Verbindungen wegen ihrer anregenden, wach machenden Wirkung. Chemisch betrachtet gehören beide Moleküle zur Stoffklasse der Alkaloide. Ebenso wie Kokain, gewonnen aus den Blättern des Coca-Strauches, und Nikotin aus den Blättern der Tabakpflanze. Letztere zählen zu den Rauschmitteln. Alkaloide gehören zu den Verbindungen aus dem pflanzlichen Sekundärstoffwechsel, die

nicht für das unmittelbare Überleben der Pflanze vonnöten sind. Doch was ist dann ihre Funktion? Sie dienen der Abwehr von Fressfeinden. Dies lässt sich anhand der reifen Kakaosamen anschaulich darstellen: Affen essen auch gerne Kakao. Allerdings nicht die Samen, sondern das süße Fruchtfleisch, das sie umgibt. Die Samen spucken oder scheiden sie aus, sodass sie keimen und zu neuen Kakaobäumen heranwachsen können. Eine elegante Strategie, das Überleben der Nachkommen zu sichern.

#### 4.6 Pflegehinweise für Kakao und Kaffee

Beide Pflanzen bevorzugen eine gleichbleibende Temperatur. Diese sollte mindestens 18 °C betragen, wenn möglich wärmer. Beide Pflanzen benötigen viel Licht und eine hohe Luftfeuchtigkeit (das Optimum liegt bei 80%) und hier wird es im Umfeld der Schule kompliziert. Zweifeln Sie deshalb nicht an ihrem grünen Daumen! Sie erhöhen die Chance, dass die Pflanzen länger „durchhalten“, wenn Sie sie gleichmäßig feucht halten, Staunässe aber vermeiden.

**HINWEIS:** Blüten werden nicht zu sehen sein. Daher bietet diese Handreichung umfassendes Bildmaterial zum Projizieren in der Klasse.

#### 4.7 Kakao und Kaffee: Genussmittel – Aufgabenteil für Schüler:innen

Hand hoch, wer noch müde ist? Und wer hat heute schlechte Laune? Eine Tasse Kaffee und ein Stück Schokolade könnten helfen ;-)

Du beschäftigst Dich in Einzel- und Gruppenarbeit mit den Pflanzen, aus denen Heißgetränke und Süßigkeiten hergestellt werden. Du informierst Dich, wo auf der Welt Kakao angebaut wird und wer dies tut? Wodurch wird die Kakaoernte bedroht? Wie wird aus Kakao Schokolade?



## 4.8 Pflegehinweise für Kakao und Kaffee

Beide Pflanzen bevorzugen eine gleichbleibende Temperatur. Diese sollte mindestens 18 °C betragen, wenn möglich wärmer. Die Pflanzen benötigen viel Licht und eine hohe Luftfeuchtigkeit (das Optimum liegt bei 80 %) und hier wird es im Umfeld der Schule kompliziert. Zweifelt deshalb nicht an Eurem grünen Daumen! Ihr erhöht die Chance, dass die Pflanzen länger „durchhalten“, wenn Ihr sie gleichmäßig feucht haltet, Staunässe aber vermeidet.

### Organisiert einen Gießdienst!

## 4.9 Die Kakao-Pflanze

### Habitus der Kakaopflanze

**GLOSSAR:** *Habitus*= Aussehen, Erscheinungsbild, ähnlich einem Porträt oder Selfie.

Kakao ist ein tropischer Vertreter der Pflanzenfamilie der Malvengewächse. Eine Vertreterin aus den gemäßigten Breiten ist z. B. die Wilde Malve.



**ABB. 44/45/46:** Mitglieder der Pflanzenfamilie der Malvengewächse **LINKS:** Kakao [© Thea Lautenschläger]

**MITTE:** Baumwolle [© pixabay]

**RECHTS:** Wilde Malve [© Angela Jahns]

- ✓ Betrachtet die Kakaopflanze und die Abbildungen davon genau. Fasst die jungen und alten Blätter der Pflanzen auch einmal an. Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten fallen Euch zu heimischen Obstbäumen (z. B. Apfel und Kirsche) auf?

- ✓ Welche weiteren Pflanzen zeigen Rami- und Kauliflorie? Welche Vorteile hat das?

**GLOSSAR:** *Kauliflorie*= Blüten und damit auch Früchte wachsen direkt am Stamm.

*Ramiflorie*= Blüten und damit auch Früchte wachsen an dickeren Seitenästen.

- ✓ Die reifen Samen der Kakaofrucht schmecken nicht. Sie sind adstringierend. Umgeben sind sie von einer Hülle aus weißem, süßem Fruchtfleisch, das an Lychees erinnert.

**GLOSSAR:** *Adstringierend* = zusammenziehend. Das Mundgefühl, das entsteht, wenn Du auf die Schale einer unreifen Banane beißt.

- ✓ Welchen biologischen Nutzen haben ungenießbare Samen und köstliches Fruchtfleisch in freier Natur? Diskutiert Eure Vermutungen!

### Anbauggebiete und Standortansprüche

- ✓ Informiere Dich, in welchen Ländern Kakao angebaut wird. Was fällt Dir auf? (Länder eventuell auf einer Weltkarte markieren lassen.)
- ✓ Welche Anbausysteme existieren? Wer baut Kakao an? Wer erntet die Früchte? Wie sind die Arbeitsbedingungen?
- ✓ Wie lange dauert es, bis eine Kakaopflanze zum ersten Mal Früchte trägt? Welche Rückschlüsse kannst Du daraus für das Einkommen der Produzenten ziehen?
- ✓ Recherchiere, welche Krankheiten und „Schädlinge“ die Ernte und damit auch die Existenz der Produzenten bedrohen?



## 4.10 Rohstoffe und Produkte

- ✓ **Umfrage in der Klasse mit Auswertung:** Befragt Eure Mitschüler:innen zu ihren Vorlieben in Bezug auf Schokolade. Wie viel Schokolade isst Du in der Woche? Welche Schokolade magst Du am liebsten: weiße Schokolade, Vollmilch oder Zartbitter? Überlegt Euch weitere Fragen und wertet die Antworten aus: Wie viel Prozent der Schüler:innen essen z. B. 1 x pro Woche Schokolade, wie viele 2 x usw.
- ✓ **Recherche im Supermarkt:** In welchen Produkten ist Kakao enthalten? Was kostet die günstigste Tafel Schokolade, was die teuerste? Vergleiche beide Produkte miteinander. Worin bestehen die Unterschiede zwischen den Produkten?

**TIPP:** Schaut nicht nur in der Süßigkeiten-Abteilung.

**HINWEIS:** Um Missverständnissen im Supermarkt vorzubeugen, kündigt Euer Vorhaben bei einem Mitarbeitenden des Marktes an.

