

DIE WELT DER **CAROTINOIDE:** Farben, Lebensmittel und Gesundheit

CaRed (Spanisches Netzwerk der Carotinoide)
facebook.com/carotenoid
<https://departamento.us.es/dgenetica/CaRed/Home.html>



CaRed

DIE WELT DER CAROTINOIDE: Farben, Lebensmittel und Gesundheit



Spanisches Netzwerk der Carotinoide
www.facebook.com/carotenoid
[https://departamento.us.es/dgenetica/
CaRed/Home.html](https://departamento.us.es/dgenetica/CaRed/Home.html)

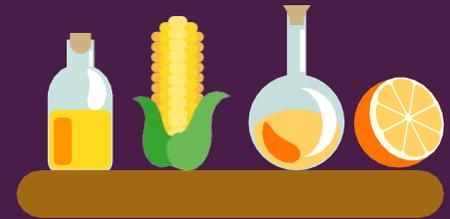
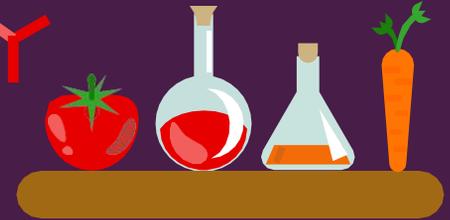
WAS SIND CAROTINOIDE?

Die Carotinoide sind eine Gruppe von natürlichen Pigmenten. Ihre charakteristischen Farben reichen von Rot bis Gelb, über viele Zwischentöne gehend. Ihr Name kommt davon, dass sie zum ersten Mal in einer Karotte entdeckt wurden, dessen wissenschaftlicher Name *Daucus carota* ist.

Hallo! Ich bin Charlotte und ich werde dir die farbenfrohe Welt der Carotinoide zeigen.



In der Natur wurden hunderte verschiedene Carotinoide entdeckt. Einige der am häufigsten vorkommenden Carotinoide geben beispielsweise Tomaten ihre rote Farbe (Lycopin), Karotten ihre orangene Farbe (Beta-Carotin) und Mais ihre gelbe Farbe (Lutein und Zeaxanthin).

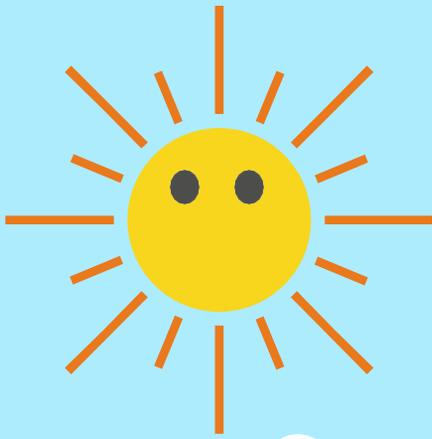


Die Carotinoide werden für die Fotosynthese gebraucht. Diese ist entscheidend für das Leben auf unserem Planeten. Weißt du warum?

PFLANZEN LEBEN GEFÄHRLICH

Pflanzen nutzen die Energie der Sonne, um Nährstoffe, Heilmittel gegen Krankheiten, Holz und vieles mehr zu produzieren.



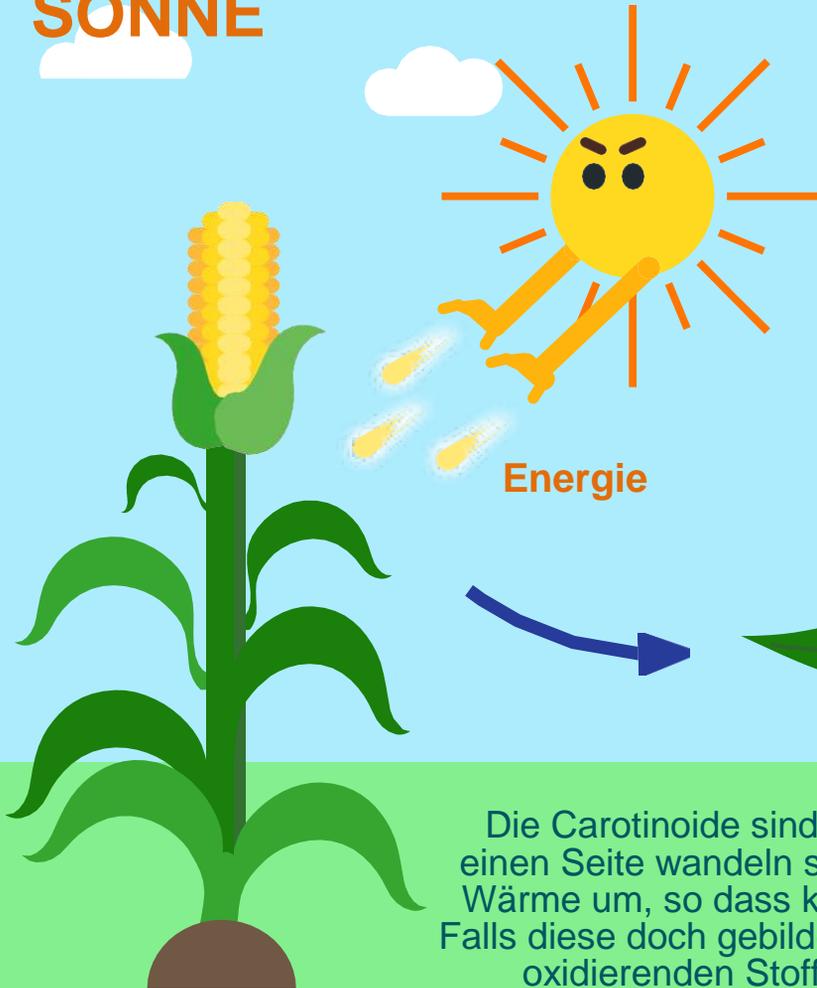


Die Mehrheit des Lebens auf unserem Planeten ist abhängig von der Fotosynthese, welche das Wachstum von Pflanzen durch Sonnenenergie ermöglicht. Pflanzen bilden die Grundlage der Nahrungskette von der sich Insekten, Pflanzenfresser und Raubtiere ernähren. Pflanzen, die wir anbauen, ernähren auch uns und unsere Nutztiere.



Zur Gefahr, gefressen zu werden, ohne wegrennen zu können, kommt noch dazu, dass Pflanzen unsichtbaren Feinden ausgesetzt sind, da sie in der Sonne leben. Willst du wissen welche das sind?

CAROTINOIDE BESCHÜTZEN VOR DER SONNE



Die Fotosynthese ermöglicht es den Pflanzen, Sauerstoff (O_2) und Zucker ($(CH_2O)_n$) aus Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) herzustellen. Dabei nutzen sie als Energie das Sonnenlicht, welches über die Chlorophylle eingefangen wird. Ist die Sonnenenergie aber sehr stark, kann die Mischung aus Chlorophyll und Sauerstoff sehr gefährliche oxidierende Produkte produzieren.

Die Carotinoide sind essenziell als Sonnenschutz. Auf der einen Seite wandeln sie die überschüssige Sonnenenergie in Wärme um, so dass keine schädlichen Oxidanten entstehen. Falls diese doch gebildet werden, neutralisieren Carotinoide die oxidierenden Stoffe, und verhindern so ihre toxischen Eigenschaften.