- ✓ Wodurch unterscheiden sich weiße, Vollmilch- und Zartbitterschokolade? Kannst Du herausfinden, woher der enthaltene Kakao stammt?
- ✓ Du hast Dich bereits über die Kakaopflanze und Schokoladenprodukte informiert. Recherchiere nun, welche Arbeitsschritte notwendig sind, um aus den reifen Früchten in den Anbauländern eine Tafel Schokolade in den Verbraucherländern herzustellen.

## 4.11 Gesellschaftliche Relevanz – was geht mich das an?

Vielleicht seid Ihr bei Euren Recherchen auf die Vorwürfe von Kinderarbeit auf Kakaoplantagen gestoßen. Kinder und Jugendliche in Eurem Alter gehen statt in die Schule zur Arbeit auf Kakaoplantagen.

- ✓ Teilt die Klasse in Gruppen ein. Jede Gruppe versetzt sich in die Lage einer der folgenden Akteur:innen: Kinder aus dem globalen Norden und deren Eltern, Kinder aus dem globalen Süden und deren Eltern (außerdem Plantagenbesitzer und Schokoladenfirmen). Diskutiert, was dafür und dagegen spricht, Kinder auf Plantagen arbeiten zu lassen, statt dass sie zur Schule gehen!

**GLOSSAR:** *Globaler Süden und Globaler Norden* = Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung definiert die Begriffe wie folgt: „Die Bezeichnungen sollen die Situation von Ländern in der globalisierten Welt möglichst wert- und hierarchiefrei beschreiben. In diesem Sinne ist ein Land des Globalen Südens ein politisch, wirtschaftlich oder gesellschaftlich benachteiligter Staat. Die Länder des Globalen Nordens befinden sich dagegen in einer privilegierten Position, was Wohlstand, politische Freiheit und wirtschaftliche Entwicklung angeht. Damit sollen auch die Ungleichheit und die dadurch bedingten Abhängigkeitsverhältnisse herausgestellt werden.“<sup>10</sup>

Ihr habt Euch bereits mit den Menschen, die Kakaobäume anbauen, den einzelnen Produktionsschritten und auch den Preisen von Schokoladentafeln beschäftigt. In einigen Ländern geben die Bauern den Anbau von Kakao auf und bauen stattdessen Coca an, einen Strauch, aus dessen Blättern Kokain gewonnen werden kann und wird.



- ✓ Teilt die Klasse in zwei Gruppen. Eine Gruppe trägt Argumente zusammen, die für den Anbau von Kakao sprechen. Die andere Gruppe notiert, was für den Anbau von Coca spricht. Diskutiert anschließend, welche Pflanze ihr anbauen würdet und warum?
- ✓ Was können wir alle tun, um den Kakao-Anbauern ein angemessenes und gesichertes Einkommen für sie und ihre Familien zu ermöglichen? Teilt die Klasse in Kleingruppen und recherchiert. Präsentiert Eure Ergebnisse den Mitschüler:innen.

## 4.12 Die Kaffee-Pflanze

### Habitus der Kaffee-pflanze

**GLOSSAR:** *Habitus*= Aussehen, Erscheinungsbild, ähnlich einem Porträt oder Selfie.

Kaffee ist ein tropischer Vertreter der Pflanzenfamilie der Rötegewächse. Ein bekannter Vertreter aus den gemäßigten Breiten ist Waldmeister.



**ABB. 47/48:** Mitglieder der Pflanzenfamilie der Rötegewächse **LINKS:** Kaffee [© pixabay] **RECHTS:** Waldmeister [© pixabay]

- ✓ Betrachtet die Kaffee-pflanze und die Abbildungen davon genau. Fasst die jungen und alten Blätter der Pflanzen auch einmal an. Wie sehen die Pflanzen aus? Wie die Blätter? Kannst Du Blüten erkennen? Wie sehen diese aus? Wo sitzen die Blüten an der Pflanze? Wie sehen die Früchte aus?

### Anbauggebiete und Produzenten

- ✓ Informiere Dich, wo auf der Welt Kaffee angebaut wird? Wie wird der Kaffee angebaut? Welche klimatischen Bedingungen herrschen in den Anbauländern?
- ✓ Arbeitsbedingungen auf den Plantagen: Wer produziert eigentlich Kaffee?
- ✓ Wie lange dauert es, bis eine Kaffee-pflanze zum ersten Mal Früchte trägt? Welche Rückschlüsse kannst Du daraus für das Einkommen der Bauern ziehen?

## 4.13 Produkte

- ✓ **Umfrage in der Klasse mit Auswertung:** Befragt Eure Mitschüler:innen zu ihren Vorlieben in Bezug auf Kaffee. Wie viel Kaffee trinkst Du am Tag? Wie trinkst Du einen Kaffee am liebsten? Wo kaufst Du Deinen Kaffee? Überlegt Euch weitere Fragen und wertet die Antworten aus: wie viel Prozent der Klasse trinken überhaupt Kaffee?
- ✓ Informiere Dich, welche Arbeitsschritte nötig sind, um aus der Kaffee-kirsche ein köstliches Heißgetränk zu machen!



#### 4.14 Gesellschaftliche Relevanz – was geht mich das an?

Im Supermarkt kaufen wir Kaffee in Packungsgrößen von einem halben Pfund bis zu etwa 2 kg, ganz abgesehen von Kapseln, Pads und dergleichen: eine große Produktpalette. Die Spannbreite der Preise ist ebenfalls groß.

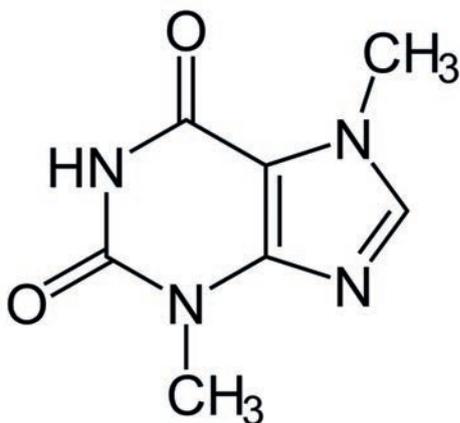
- ✓ Recherchiere, wie viel Geld von einem Pfund Kaffee an den Erzeuger geht. Kannst Du einen Zusammenhang zwischen dem Preis für das Pfund und dem Betrag, den der Erzeuger erhält, herstellen?

#### 4.15 Inhaltsstoffe von Kakao und Kaffee

Kakao und Kaffee zählen zu den Genussmitteln, eine von Menschen erdachte Bezeichnung.

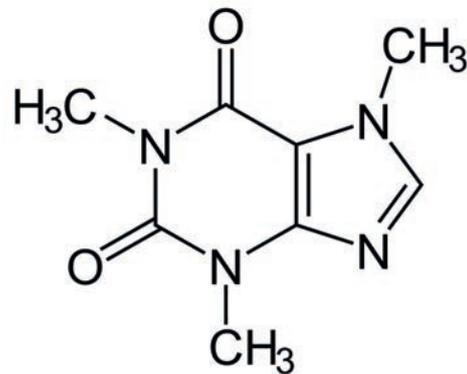
- ✓ Recherchiere Definitionen für die folgenden Begriffe: Lebensmittel, Grundnahrungsmittel, Genussmittel. Findest Du noch weitere Begriffe?