Wasser

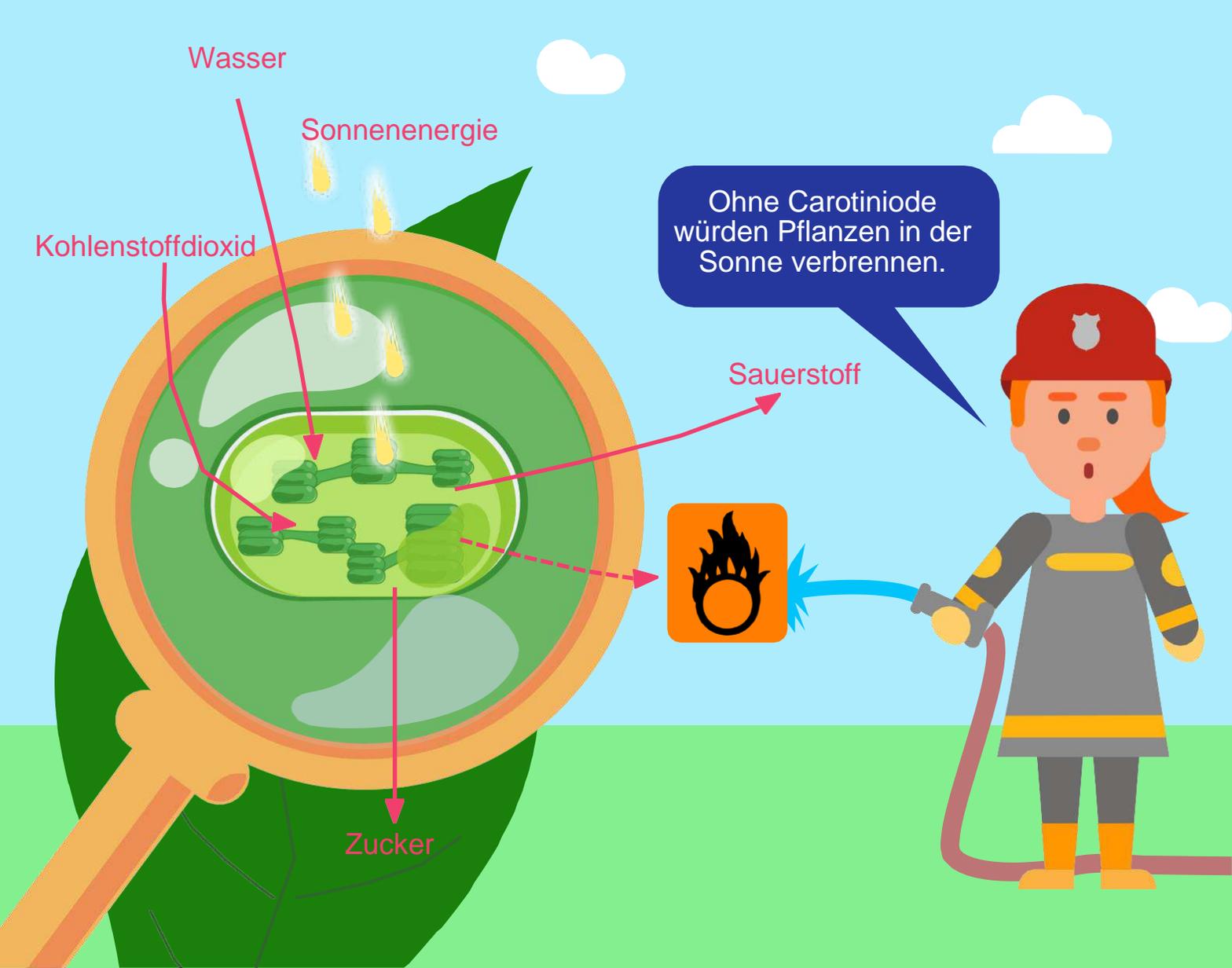
Sonnenenergie

Kohlenstoffdioxid

Ohne Carotinoide
würden Pflanzen in der
Sonne verbrennen.