Beide Pflanzen enthalten Moleküle aus dem pflanzlichen Sekundärstoffwechsel. In Kaffee und Kakao ist es Koffein. In Kakao außerdem noch Theobromin.



**ABB. 49:** Strukturformeln von Koffein

[© Von NEUROtiker – Eigenes Werk, Gemeinfrei; <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1699211>]



**ABB. 50:** Strukturformeln von Theobromin

[© Von NEUROtiker – Eigenes Werk, Gemeinfrei; <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1699213>]

Wir schätzen beide Verbindungen wegen ihrer anregenden, wach machenden Wirkung. Dabei ist die Wirkung von Theobromin deutlich schwächer als die von Koffein.

Die Menge an Theobromin im Kakao ist in der Regel zehnmal so hoch wie die Menge an Koffein. Kakao wirkt wesentlich weniger anregend als Kaffee, weil Kakao deutlich weniger Koffein enthält.

Chemisch betrachtet gehören beide Moleküle zur Stoffklasse der Alkaloide.

- ✓ Schau Dir Abbildung 50 genau an. Welche Gemeinsamkeiten kannst Du erkennen?
- ✓ In welchen weiteren Pflanzen kommen Alkaloide vor? Welchen Nutzen haben die Verbindungen für die Pflanzen?





## 5. Photosynthese- produkte von Zuckerrohr und Zuckerrübe

### 5.1 Informationsteil für Lehrkräfte

Dieser Abschnitt behandelt Zuckerrohr (*Saccharum officinarum*) und Zuckerrübe (*Beta vulgaris*). Die Struktur dieser Handreichung ermöglicht es, nur eine der Pflanzen oder beide vergleichend im Unterricht zu bearbeiten.

Die Schüler:innen bearbeiten den Zusammenhang zwischen Photosynthese und pflanzlicher Atmung sowie der jeweiligen Bedeutung für Pflanze und Mensch. Sie recherchieren die Anbauländer von Zuckerrohr und -rübe und die Weiterverarbeitung zum Zucker, wie er im Supermarkt erworben werden kann. Sie informieren sich über die Unterschiede zwischen den zahlreichen Produkten und diskutieren über die Frage, ob es gesunden Zucker gibt.



Anknüpfend an die globalen Nachhaltigkeitsziele „Nachhaltige/r Konsum und Produktion“ und „Maßnahmen zum Klimaschutz“ diskutieren die Schüler:innen, ob und aus welchen Gründen Rohr- oder Rübenzucker zu bevorzugen ist.

### 5.2 Fächer

- » 7. bis 12. oder 13. Klasse: Biologie
- » Stadtteilschule, 5. bis 10. Klasse: Gesellschaft
- » Gymnasium. 5. bis 6. Klasse: Geografie
- » Gymnasium. 7. bis 12. Klasse: PGW (= Politik, Gesellschaft, Wirtschaft)
- » Gymnasiale Oberstufe: 11. Bis 12. Klasse: Chemie (Kohlenhydrate)

„Süß“ ist eine unserer fünf Geschmacksempfindungen. Dazu kommen sauer, salzig, bitter und umami, was mit „herzhaft-würzig“ übersetzt werden kann.

**GUT ZU WISSEN:** „Scharf“ hingegen ist keine Geschmacksempfindung, sondern ein Schmerzsignal unseres Körpers.

Landläufig bezeichnen wir ein süß schmeckendes, kristallines Lebensmittel als „Zucker“. In Deutschland beträgt der Zuckerkonsum pro Jahr und Kopf rund 35 Kilogramm. Das entspricht einer Menge von rund 95 Gramm pro Tag. Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt eine maximale Aufnahme von 25 Gramm pro Tag.<sup>11</sup>

Der Schwerpunkt dieser Handreichung liegt auf Pflanzen, aus denen wir Zucker gewinnen: Zuckerrohr als Pflanze aus den Tropen und Zuckerrübe, eine Pflanze aus den gemäßigten Breiten.

**HINWEIS:** Der Zucker wird nicht aus den Pflanzen hergestellt, er ist in ihnen enthalten und wird extrahiert.

Die Geschmacksempfindung „süß“ wird aus chemischer Sicht von verschiedenen Molekülen hervorgerufen. Aus Gründen der didaktischen Reduzierung werden in dieser Handreichung Glukose als Primärprodukt der Photosynthese und Saccharose als handelsüblicher Haushaltszucker behandelt.

Im Rahmen einer analogen Recherche im Supermarkt (die Sie auch durch ein entsprechendes Produkt-Angebot im Klassenzimmer ersetzen können) informieren sich die Schüler:innen darüber, welche Zuckersorten im Handel verfügbar sind und wofür sie verwendet werden. Außerdem informieren sie sich über die Pflanzen, aus denen Zucker gewonnen wird, deren Anbauggebiete und die Produktion von Haushaltszucker. In einer Diskussionsrunde sind die Schüler:innen aufgefordert, sich dazu zu äußern, welcher Zucker der bessere ist. Diese Formulierung ist bewusst provokant gewählt und soll es den Schüler:innen ermöglichen, den für sie relevanten Rahmen bzw. Schwerpunkt zu definieren.



Eine weitere Frage, mit der sich die Schüler:innen beschäftigen, ist: Wie kommt der Zucker in die Pflanze?

Die Antwort lautet: **Photosynthese**, jener Stoffwechselprozess, der es Pflanzen ermöglicht, Kohlenstoffdioxid und Wasser mit Hilfe von Lichtenergie in „Zucker“ und Sauerstoff umzuwandeln.



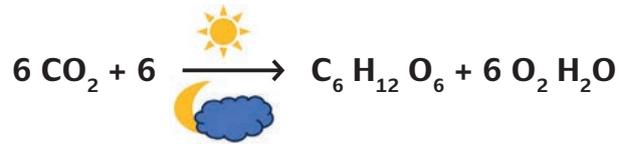
**ABB. 51:** Photosynthese kurz und knapp

[© Janine Peikert]

Sauerstoff als Grundlage unseres Lebens wird von der Pflanze an die Umgebung abgegeben. Bei dem „Zucker“ handelt es sich um Glukose, auch: Traubenzucker, ein Einfachzucker und Primärprodukt der Photosynthese. Auf Lebensmittelverpackungen wird er als Dextrose gekennzeichnet.

Glukose ist Energielieferant für den pflanzlichen Stoffwechsel und Baustein für den Pflanzenkörper. Sind ein Glukose- und ein Fruktosemolekül miteinander verbunden, sprechen wir von Saccharose, auch Haushalts- oder Kristallzucker. Es handelt sich um eine mögliche Speicherform in Pflanzen. Aus Gründen der didaktischen Reduktion werden weitere Formen ausgeklammert.