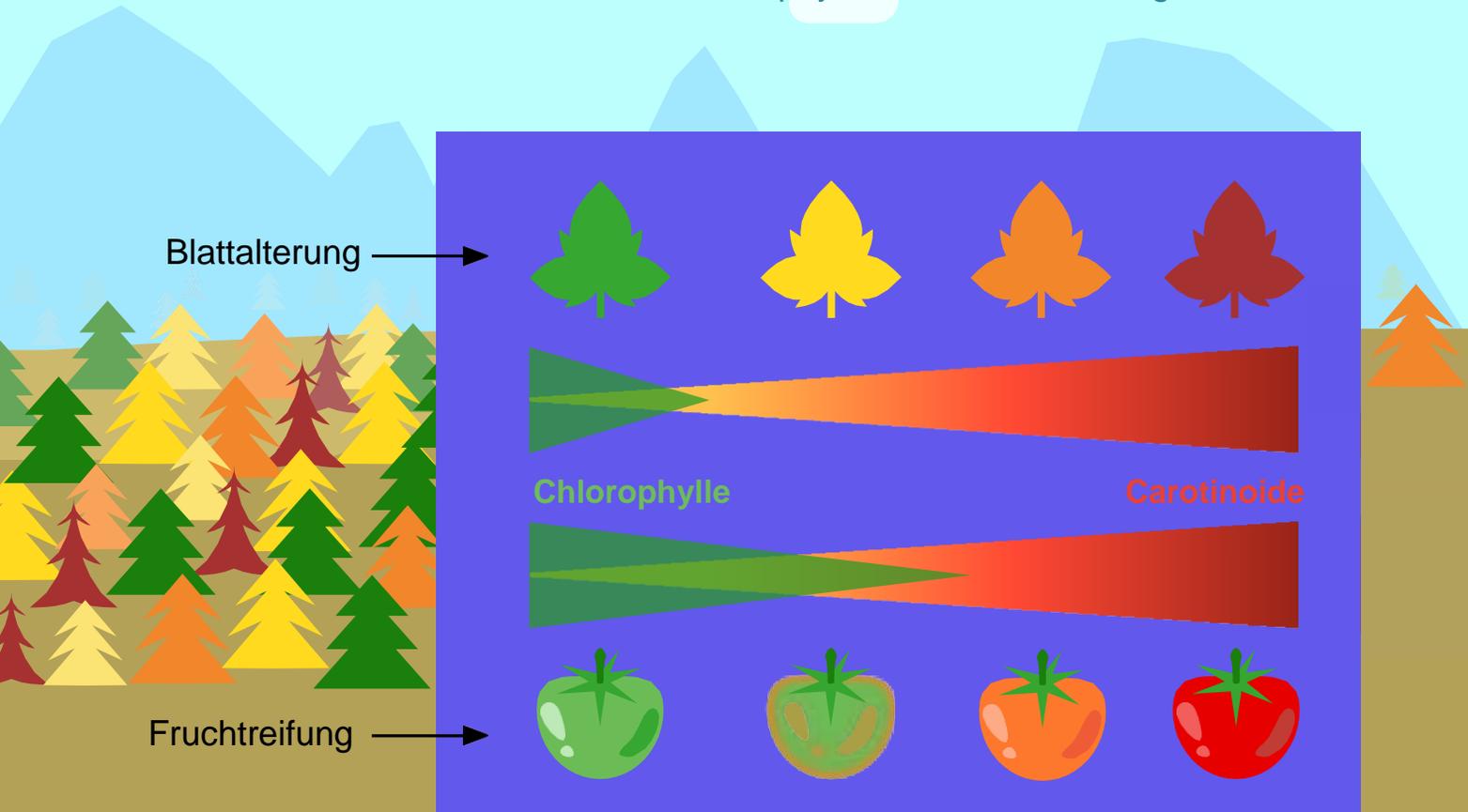
Sauerstoff

Zucker

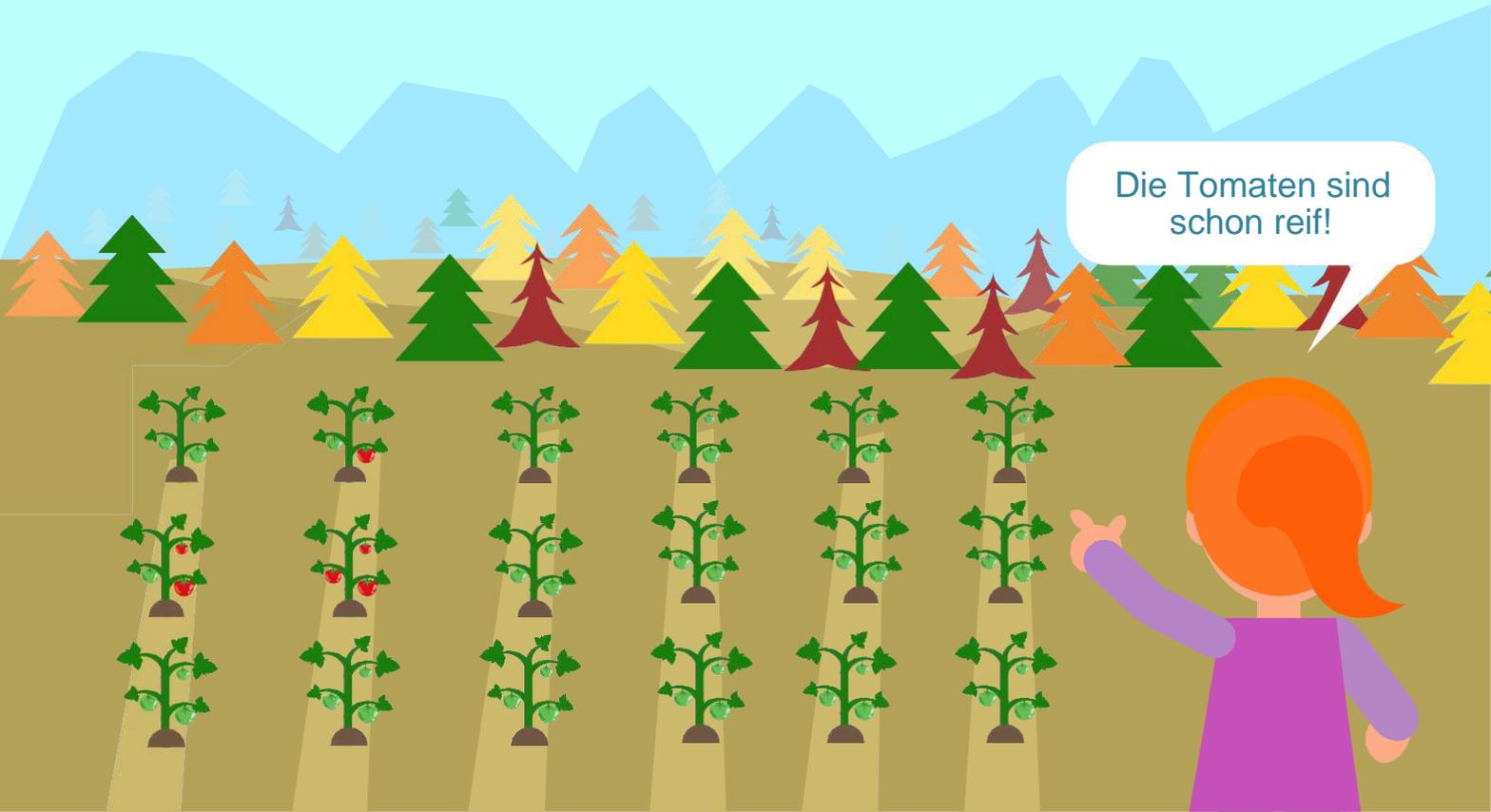


CAROTINOIDE GEBEN FARBE

Für die Fotosynthese wird Chlorophyll benötigt, welches Pflanzen ihre grüne Farbe gibt. Erst wenn das Chlorophyll entfernt wird, werden die Farben der Carotinoide sichtbar. Das passiert im Herbst, wenn manche Bäume ihre Blätter verlieren. In diesem Fall wird das Chlorophyll, in den Blättern, abgebaut.



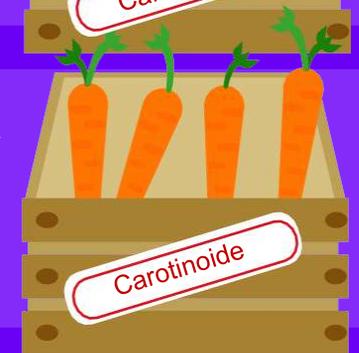
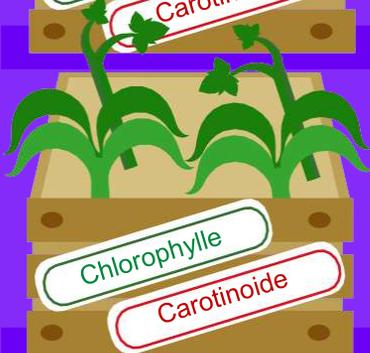
Chlorophyll zerfällt auch während dem Reifungsprozess von vielen Früchten. Deshalb kann man die gelben, orangenen und roten Farben der Carotinoide sehr gut in reifen Früchten erkennen. Diese Farben, gemeinsam mit Aromen (die durch den Bruch mancher Carotinoide entstehen) informieren Tiere, wenn die Früchte bereit sind gegessen zu werden (damit die darin enthaltenen Samen verteilt werden können).
Und uns informieren sie auch!



Die Tomaten sind schon reif!

NICHT ALLES, WAS GLÄNZT, IST GOLD

Gemüse und unreife Früchte enthalten Carotinoiden, aber wir können sie nicht sehen, da sie von Chlorophyll überdeckt werden. Außer Chlorophylle und Carotinoide hat die Natur noch andere Möglichkeiten, Pflanzen Farben zu geben...



Manches Obst und Gemüse, das rot (wie Erdbeeren, Kirschen und Granatäpfel) oder lila (Trauben, Pflaumen, Auberginen, rote Bete, usw.) gefärbt ist, verdanken ihre Farbe anderen natürlichen Pigmenten, wie Anthocyane und Betalaine.

Enthält deine Lieblingsfrucht Carotinoide?



Andere Pigmente



Andere Pigmente



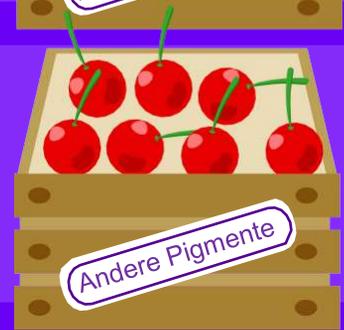
Andere Pigmente



Andere Pigmente



Andere Pigmente



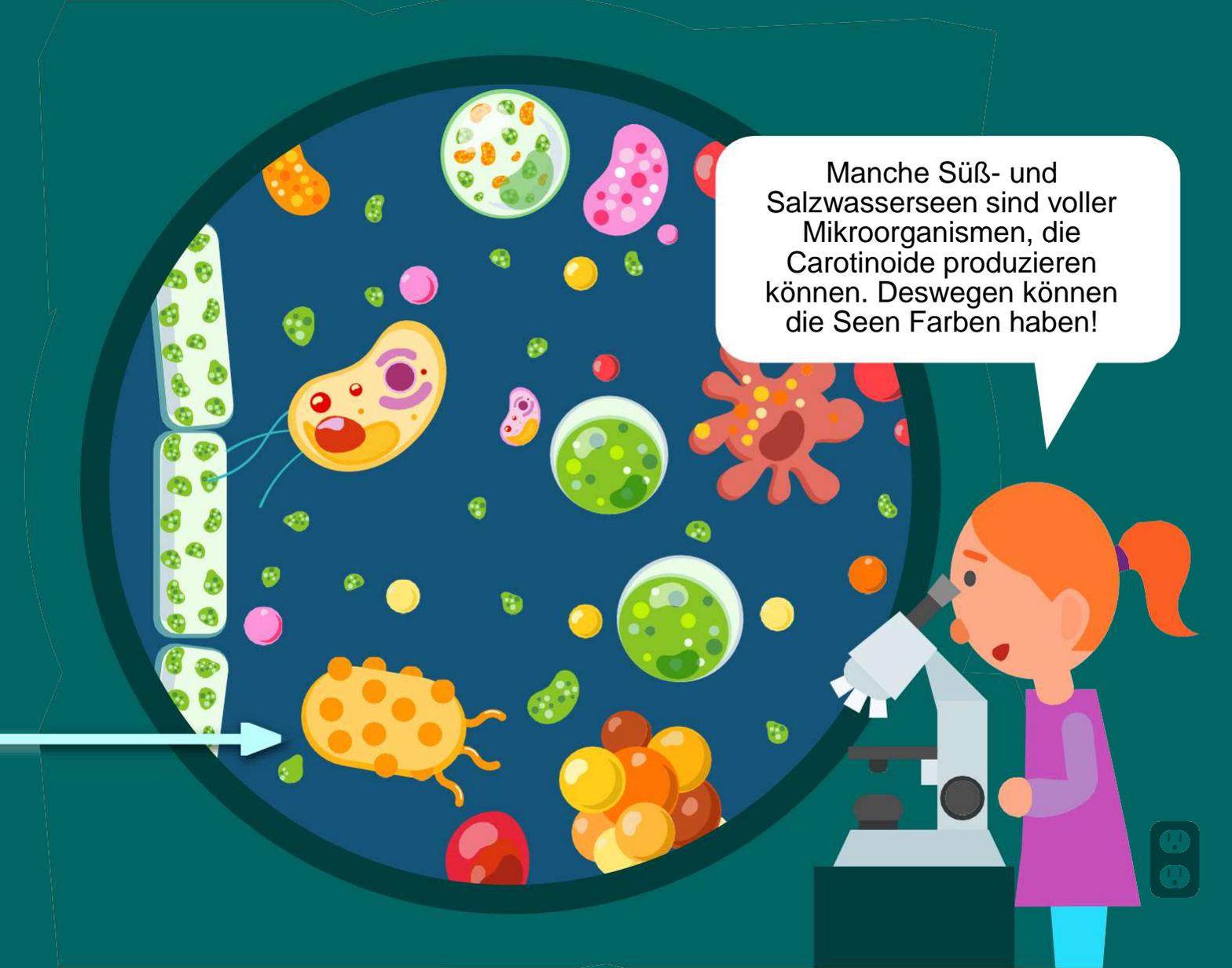
Andere Pigmente

MIKROORGANISMEN PRODUZIEREN AUCH CAROTINOIDE

Alle Organismen, die Fotosynthese betreiben, stellen Caroninoide her. Auch manche Lebewesen, die keine Fotosynthese betreiben, können Carotinoide herstellen, wie beispielsweise Bakterien und Pilze.