Scheint die Sonne, werden die Zuckerspeicher aufgefüllt. Doch was geschieht, wenn es bewölkt ist? Und was geschieht nachts? Die Gleichung aus Abbildung 51 kann auch „in die andere Richtung“ ablaufen (vgl. Abb. 52).



**ABB. 52:** Photosynthese und Atmung

[© Janine Peikert]

Die Pflanze nimmt Sauerstoff auf und wandelt Glukose in Kohlenstoffdioxid und Wasser um. Beides wird von der Pflanze abgegeben. Wer sich dabei an die menschliche Atmung erinnert fühlt, liegt genau richtig.

Dasselbe geschieht auch, nachdem Zuckerrohr oder -rübe geerntet wurden. Sie beginnen, den gespeicherten Zucker zu veratmen, um am Leben zu bleiben. Anders ausgedrückt: Der Zuckergehalt sinkt auf dem Weg in die Fabrik und damit auch die Qualität. In den Tropen läuft dieser Prozess aufgrund der hohen Temperaturen schneller ab.

**GUT ZU WISSEN:** *Bis ins Mittelalter war Honig das einzige bekannte Süßungsmittel. Erst ab dem 16. Jahrhundert erreichte der Zucker Europa. In Deutschland wurde er lange als Luxusartikel in Apotheken (!) verkauft.*

### 5.3 Zuckerrohr, *Saccharum officinarum*

Wie auch der Rasen, z. B. auf dem Sportplatz, gehört das Zuckerrohr zur Pflanzenfamilie der Süßgräser. Kaut man auf der Sprossachse eines Familienmitgliedes herum, wird deutlich, wie die Familie zu ihrem Namen kam. Anders als der Rasen auf dem Sportplatz kann Zuckerrohr eine Höhe von bis zu 7 Metern erreichen. Die Sprossachse kann bis zu 5 cm dick werden. Die Sprossachse besteht aus Nodien und Internodien (s. Abbildung 53).

**GLOSSAR:** *Nodium oder Knoten*= knotig verdickte Bereiche einer Sprossachse.

*Internodium*= Bereich zwischen den Nodien.





ABB. 53: Zuckerrohr [© Thea Lautenschläger]



ABB. 54: Sprossachsenabschnitte von Zuckerrohr; Gelbe Pfeile: Nodien. Blauer Pfeil: Internodium [© Thea Lautenschläger]

Eine Besonderheit des Zuckerrohres ist ein Wurzelring, der sich oberhalb eines Knotens befindet. Dieser Ring enthält Anlagen für Wurzeln. Nahe dem Boden wachsen diese Anlagen zu Wurzeln aus. Die Wurzelringe des Zuckerrohres können für dessen Vermehrung genutzt werden. Diese **Vermehrung** kann auch im Unterricht durchgeführt werden. Eine entsprechende Anleitung ist im Aufgabenteil für die Schüler:innen zu finden.

Wie bereits erwähnt, befindet sich der Zuckerspeicher des Zuckerrohres in der Sprossachse, genauer gesagt in dessen Zentrum, dem Mark. Durch Züchtung wurde der Zuckergehalt gesteigert. Er liegt heute bei bis zu 20 %. Die Ernte erfolgt – je nach Anbauggebiet – 10 bis 24 Monate nach dem Pflanzen. Hauptproduzenten sind Brasilien und Indien. Mit deutlichem Abstand folgt China. Zuckerrohr ist – bezogen auf die Menge – der meistproduzierte Rohstoff. Es rangiert noch vor Mais und Reis.<sup>5</sup>

### 5.4 Pflegehinweise Zuckerrohr

Das Zuckerrohr aus der Grünen Schule wird mit einer Höhe von rund einem Meter ausgegeben. Dies hat praktische Gründe: Größere Pflanzen sind in Pkw oder öffentlichen Verkehrsmitteln nur schwer zu transportieren.

Der Umfang der Pflanze beträgt bei Auslieferung nur etwa einen bis zwei Zentimeter. Falls Ihre Pflanzen nicht groß genug sind, lassen Sie sie in der Schule weiterwachsen. Wenn Sie Pflanzen im Spätsommer und Herbst abholen, sollten sie in der Regel groß genug sein. Eine gute Nachricht: Zuckerrohr ist eine sehr zähe Pflanze. Sie wird also im Klassenzimmer eine Weile durchhalten. Um die Dauer zu verlängern, empfiehlt es sich, der Pflanze einen sehr hellen Standort, gleichmäßige Wärme (18-25 °C) und eine hohe Bodenfeuchtigkeit anzubieten. Zuckerrohr benötigt sehr viel Wasser. Ein Untersetzer, in dem sich Wasser sammeln kann, hilft.

Im Sommer muss die Pflanze außerdem einmal pro Woche mit Flüssigdünger für Topfpflanzen gedüngt werden. Eine gute Nachricht zum Schluss: Das Zuckerrohr kann im Sommer auch sehr gut nach draußen gepflanzt werden.



### 5.5 Zuckerrübe, *Beta vulgaris subsp. vulgaris var. altissima*

Die Zuckerrübe gehört zur Familie der Gänsefußgewächse (*Chenopodiaceae*) ebenso wie z. B. Rote Bete und Mangold. Sie ist eine zweijährige Pflanze.



**ABB. 55/56: LINKS:** Zuckerrübe **RECHTS:** Mangold  
[© Angela Jahns]



**ABB. 57:** Rote Bete [© pixabay]

**HINWEIS:** Bei den Pflanzen aus dem Abholprogramm handelt es sich um Rüben, die etwa ein Jahr alt sind. Die Zeitspanne für die Abholung ist Oktober bis einschließlich Januar. Abgeholte Rüben kühl und nicht zu trocken lagern. Sie vertragen keinen Frost. Nach Abholung bald verarbeiten, da die Rüben irgendwann schimmeln.

Im 1. Jahr bildet die Zuckerrübe eine Blattrosette sowie eine fleischige, weiße Rübe. Im 2. Jahr entwickelt sich ein verzweigter Blütenstand, der bis zu zwei Meter hoch werden kann.



**ABB. 58/59: LINKS:** Zuckerrübe im 1. Jahr in der Erde **RECHTS:** Zuckerrüben geerntet [© pixabay]

**HINWEIS:** Wer schon einmal Mangold ausgesät hat, wird sich vielleicht gewundert haben, warum aus einem ausgesäten Samen mehrere Keimlinge „herauskommen“. Die Antwort lautet: Es handelt sich nicht um einzelne Samen, sondern um einen Samenverbund, eine sogenannte Runkel.

Auf dem Feld erfolgt die Aussaat maschinell im März oder April. Sind die Wachstumsbedingungen gut, wachsen die Samen in rund 180 Tagen zu Rüben heran, die bis zu 1,5 Kilogramm wiegen.<sup>12</sup>

Hier das Dilemma, vor dem die Erzeuger:innen im Jahresverlauf stehen: Je länger die Rüben in der Erde bleiben und wachsen, desto höher der Ertrag. Je länger die Rüben im Boden bleiben, desto höher die Wahrscheinlichkeit, Ernteinbußen durch zu kalte Tagestemperaturen einzufahren.

In Abhängigkeit von der geografischen Lage des Ackers, auf dem die Rüben wachsen, dauert die Ernte in Mitteleuropa von Mitte September bis Ende Dezember. Die Schüler:innen recherchieren die Anbauggebiete.

Ebenso wie die Aussaat erfolgt die Ernte maschinell. Sogenannte „Rübenvollernter“ erledigen mehrere Arbeitsschritte. Sie schneiden die Blätter ab und heben die Rüben aus der Erde, reinigen sie grob und sammeln sie.



Die Blätter werden entweder gehäckselt und als Gründünger auf dem Feld zurückgelassen oder dienen als Viehfutter.

Die Rüben werden in eine Zuckerfabrik transportiert. Dort werden die Rüben gründlich gereinigt und zerkleinert. Die entstandenen Schnitzel sind 3-4 cm lang und 2-3 mm dick.

**HINWEIS:** *Das diesem Arbeitsschritt zugrunde liegende Prinzip heißt Oberflächenvergrößerung. Auf diesem Wege kann dem Gewebe mehr Zucker entzogen werden.*

Im nächsten Schritt wird den Schnitzeln der Zucker entzogen. Dazu werden sie mit reichlich heißem Wasser versetzt, sodass die Zellwände zerstört werden und der Zucker freigesetzt wird. Der entstandene Rohsaft hat noch nichts mit einem Stück Würfelzucker gemein. Er ist grau bis schwarz gefärbt und enthält etwa 15 % Zucker. Die Farbe wird von „Nichtzuckerstoffen“ hervorgerufen, der Saft von ihnen gereinigt. Der zurückbleibende Saft wird eingedampft. Durch Abkühlung wird die Kristallisation eingeleitet. In einem weiteren Schritt kann der Rohzucker gereinigt (raffiniert) werden. Das Produkt ist weißer Zucker.

## 5.6 Versuche mit Zuckerrüben

**ACHTUNG:** *Die dargestellten Versuche im Chemielabor durchführen. Informationen zu Gefahrstoffen auf den Chemikaliengefäßen unbedingt beachten!*

**ACHTUNG:** *Die Versuchsanleitungen wurden für die Grüne Schule zusammengestellt, sie wurden jedoch nicht erprobt. Falls Sie nach Erprobung der Versuche Fehler erkennen oder Verbesserungsvorschläge haben, freuen wir uns über Ihre Rückmeldung.*

**HINWEIS:** *Geräte, Material und Durchführung sind im Aufgabenteil für Schüler:innen (s. 5.13) aufgeführt.*

Auch in kleinem Maßstab, d. h. im schulischen Chemielabor, kann Saccharose aus Zuckerrüben extrahiert werden. Die ersten beiden Versuche beschreiben die Gewinnung von Zucker aus Zuckerrüben durch Auskochen oder Auspressen. Die Produkte dieser Versuche (Zuckerrübenschnitzel und Zuckerextrakt) nicht wegwerfen! Sie können in den darauffolgenden Nachweisreaktionen verwendet werden.

### Zuckergewinnung durch Auskochen oder Auspressen

Der Zucker – genauer gesagt die Saccharose, die in den Rüben enthalten ist – wird zunächst mit Wasser extrahiert. Die Rübenschnitzel werden mit einem Sieb aufgefangen. Vorhandene Verunreinigungen werden mithilfe von Aktivkohle adsorbiert. Durch das Verdunsten des Wassers aus der Zuckerlösung bleibt die Saccharose als kristallines Produkt zurück. (Dauer: ca. 30 min)

### Cellulose-Nachweis

Cellulose ist der Hauptbestandteil, die Gerüstsubstanz, pflanzlicher Zellwände. Anders als Stärke ist sie nicht spiralförmig aufgebaut, sondern eher flach. Der Nachweis erfolgt entweder mit Hilfe von Chlorzinkiod-Lösung (enthält den Gefahrstoff Zinkchlorid) oder Seeligers Reagenz (ohne Gefahrstoff). Beide Lösungen können vorbereitet werden.<sup>6</sup>

### Chlorzinkiod-Lösung

20 g Zinkchlorid und 6,5 g Kaliumiodid in 10,5 ml destilliertem Wasser lösen. Anschließend 0,5 g Iod hinzugeben und 15 Minuten schütteln. Falls notwendig die Lösung filtrieren. Cellulose zeigt sich je nach Sorte **braun bis blau bis violett** gefärbt.

### Seeligers Reagenz

0,1 g Iod und 0,5 g Kaliumiodid werden gemischt und in wenig destilliertem Wasser gelöst. In einem separaten Gefäß werden 30 g Calciumnitrat-Tetrahydrat in wenig destilliertem Wasser gelöst. Beide Lösungen werden anschließend gemischt und abschließend auf 25 ml aufgefüllt.



Cellulose zeigt sich **hellblau bis dunkelblau** gefärbt.

### Maltodextrin-Nachweis

Maltodextrine sind Vielfachzucker, wie z. B. auch Stärke. Anders als Stärke können Maltodextrine in Zuckerrüben nachgewiesen werden. In beiden Fällen wird Iod-Lösung als Nachweisreagenz genutzt. Stärke färbt sich in Gegenwart von Iod **tiefblau bis schwarz**, Maltodextrine nehmen eine **Braunfärbung** an.

**HINWEIS:** *Im Blindversuch wird Iod-Lösung in Wasser gegeben. Es entsteht eine Gelbfärbung. Im Zuckerrüben-Extrakt ist diese Färbung dunkler bis ins Braune. Um den Unterschied möglichst deutlich zu machen, halten Sie beide Lösungen vor einen weißen Hintergrund.*

**HINWEIS:** *Für den Vergleich kann Stärke in (rohen) Kartoffeln (auf einer Schnittfläche) nachgewiesen werden und/oder Maltodextrin in einer wässrigen Lösung von gekauftem Maltodextrin.*

### Protein-Nachweis

Zuckerrüben enthalten auch geringe Mengen an Proteinen. Diese bzw. die Aminosäuren darin können mit Ninhydrin nachgewiesen werden. In Anwesenheit von Ninhydrin färben sich Aminosäuren und auch kurzkettige Oligopeptide beim Erhitzen blau bis violett.<sup>7</sup>

**ACHTUNG:** *Ninhydrin ist gesundheitsschädlich (Xn).*

## 5.7 Photosyntheseprodukte von Zuckerrohr und Zuckerrübe – Aufgabenteil für Schüler:innen

„Süß“ ist eine unserer fünf Geschmacksempfindungen. Dazu kommen sauer, salzig, bitter und umami, was mit „herzhaft-würzig“ übersetzt werden kann.