Die Mikroorganismen, die als Lebensgrundlage für Garnelen, Lachs oder Flamingos dienen, geben ihnen auch ihre charakteristische rosa Farbe.





Manche Süß- und
Salzwasserseen sind voller
Mikroorganismen, die
Carotinoide produzieren
können. Deswegen können
die Seen Farben haben!



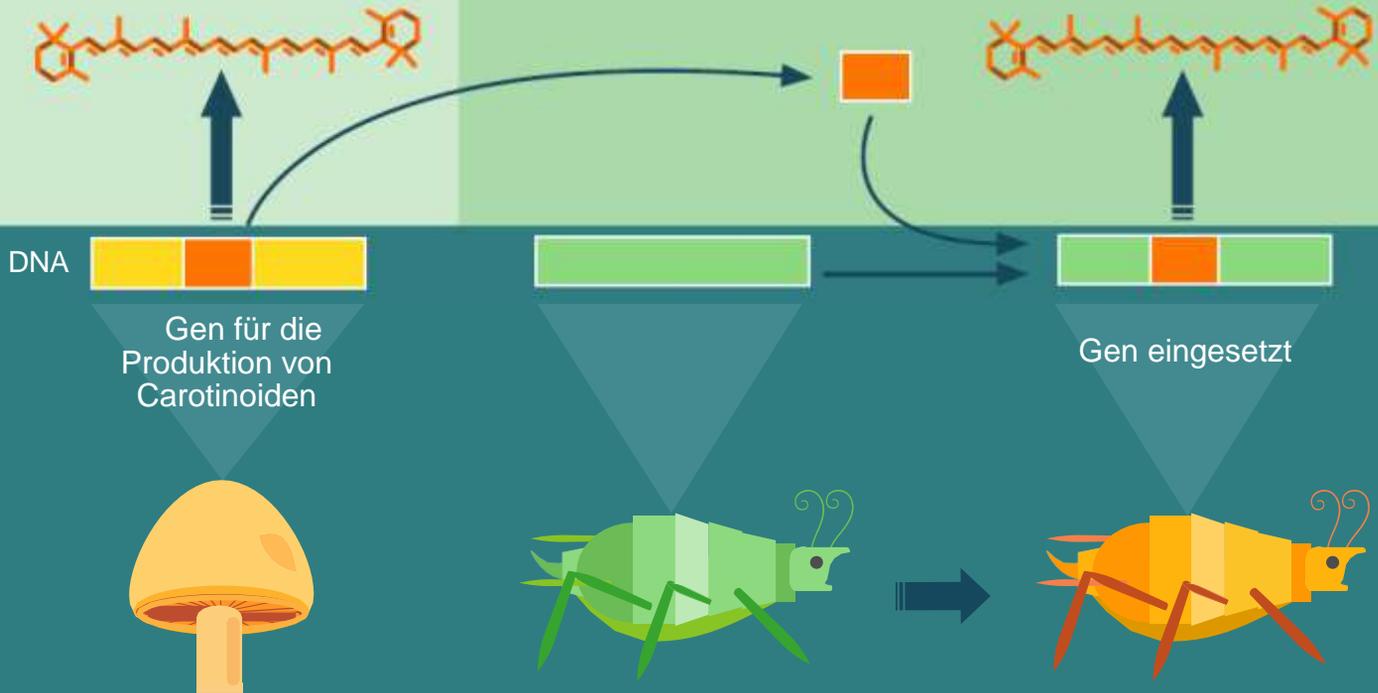
TIERE PRODUZIEREN KEINE CAROTINOIDE... MIT WENIGEN AUSNAHMEN

Wie wir, können die meisten Tiere keine Carotinoide produzieren, sondern nehmen diese durch die Nahrung auf. Die, von Carotinoide kommenden, Farben von vielen Fischen und Vögeln können ein Zeichen für gute Ernährung und Gesundheit sein. Dies hilft ihnen einen Partner zu finden.

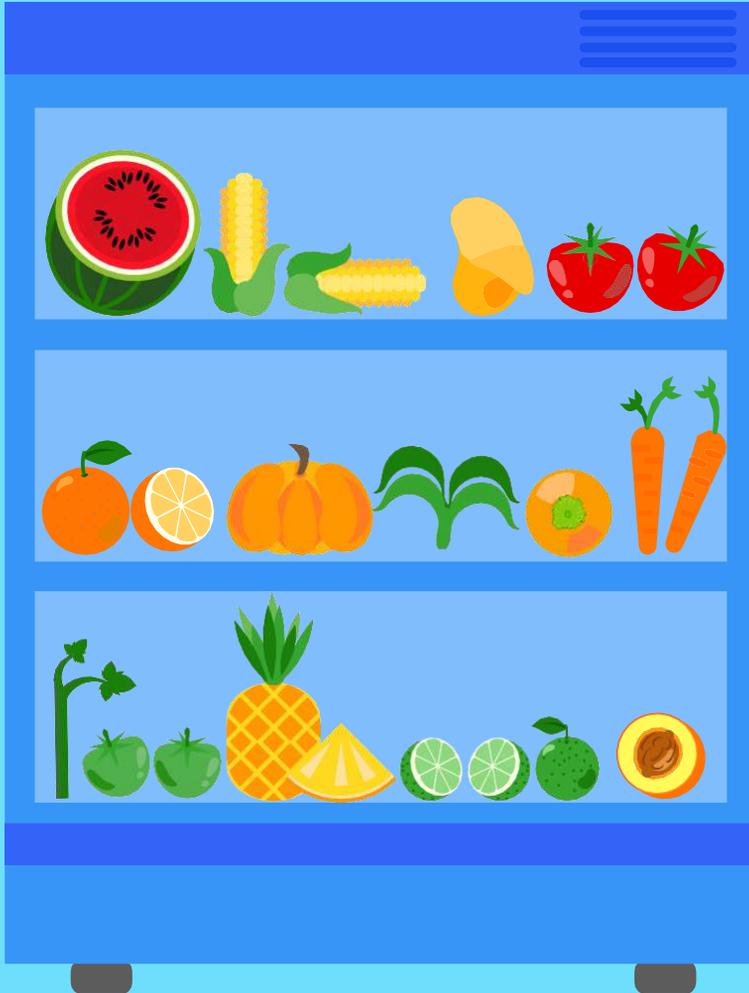
Ich liebe die Farbe, die meine Haustiere bekommen, wenn ich ihnen Futter mit viel Carotinoiden gebe!



Manche Blattläuse, Milben und Insekten produzieren ihre eigenen Carotinoide. Dabei nutzen sie Gene von Pilzen, die sie in ihr eigenes Genom, durch einen Prozess der horizontalen Gentransfer genannt wird, eingebaut haben. Diese könnten demnach, als natürliche transgene Tiere bezeichnet werden.



DIE INDUSTRIE DER CAROTINOIDE



Die Eigenschaften von Carotinoiden als natürliche Farbstoffe bedeuten, dass sie in der Lebensmittelindustrie oft benutzt werden. Carotinoide, die über eine chemische Synthese gewonnen oder aus natürlichen Quellen isoliert wurden, werden als Farbstoffe in Lebensmittel und Getränken genutzt. Sie werden aber auch zu Hühner- und Lachsfutter dazugegeben, um die Farbe des Fleisches zu verbessern. Carotinoide werden auch als Nahrungsergänzungsmittel und in der Kosmetikindustrie genutzt.

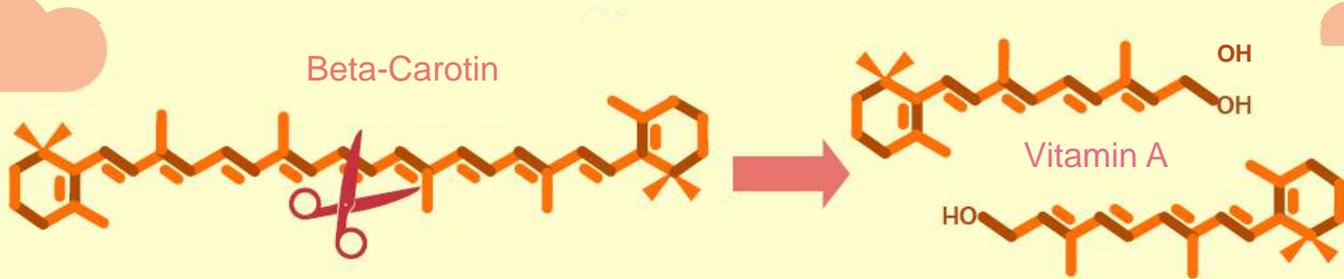
Es ist sehr einfach, im Supermarkt Carotinoide zu finden!



Carotinoide sehen nicht nur gut aus, sie sind auch gesund. Vor allem wenn sie direkt aus Lebensmitteln aufgenommen werden. Willst du wissen warum?

NUTZEN IN ERNÄHRUNG UND GESUNDHEIT

Carotinoide sind ein wichtiger Teil unserer Ernährung, da manche von ihnen, wie Beta-Carotin, in unserem Körper zu Vitamin A und anderen Stoffen, Retinoide genannt, umgewandelt werden können.



Vitamin A und Retinoide sind essenziell für unsere Augen: sie halten unsere Abwehrmechanismen aktiv, helfen bei der Fortpflanzung und bei der Kommunikation zwischen Zellen. Zudem sind viele Carotinoide Antioxidanten und aktivieren verschiedene Prozesse in unseren Zellen, die die Wahrscheinlichkeiten für Krankheiten, wie Fettleibigkeit oder Diabetes verringern.



Deswegen ist eine Ernährung mit viel Carotinoiden, welche durch Essen viel Obst und Gemüse erreicht wird, fundamental für unsere Ernährung und Gesundheit.

Ein Mangel an Vitamin A ist in entwickelten Ländern selten, aber es bleibt ein Problem in vielen armen Ländern in Afrika, Amerika und Asien. Jedes Jahr werden hunderttausende Kinder in diesen Ländern blind oder schutzlos gegen Krankheiten, da sie nicht genügend Carotinoide in ihrer Nahrung konsumieren.



Ein Weg gegen den Vitamin A Mangel in diesen Ländern vorzugehen, wäre die Menge der Carotinoide in ihren Lebensmitteln zu erhöhen.
Willst du wissen, wie das geht?

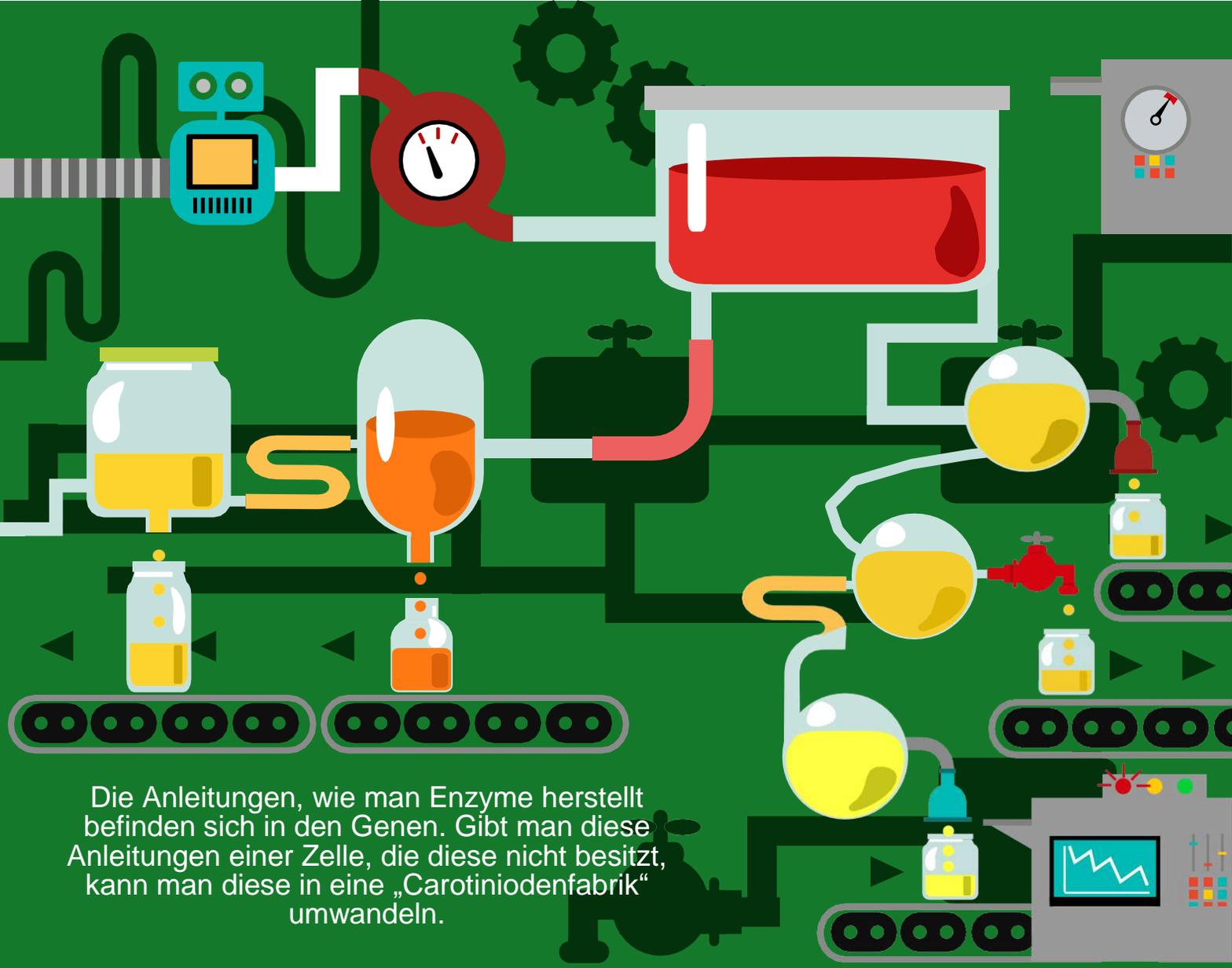


WIE WERDEN CAROTINIODEN HERGESTELLT?



Heute werden wir einen Produktionsrekord aufstellen!

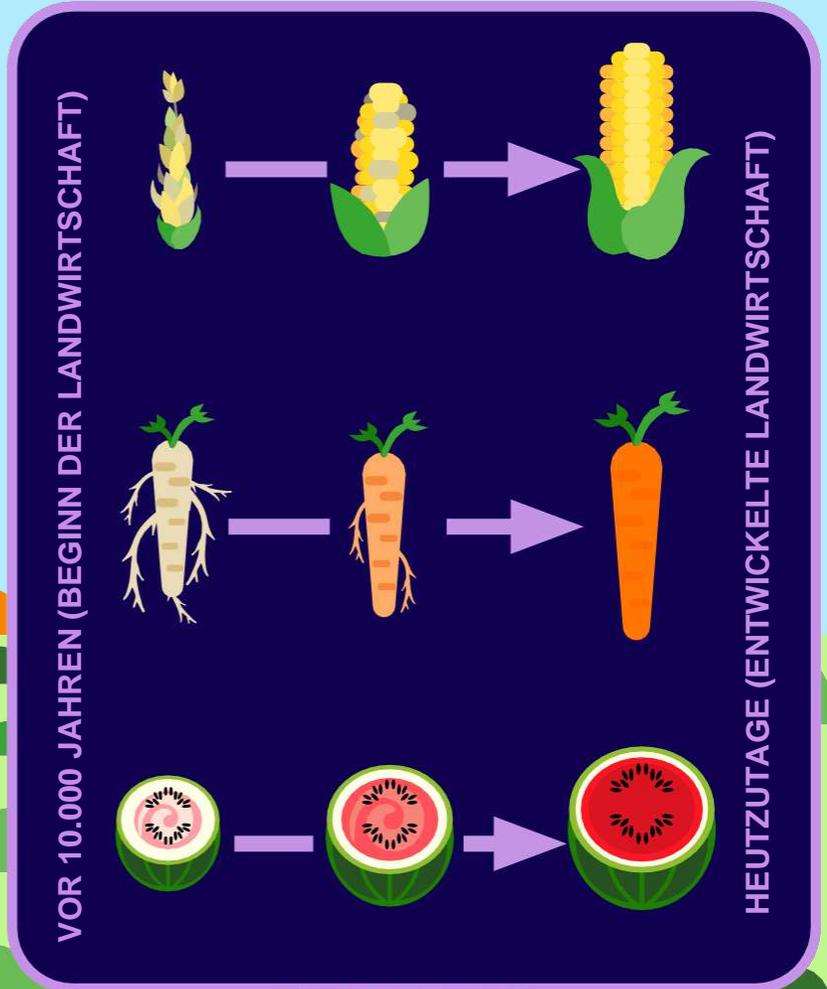
In Pflanzen nutzen kleine Maschinen namens Enzyme, die durch die Fotosynthese produzierten Zucker als Rohstoff um verschiedene Carotinoide herzustellen. Die „Carotiniodfabriken“ in den Pflanzenzellen befinden sich in den Chloroplasten, der Ort, an dem die Fotosynthese stattfindet.