**GUT ZU WISSEN:** *„Scharf“ hingegen ist keine Geschmacksempfindung, sondern ein Schmerzsignal unseres Körpers.*

Landläufig bezeichnen wir ein süß schmeckendes, kristallines Lebensmittel als „Zucker“. Du beschäftigst Dich im Folgenden mit Pflanzen, aus denen Zucker gewonnen wird. Wo werden sie angebaut? Welches Klima herrscht in den Anbauländern? Wie kommt der Zucker in die Pflanze? Wie kommt der Zucker in den Supermarkt? Und gibt es eigentlich gesunden Zucker?

## 5.8 Die Zuckerrohr-Pflanze

### Habitus von Zuckerrohr

- ✓ Beschreibe die Pflanze. Benenne ihre verschiedenen Teile. Wie hoch ist sie? Wie sehen ihre Blätter aus? Sind Blüten vorhanden?
- ✓ Dokumentiert gemeinsam über drei Monate hinweg einmal pro Woche die Höhe und den Umfang des wachsenden Zuckerrohrs.

### Vermehrung

**Material:** Pflanztöpfe gefüllt mit Blumenerde. Zuckerrohr. Sehr scharfes Messer. Die Sprossachse des Zuckerrohrs ist in Nodien und Internodien gegliedert.

**GLOSSAR:** *Nodium (Plural: Nodien) oder Knoten= knotig verdickte Bereiche einer Sprossachse. Internodium= Bereich zwischen den Nodien.*



Die Vermehrung von Zuckerrohr kann über Nodiumabschnitte erfolgen. Dazu macht der Mensch sich eine Besonderheit am Zuckerrohr zunutze. Oberhalb der Nodien sitzen Wurzelringe. Du kannst sie mit bloßem Auge nicht sehen. In diesen Zonen „schlummern“ die Anlagen für neue Wurzeln. Liegen die Wurzelringe knapp über dem Boden, wachsen die Wurzeln aus der Sprossachse heraus und in den Boden. Um das Zuckerrohr zu vermehren, schneidet Ihr etwa 2 cm oberhalb und unterhalb eines Nodiums durch die Sprossachse. Diese Nodiumabschnitte legt Ihr auf die Blumenerde, drückt sie vorsichtig an und wässert sie.

**TIPP:** Holzkohle oder Aktivkohle aus der Chemiesammlung im Mörser zu schwarzem Staub zermahlen. Wenn die frisch geschnittenen Enden der Zuckerrohrstücke in den Holzkohlestaub getunkt werden, dann schimmeln sie nicht so leicht.



**ABB. 60/61/62:** Vegetative Vermehrung des Zuckerrohrs über Sprossabschnitte

[© Roland Empen]

**HINWEIS:** Die Pflanzen aus dem Abholprogramm sind frei von Pflanzenschutzmitteln. Werft die Reste der Sprossachse also nicht weg, sondern kostet von dem Mark. Schmeckt es süß?

**HINWEIS:** Falls das Zuckerrohr aus dem Abholprogramm nicht für alle Schüler:innen reicht, schaut Euch im Asia-Supermarkt um, dort ist frisches Zuckerrohr erhältlich.

- ✓ Beobachtet über drei Monate hinweg, was sich an den Abschnitten verändert und dokumentiert Eure Ergebnisse z. B. mit Zeichnungen oder Fotografien, die Ihr durch eine kurze Beschreibung ergänzt. Wann könnt Ihr z. B. die ersten Wurzeln erkennen? Bildet sich eine Sprossachse?

### Anbauländer, Ernte und Transport

- ✓ Recherchiert! Wo wird Zuckerrohr angebaut? Auf welcher Gesamtfläche wird Zuckerrohr angebaut? Welches Klima herrscht in den Ländern? Welches Land ist der Top-Produzent von Zuckerrohr? Präsentiert Eure Ergebnisse der Klasse!
- ✓ Wie wird Zuckerrohr im jeweiligen Anbauland geerntet? Wer führt die Ernte durch? Wo wird die Ernte weiterverarbeitet? Über welche Transportwege gelangt „Zucker“ nach Deutschland?

## 5.9 Die Zuckerrüben-Pflanze

### Habitus der Zuckerrübe

- ✓ Beschreibe die Pflanze. Benenne ihre Bestandteile. Wie hoch ist sie? Wie sehen ihre Blätter aus? Sind Blüten vorhanden?

### Anbauländer, Ernte und Transport

- ✓ Wo wird die Zuckerrübe angebaut? Auf welcher Gesamtfläche werden Zuckerrüben angebaut? Welches Klima herrscht in den Ländern? Welches Land ist der Top-Produzent von Zuckerrüben?
- ✓ Wie werden Zuckerrüben in ihren jeweiligen Anbauländern geerntet? Wer führt die Ernte durch? Wo wird die Ernte weiterverarbeitet? Über welche Transportwege gelangt „Zucker“ nach Deutschland?



## 5.10 Photosynthese und Atmung

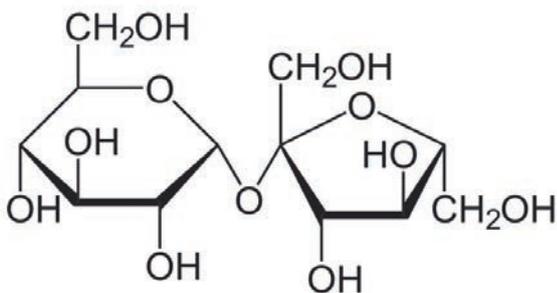
Zucker – genauer gesagt Glukose oder auch Traubenzucker – ist, neben Sauerstoff, Produkt der Photosynthese.



**ABB. 63:** Photosynthesegleichung kurz und knapp [© Janine Peikert]

- ✓ Welche Bedeutung hat dieser pflanzliche Stoffwechselfvorgang für das Leben auf der Erde?

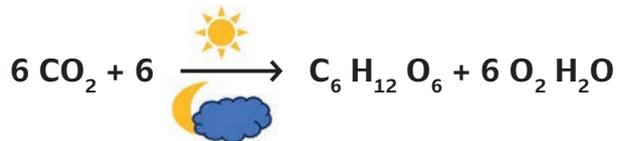
Zucker – genauer gesagt Saccharose oder auch Haushaltszucker – ist ein Molekül, in dem Pflanzen Energie speichern. Dieser Zucker- bzw. Energiespeicher besteht aus einem Glukose- und einem Fruktosemolekül. Fruktose wird umgangssprachlich auch als Fruchtzucker bezeichnet. Pflanzen und Tiere können Glukose in Fruktose umwandeln und umgekehrt.



**ABB. 64:** Saccharose **LINKS:** Glucose **RECHTS:** Fructose [© wikipedia Von NEUROtiker – Eigenes Werk, Gemeinfrei; <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2951918>]

- ✓ Wo liegt der Zuckerspeicher – vergleichbar einer Vorratskammer – im Zuckerrohr bzw. in der Zuckerrübe? Wofür benötigt eine Pflanze diese Speicher? Diskutiert und begründet Eure Vermutungen.