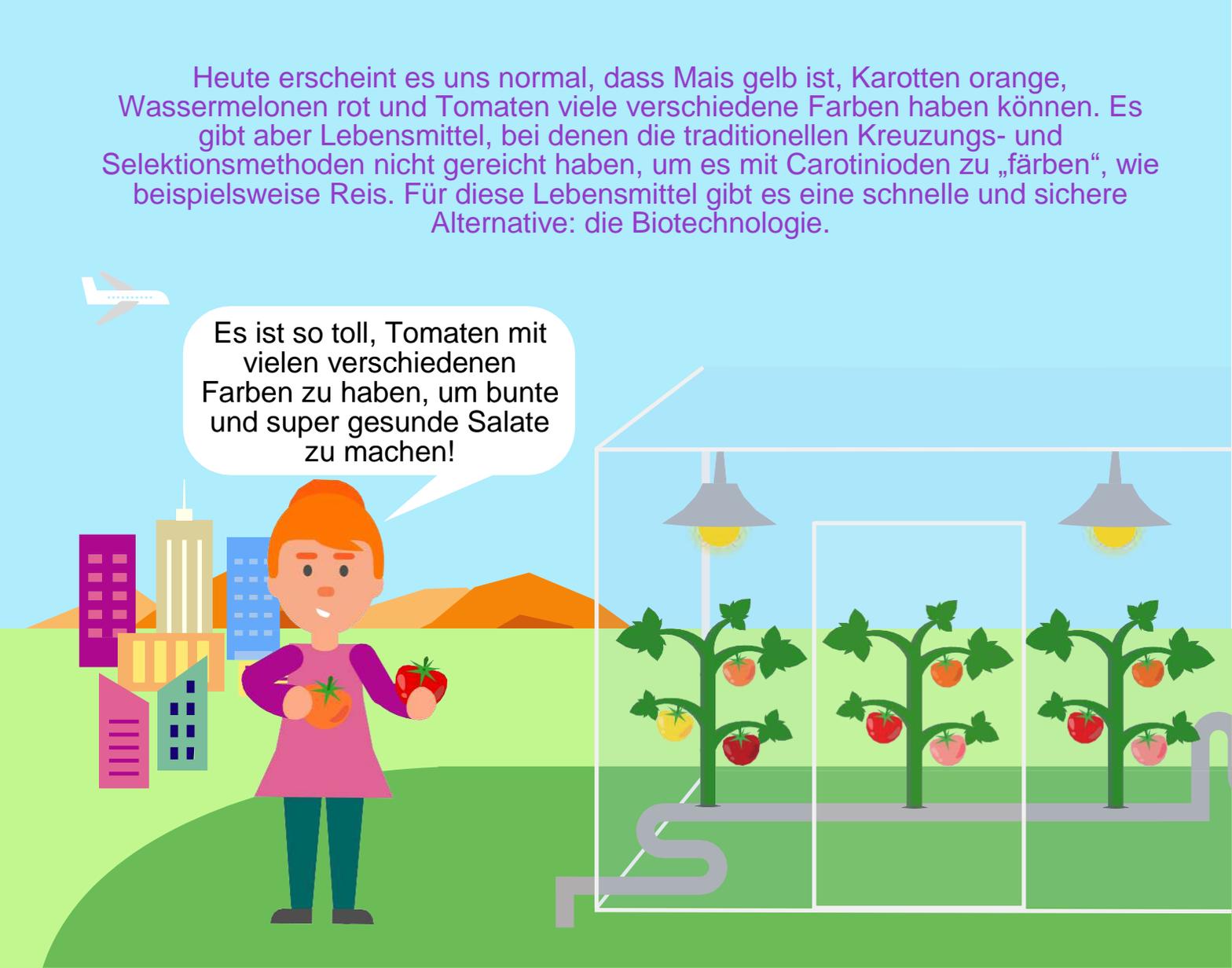
Die Anleitungen, wie man Enzyme herstellt befinden sich in den Genen. Gibt man diese Anleitungen einer Zelle, die diese nicht besitzt, kann man diese in eine „Carotiniodenfabrik“ umwandeln.

DIE ERFOLGE DER LANDWIRTSCHAFT

Seit Beginn der Landwirtschaft, haben Menschen verschiedene Pflanzensorten gekreuzt, um diese resistenter, produktiver oder nährstoffreicher zu machen. Über Tausende von Jahren, hat dieser Zuchtprozess zufällige Mischungen von carotiniod-bezogenen Genen verursacht, die die Farben von vielen Pflanzen verändert haben können.



Heute erscheint es uns normal, dass Mais gelb ist, Karotten orange, Wassermelonen rot und Tomaten viele verschiedene Farben haben können. Es gibt aber Lebensmittel, bei denen die traditionellen Kreuzungs- und Selektionsmethoden nicht gereicht haben, um es mit Carotinoiden zu „färben“, wie beispielsweise Reis. Für diese Lebensmittel gibt es eine schnelle und sichere Alternative: die Biotechnologie.

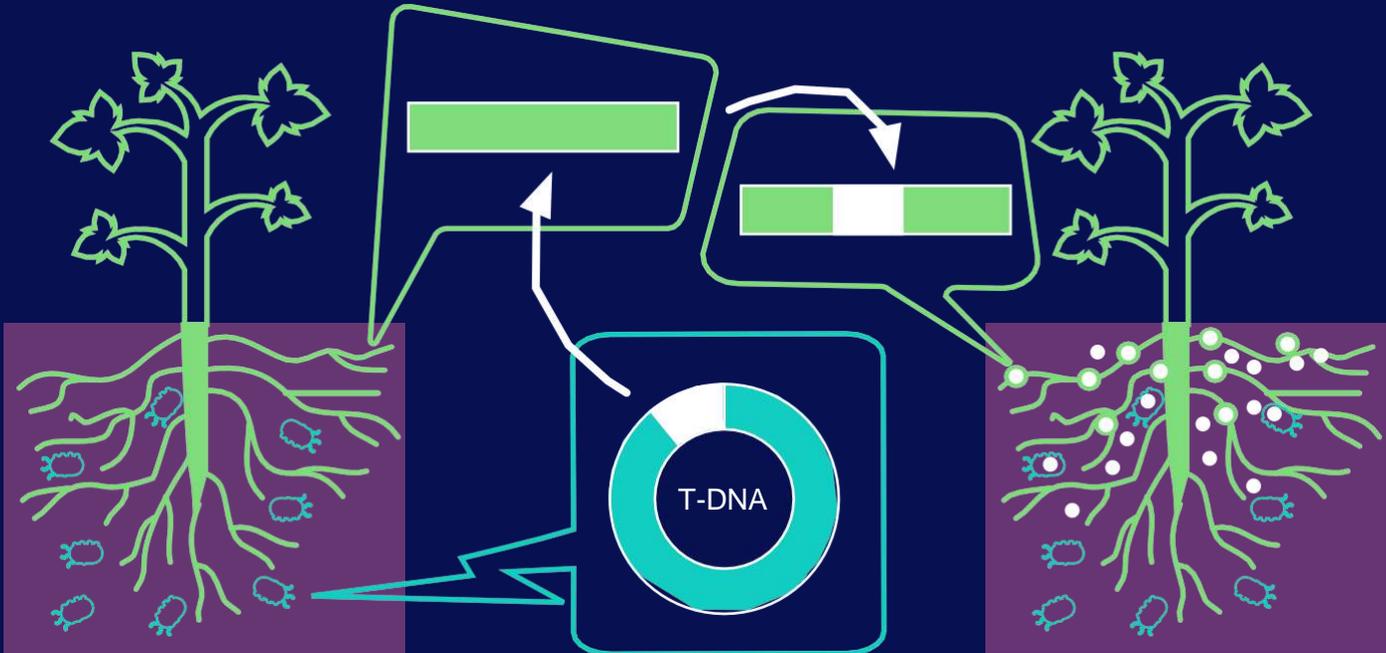


Es ist so toll, Tomaten mit vielen verschiedenen Farben zu haben, um bunte und super gesunde Salate zu machen!