Tagsüber nimmt die Pflanze Kohlenstoffdioxid und Wasser auf und macht daraus unter Einfluss von Lichtenergie Sauerstoff und Glukose.



**ABB. 65:** Photosynthese und Atmung [© Janine Peikert]

- ✓ Was passiert, wenn die Gleichung in die andere Richtung abläuft? Welche Bedeutung hat dies für die Pflanze?
- ✓ Was passiert, wenn die Pflanze geerntet wurde? Welche Auswirkungen hat dies auf den Zuckergehalt der Ernte oder anders formuliert: auf die Qualität und damit den Preis der Rohstoffe?

## 5.11 Rohstoff und Produkte

- ✓ **Recherche im Supermarkt:** Bildet Gruppen und recherchiert, wie viele Zucker-Sorten in den Regalen stehen. Wofür werden die verschiedenen Zucker-Sorten verwendet? Wodurch unterscheiden sich diese – abgesehen vom Preis? Könnt Ihr herausfinden, aus welcher Pflanze der Zucker gewonnen wurde und wo diese angebaut wurde?

**HINWEIS:** Um Missverständnissen im Supermarkt vorzubeugen, kündigt Euer Vorhaben bei einem Mitarbeitenden des Marktes an.

Welchen Nährwert [kcal] haben die gefundenen Produkte? Gibt es gesunden Zucker? Wofür werden die verschiedenen Zuckersorten verwendet?



## Produktion und Qualität

- ✓ Wie Du bereits weißt, ist der Zucker in unterschiedlichen Pflanzenteilen gespeichert. Teilt die Klasse in zwei Gruppen: die eine recherchiert, wie der Zucker aus Zuckerrohr extrahiert wird, die andere beschäftigt sich mit dem Vorgang bei der Zuckerrübe. Gibt es Abfallprodukte? Wie hoch ist der Wasser- und Energieeinsatz? Tragt Eure Ergebnisse in der Gruppe zusammen und vergleicht sie mit der anderen Gruppe.
- ✓ Wodurch unterscheiden sich Rohrzucker, raffinierter Zucker, Rübenzucker und Rohrohrzucker?
- ✓ Welche Bedeutung hat pflanzliche Atmung auf die Qualität von Zuckerrohr und -rübe nach der Ernte und damit für die Produktion?

## 5.12 Gesellschaftliche Relevanz – was geht mich das an?

Ihr habt jede Menge über die Pflanzen erfahren, aus denen unser Haushaltszucker gewonnen wird, wo sie angebaut und weiterverarbeitet werden.

- ✓ Mit Eurem Wissen im Hinterkopf: Diskutiert in der Klasse die Frage, welcher Zucker der Bessere ist, und warum?

## 5.13 Versuche mit Zuckerrüben

**HINWEIS:** Informationen zu Gefahrstoffen auf den Chemikaliengefäßen unbedingt beachten!

**HINWEIS:** Bevor Du mit den Versuchen beginnst, lies die Anleitung komplett durch und stelle ggf. Fragen!

### Zuckergewinnung durch Auskochen

**Geräte:** Becherglas (600 ml und 250 ml), Messer, Kartoffelreibe, Rührstab aus Glas, Sieb, Reagenzgläser, Filtriervorrichtung, Wasserbad, Dreifuß, Bunsenbrenner

**Materialien:** frische Zuckerrübe, Aktivkohle, Wasser

- ✓ **Durchführung:** Schäle und zerkleinere die Zuckerrübe mit Messer und Kartoffelreibe. Bringe 150 ml Wasser im größeren Becherglas zum Kochen. Füge anschließend so viele Rübenschnitzel hinzu, dass sie knapp mit Wasser bedeckt sind. Lauge die Rübenschnitzel anschließend 5 Minuten lang in kochendem Wasser aus. Trenne dann die Rübenschnitzel mit einem Sieb ab. Der Saft wird in dem kleineren Becherglas auf einem Wasserbad unter ständigem Rühren zu einem Sirup eingedickt. Dieser enthält noch viele Verunreinigungen. Eine Probe des Sirups wird in einem Reagenzglas mit Wasser verdünnt, mit Aktivkohle ausgeschüttelt und dann in ein zweites Reagenzglas filtriert. Das Filtrat wird wieder im Wasserbad eingedickt und schließlich an der Luft getrocknet. Nach 1-2 Tagen kristallisiert der gereinigte, weiße Zucker aus.



## Zuckergewinnung durch Auspressen

**Materialien:** Zuckerrübe, Kartoffelreibe, Geschirrhandtuch, Auffanggefäß

- ✓ **Durchführung:** Zerkleinere ein Stück Zuckerrübe mit der Kartoffelreibe. Lege die Rübenschnitzel auf ein Geschirrtuch und wickele sie fest ein. Drücke oder schlage vorsichtig mit dem Gummihammer darauf. Fange den Saft in einer flachen Schale auf und koste. Lass den Saft an einem warmen Ort so lange stehen, bis die Flüssigkeit verdunstet ist.

## Cellulose-Nachweis

**Materialien:** ausgekochte Zuckerrübenschnitzel (s. o.), Chlorzinkiod-Lösung, Rollrandglas, Pipette

- ✓ **Durchführung:** Lege einige Zuckerrübenschnitzel in ein Rollrandglas und bedecke sie mit wenig Wasser. Fülle ebenfalls wenig Wasser in ein zweites Rollrandglas. Das ist die Blindprobe. Gib anschließend in beide Gläser dieselbe Anzahl an Tropfen Chlorzinkiod-Lösung und warte einige Minuten.

- ✓ Was beobachtest Du?

**HINWEIS:** Chlorzinkiod-Lösung ist ein Reagenz, das Cellulose durch eine Farbreaktion nachweist. Je nach verwendeter Cellulose kann die Färbung violett oder braun ausfallen.

## Maltodextrin-Nachweis

**Materialien:** Zuckerrüben-Extrakt, Iod-Kaliumiodid-Lösung (1 % Iod), Rollrandglas

- ✓ **Durchführung:** Fülle in zwei Rollrandgläser jeweils dasselbe Volumen von 1) destilliertem Wasser (Blindprobe) und 2) Zuckerrüben-Extrakt. Füge anschließend beiden Gläsern dieselbe Tropfenzahl Iod-Kaliumiodid-Lösung hinzu.

- ✓ Was beobachtest Du?

**HINWEIS:** Maltodextrin nimmt mit Iod-Lösung eine intensive Braunfärbung an.

## Eiweiß-Nachweis

**Materialien:** Zuckerrüben-Extrakt, Reagenzglas mit Reagenzglashalter, Bunsenbrenner, Ninhydrin (Xn), Spatel

- ✓ **Durchführung:** Fülle jeweils ein Reagenzglas etwa 2 cm hoch mit Zuckerrüben-Extrakt, das andere mit Wasser (Blindprobe). Füge anschließend jedem Reagenzglas eine Spatelspitze Ninhydrin und 2 Siedesteinchen hinzu und erhitze die Lösungen über dem Bunsenbrenner vorsichtig bis zum Sieden.