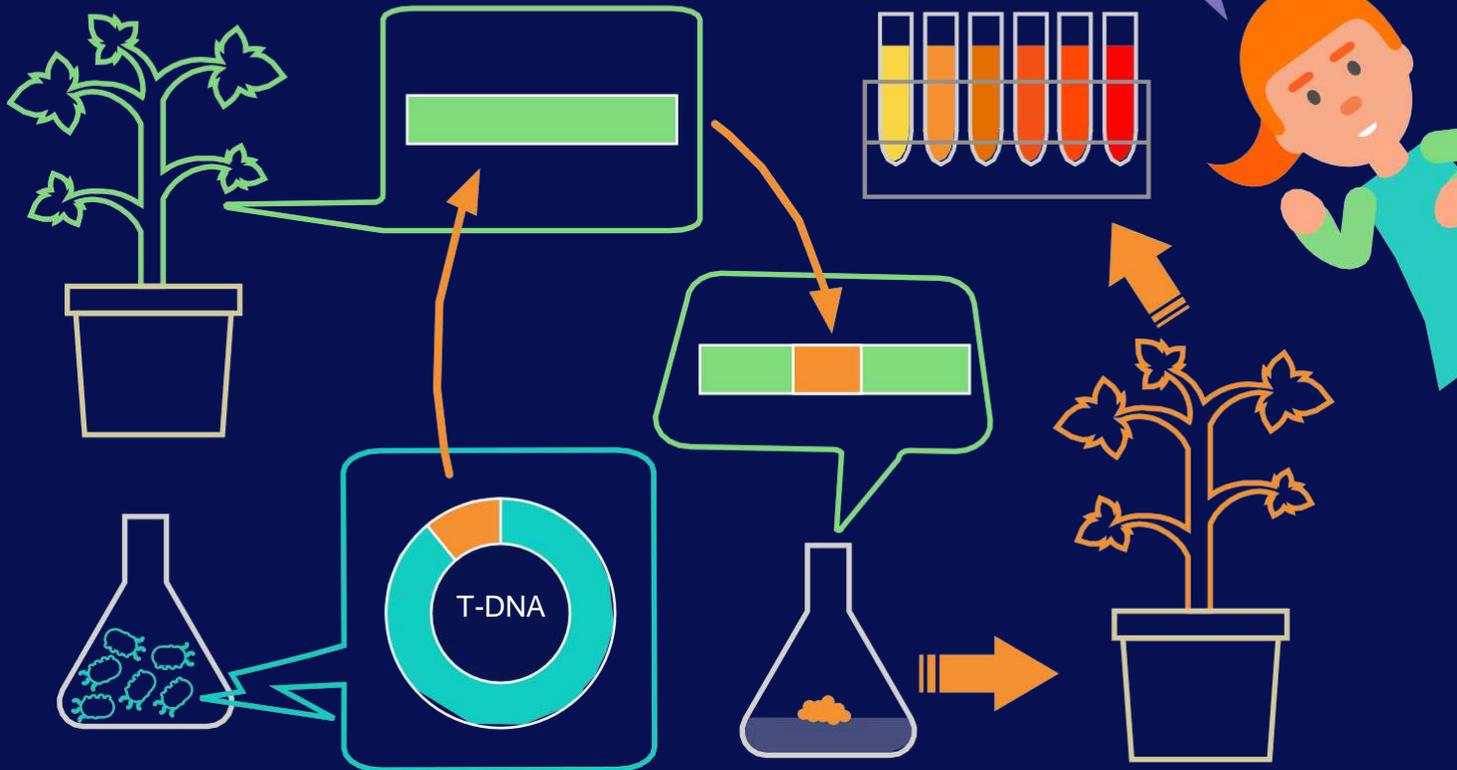
BIOTECHNOLOGIE IMMITIERT DIE NATUR

Vorhin haben wir gesehen, dass manche Insekten in der Lage sind, ihre eigenen Carotinoide herzustellen, da sie mehrere Gene von Pilzen (die Anleitung) in ihr Genom (ihre Anleitung) eingebaut haben.

Die Biotechnologie macht mehr oder weniger dasselbe. In der Natur gibt es Bakterien, die bestimmte Gene an Pflanzen übertragen, damit diese ihr Essen produzieren. Dafür nutzen sie ein Werkzeug namens T-DNA.

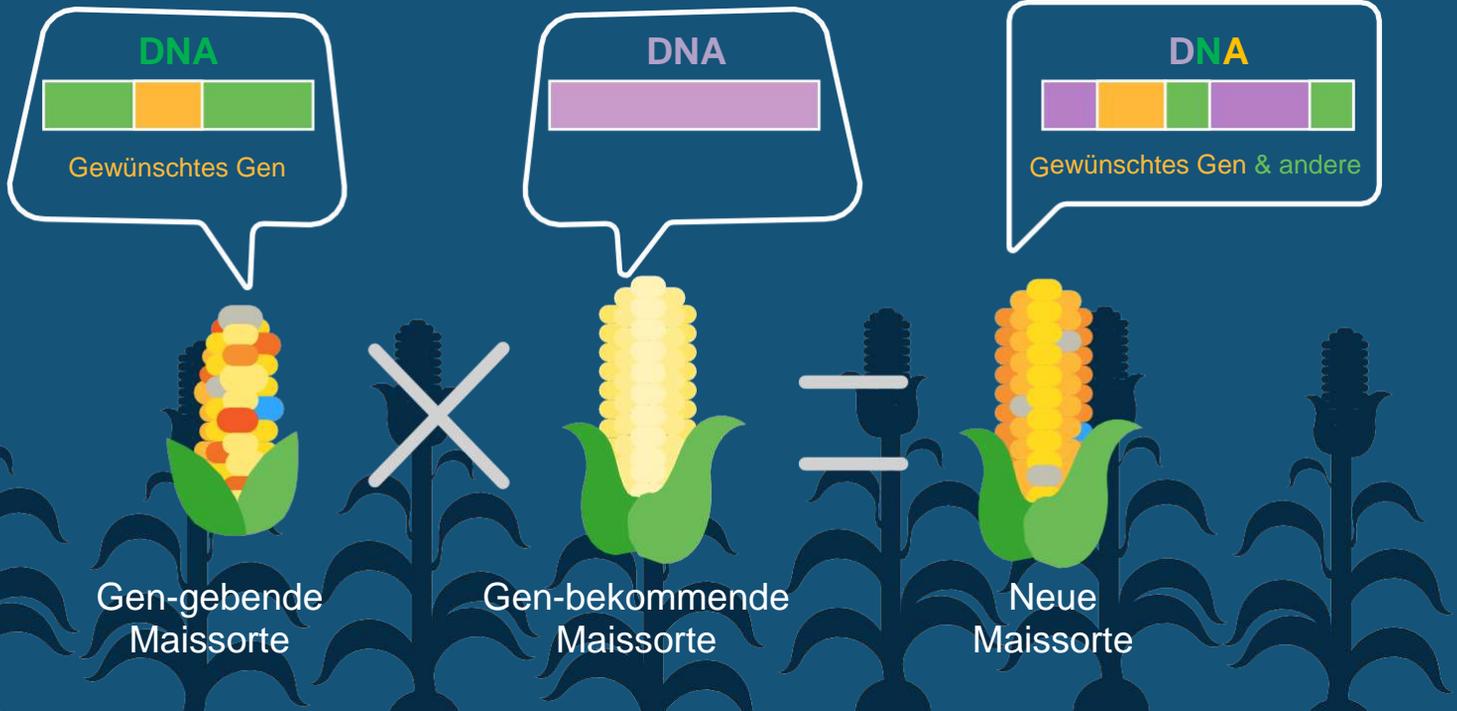


Pflanzen-Biotechnologie nutzt dieselben Bakterien, nur werden die Gene von den Bakterien mit Carotinioid-Genen in der T-DNA ersetzt (oder welche Gene man auch immer einbauen möchte). So bekommt die Pflanze die Anleitung, neue oder mehr Carotinoide zu produzieren oder diese besser zu lagern.