- ✓ Was beobachtest Du?

**HINWEIS:** Ninhydrin kann in Wasser gelöste Aminosäuren oder kurzkettige Eiweiße beim Erhitzen durch eine Blau- oder Violett-Färbung nachweisen.<sup>13</sup>



## 6. Quellen

### 6.1 Baumwolle

#### Allgemeines Lehrbuch zum Thema:

Lieberei R., Reisdorff, C. Nutzpflanzenkunde. Thieme Verlag. ISBN: 3-13-530407-8

**1** wikipedia.org; Artikel: Baumwolle  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Baumwolle#Kulturbaumwollarten>

**2** <https://sanvt.com/de/blogs/journal/fast-fashion-explained-meaning-and-history>

**3** [https://www.greenpeace.de/publikationen/20151123\\_greenpeace\\_modekonsum\\_flyer.pdf](https://www.greenpeace.de/publikationen/20151123_greenpeace_modekonsum_flyer.pdf)

**4** Die Zitate stammen aus der Sendereihe Re: von arte. Der Titel der Folge lautet „Fast Fashion in der Wüste“.

### 6.2 Erdnuss

#### Allgemeines Lehrbuch zum Thema:

Lieberei R., Reisdorff, C. Nutzpflanzenkunde. Thieme Verlag. ISBN: 3-13-530407-8

Jonas, Iris: „Erdnuss“. Zweiseitiges Manuskript für die Grüne Schule im Botanischen Garten der Uni Hamburg. (2000)

**5** <https://www.unicef.de/informieren/projekte/einsatzbereiche-110796/mangeler-naehrung-111224/erdnusspaste-rettet-leben/12024>

**6** [https://www.unicef.de/\\_cae/resource/blob/62820/bd01be375f5d-5c465e885a2d3860c068/unicef-az-hoffnung-105x148-x3-data.pdf](https://www.unicef.de/_cae/resource/blob/62820/bd01be375f5d-5c465e885a2d3860c068/unicef-az-hoffnung-105x148-x3-data.pdf)

**7** <https://www.diestadtgaertner.de/products/saatgut-erdnuss>

**8** <https://www.einfachbacken.de/rezepte/erdnussbutter-selber-machen-das-10-minuten-grundrezept>

### 6.3 Kakao und Kaffee

#### Allgemeines Lehrbuch zum Thema:

Lieberei R., Reisdorff, C. Nutzpflanzenkunde. Thieme Verlag. ISBN: 3-13-530407-8

**9** <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109106>

**10** <https://www.bmz.de/de/service/lexikon/globaler-sueden-norden-147314>

**Quelle Abb. 30:** <https://www.deutschland-funkkultur.de/kakaoanbau-in-der-elfenbeinkueste-wo-schokolade-nicht-100.html> (Bild: Haufenfermentation)

### 6.4 Zuckerrohr und Zuckerrübe

#### Allgemeines Lehrbuch zum Thema:

Lieberei R., Reisdorff, C. Nutzpflanzenkunde. Thieme Verlag. ISBN: 3-13-530407-8

**11** <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/175483/umfrage/pro-kopf-verbrauch-von-zucker-in-deutschland/>

**12** Wirtschaftliche Vereinigung Zucker: Die Zuckerrübe, Sachinformationen.

**13** <https://www.chemie.de/lexikon/Ninhydrin.html>



## Gesammeltes Glossar

**Habitus**= Aussehen, Erscheinungsbild, ähnlich einem Porträt oder Selfie.

**Morphologisch**= die äußere Gestalt, Form, den Bau betreffend.

**Karpophore** sind besondere Strukturen an einer Pflanze. Sie entwickeln sich nach erfolgreicher Befruchtung der Blüte. In der Spitze dieser lang auswachsenden Struktur befindet sich die junge Frucht, die wiederum den Samen samt Embryo enthält. Die Karpophore wachsen an der Erdoberfläche und dringen in den Boden ein, wo die Frucht wächst und reift.

Als **Monokultur** wird eine Form der Landwirtschaft bezeichnet, in der über mehrere Jahre hinweg auf demselben Feld dieselbe Pflanzenart angebaut wird.

**Adstringierend**= zusammenziehend. Das Mundgefühl, das entsteht, wenn Du auf die Schale einer unreifen Banane beißt.

**Kauliflorie**= Blüten und damit auch Früchte wachsen direkt am Stamm.

**Ramiflorie**= Blüten und damit auch Früchte wachsen an dickeren Seitenästen.

**Globaler Süden und Globaler Norden**= Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung definiert die Begriffe wie folgt: „Die Bezeichnungen sollen die Situation von Ländern in der globalisierten Welt möglichst wert- und hierarchiefrei beschreiben. In diesem Sinne ist ein Land des Globalen Südens ein politisch, wirtschaftlich oder gesellschaftlich benachteiligter Staat. Die Länder des Globalen Nordens befinden sich dagegen in einer privilegierten Position, was Wohlstand, politische Freiheit und wirtschaftliche Entwicklung angeht. Damit sollen auch die Ungleichheit und die dadurch bedingten Abhängigkeitsverhältnisse herausgestellt werden.“

**Nodium oder Knoten**= knotig verdickte Bereiche einer Sprossachse.

**Internodium**= Bereich zwischen den Nodien.

### Abbildungsnachweise

Diverse Fotos: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com); lizenzfrei  
Fotos und Abbildungen aus dem Kreise der Herausgeber, ihrer Kollegen und der Autorin von (Zuordnung im Text bei den Abbildungen): Thea Lautenschläger, Christoph Neinhuis, Janine Peikert, Angela Jahns, Roland Empen.

### Grafiken Pflanzen:

Baumwolle: [Vecteezy.com](http://Vecteezy.com) | Erdnuss: [Vecteezy.com](http://Vecteezy.com) (Timplaru Emil) | Kaffeebohne: Alexander Lesnitsky auf [pixabay.com](http://pixabay.com) | Kaffeepflanzen: [Vecteezy.com](http://Vecteezy.com) (Gerardo Giuseppe Ramos Granada) | Kakao: [Vecteezy.com](http://Vecteezy.com) (Enaldi Hamid) | Zuckerrohr: [Vecteezy.com](http://Vecteezy.com) (Arya bima santoso putra) | Zuckerrübe: [www.freepik.com](http://www.freepik.com); Designed by [brgfx](http://brgfx) | Shirt: Jeff Burroughs auf [pixabay.com](http://pixabay.com)

### Weitere Bildquellen:

[deutschlandfunkkultur.de](http://deutschlandfunkkultur.de)  
[commons.wikimedia.org](http://commons.wikimedia.org) (gemeinfrei)