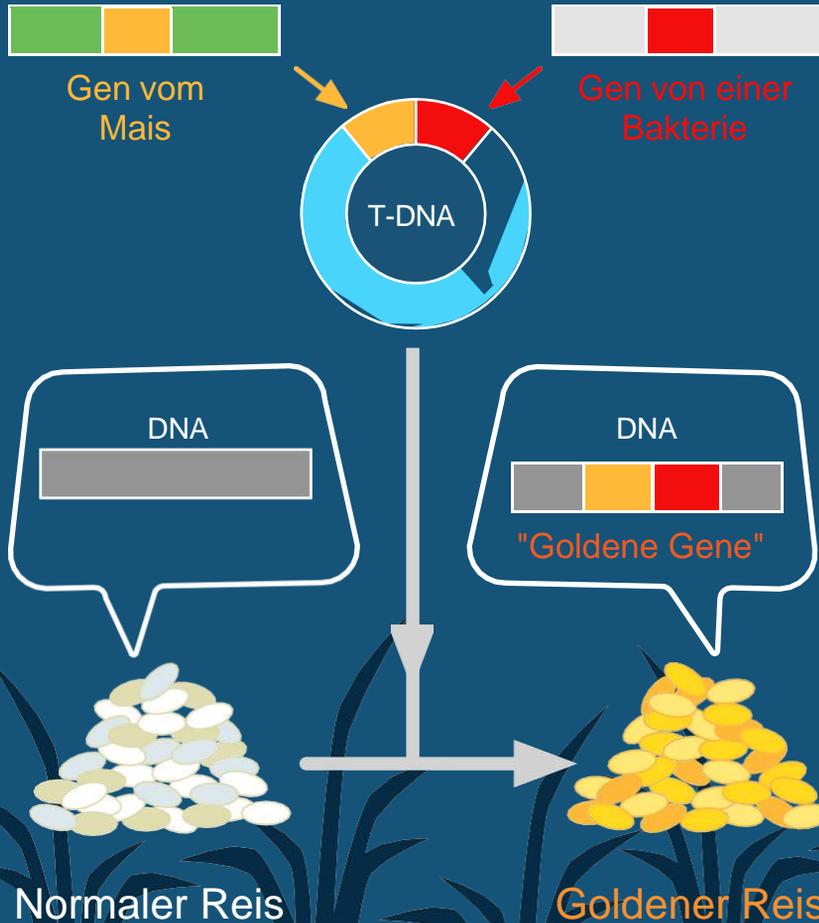


LEBENSMITTEL MIT VERSCHIEDENEN TECHNOLOGIEN FÄRBNEN

Traditionelle Pflanzenzucht braucht sehr lange, viele Kreuzungszyklen und viel Selektion, um einer Pflanze eine bestimmte Eigenschaft zu geben (z.B. ein Maiskorn mit Carotinoiden). Außerdem müssten die Pflanze, aus der die Gene kommen und die Pflanze, die die Gene bekommen soll, miteinander kreuzbar sein, was nicht immer möglich ist. Ein weiterer Nachteil ist, dass auch Gene, die uns nicht interessieren oder sogar schädlich sind, mit den gewünschten Genen übertragen werden können.



Die Biotechnologie ist viel schneller, effektiver und sicherer. In einem einzigen Schritt bekommt die Zielpflanze nur das Gen, das es bekommen soll, welches von jedem Organismus kommen kann.



Die Biotechnologie hat es geschafft, in kürzester Zeit einen mit Carotinoiden angereicherten Reis zu entwickeln. Dieser "goldene Reis" enthält ein Gen vom Mais und einen von einer Bakterie. So kann dieser Beta-Carotin herstellen, welches die grundlegende Vorform von Vitamin A ist.



Zum Nachdenken...



Beim wissenschaftlichen Denken geht es darum, sich zu fragen, wie unsere Welt funktioniert, Experimente durchzuführen, um Hypothesen zu bestätigen und Schlüsse aus den Ergebnissen zu ziehen. Aber auch Meinungen gegenüberzustellen, Kritik zu akzeptieren und nutzen und weiter unser Wissen zu hinterfragen, um mit mehr Fragen unser Wissen zu stärken. Wie Charlotte, hast du wahrscheinlich ganz viele Fragen und Ideen zu den Carotinoiden. Das ist super! Auch wenn niemand die absolute Wahrheit weiß, gibt es Wissenschaftler, die du fragen kannst. Willst du wissen, wer sie sind?



Was ist die Funktion von Carotinoiden in Herbstblättern?

Woher weiß man ob, die Farben von Gemüse von Carotinoiden oder anderen Pigmenten kommen?

Was ist gesünder: eine rote, orangene oder grüne Paprika?

Kann man durch die Biotechnologie in jedes Lebensmittel Carotinoiden einbauen?

Wie viele Gene braucht man, um rosa Ananas herzustellen?

FRAGE DIE EXPERTEN



CaRed

In Spanien gibt es ein Netzwerk von Wissenschaftlern, die mit Carotinoiden arbeiten.

Es heißt CaRed und wurde von MINECO (BIO2015-71703-REDT von 2016 bis 2017 und BIO2017-90877-REDT von 2018 bis 2020) und MICINN (RED2022-134577-T von 2023 bis 2025) finanziert. Die Wissenschaftler von CaRed forschen zu vier Teilgebieten:

Carotinoidproduktion on Bakterien, Pilzen und Pflanzen, Carotinoidmanipulation durch Biotechnologie, die Präsenz von Carotinoiden on Lebensmittel und Futter und die gesundheitlichen und Aspekte von Carotinoiden.



UVIGO, Vigo

Ángel Rodríguez de Lera
qolera@uvigo.es

UIB, Univ. de les Illes Balears, Palma

Joan Ribot / M. Lluïsa Bonet
joan.ribot@uib.es / luisabonet@uib.es

IATA-CSIC, Valencia

M^a Jesús Rodrigo / Lorenzo Zacarías
mjrodrigo@iata.csic.es / lzacarias@iata.csic.es

IBMCP-CSIC, Valencia

Manuel Rodríguez Concepción
manuelrc@ibmcp.upv.es

EEZ-CSIC, Granada

Juan A. López Ráez
juan.lopezraez@eez.csic.es

IBYDA-UMA, Málaga

Félix López Figueroa / Nathalie Korbee
felix_lopez@uma.es / nkorbee@uma.es

US-FAR Universidad de Sevilla (Farmacia)

Antonio J. Meléndez Martínez
ajmelendez@us.es

UJA, Jaen

Ruperto Bermejo
rbermejo@ujaen.es

IBVF-US, Sevilla

Mercedes García González
mggonza@us.es

US-BIO Universidad de Sevilla (Biología)

M^a Carmen Limón / Javier Ávalos
carmenlimon@us.es / avalos@us.es

Inst. de la Grasa-CSIC, Sevilla

Dámaso Hornero Méndez
hornero@ig.csic.es

ICTAN-CSIC, Madrid

Begoña Olmedilla Alonso
BOlmedilla@ictan.csic.es

UPV/EHU, Bizkaia

Raquel Esteban
raquel.esteban@ehu.es

UCLM, Albacete

M^a Lourdes Gómez / Oussama Ahrazem
MariaLourdes.Gomez@uclm.es /
Oussama.Ahrazem@uclm.es

Kontaktiere unsere
Wissenschaftler, um
deine Fragen zu
Carotinoiden zu klären.
Sie beantworten deine
Fragen gerne und
helfen dir gerne weiter!





© 2025

Text und Design: Manuel Rodríguez-Concepción und Ernesto Llamas

Illustrationen: Ernesto Llamas (www.sketchingscience.org)

Übersetzt von: Carmen Sauer (carmen.sauer@lt.hs-fulda.de)

Danksagungen:

An M^a Victoria Barja, Miguel Simón, Miguel Ezquerro, Luca Morelli, Sofía Hernández, Lorenzo Zacarías, M^a Jesús Rodrigo, M^a Lourdes Gómez, Juan Antonio López-Ráez, Dámaso Hornero, Javier Ávalos, M^a Carmen Limón und Begoña Olmedilla für ihr Feedback und ihre Kommentare.

An die Mitglieder des spanischen Netzwerks für Carotinoide (CaRed) für ihre Unterstützung und Motivation während der Entwicklung dieses Projektes.

An das Ministerium für Wirtschaft und Wettbewerbsfähigkeit (aktuell Ministerium für Wissenschaft, Innovation und Universitäten) für die Finanzierung von CaRed (Projekte BIO2015-71703-REDT, BIO2017-90877-REDT und RED2022-134577-T).

Depósito Legal B 26675-2018