



Eine Kunst für sich

Gemüse und Obst im Fokus der Forschung



Für den US-amerikanischen Künstler Darren Bader sind Gemüse und Obst wie Skulpturen der Natur. In seiner Ausstellung im Whitney Museum of American Art in New York waren diese Skulpturen aber nicht nur aus nächster Nähe zu bestaunen. An ausgewählten Tagen wurden die Exponate zu frischen Salaten verarbeitet – und an die Besucherinnen und Besucher verteilt.

Foto links: Annie Wermiel/NY Post/MEGA; Illustration rechts: Sarah Heiß




Liebe Leserinnen und Leser,

in diesem Jahr stehen Apfel, Lauch, Ananas und Co. im Rampenlicht – wie auf unserem Cover. Denn die Vereinten Nationen haben 2021 zum Internationalen Jahr für Obst und Gemüse erklärt: um das Bewusstsein dafür zu schärfen, wie wichtig beides für unsere Ernährung ist, um Lebensmittelverschwendung zu verringern und um auf der ganzen Welt den Anbau von Obst und Gemüse zu verbessern.

Denn in Obst und Gemüse stecken Ressourcen wie Wasser, Nährstoffe und Energie – und viel Arbeit. Trotzdem landet beides viel zu oft im Müll: Rund zwölf Millionen Tonnen Lebensmittel werden in Deutschland jedes Jahr weggeworfen. Das können wir ändern, indem wir bewusster planen und einkaufen und die Lebensmittel richtig lagern. Unser Ministerium setzt sich für mehr Wertschätzung von Lebensmitteln und gegen das Vernichten und Wegwerfen ein – unter anderem auch durch die Förderung vielseitiger Forschung.

In dieser Ausgabe der **forschungsfelder** zeigen wir Ihnen deshalb, wie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nach Wegen suchen, um Obst und Gemüse auf ihrem Weg vom Feld zum Teller qualitativ hochwertig, schmackhaft und frisch zu halten. Außerdem lesen Sie, welche umweltfreundlichen und effektiven Methoden erforscht werden, um gegen Pflanzenschädlinge anzugehen. Und wir nehmen Sie mit in die Welt der sekundären Pflanzenstoffe, die nicht nur bei Farbe, Duft und Geschmack, sondern auch für unsere Gesundheit entscheidend sind.

Viel Spaß beim Lesen!

Ihre

 Julia Klöckner
 Bundesministerin für Ernährung und Landwirtschaft

INHALT

- 4 Wissen in Häppchen**
Blätter, alte Sorten und das vielfältige Leben im Sauerteig
- 6 Das besondere Foto**
- 8 Unser ganzer Stolz**
Über die ambivalente Beziehung von Gemüse, Obst – und Mensch
- 10 Sie sind der Knaller**
Einblicke in die Welt der sekundären Pflanzenstoffe
- 14 Festmahl für die Sinne**
Warum Zitronen duften und Knoblauch scharf schmeckt
- 16 „Wir nehmen molekulare Fingerabdrücke“**
Wie ein Forschungsteam gefälschte Lebensmittel aufspürt
- 18 Schutz nach Maß**
Duft und Viren:
So geht alternativer Pflanzenschutz
- 24 Forschungslandschaft**
- 26 Landkarte**
- 28 Auf Reisen frisch bleiben**
Wie Verpackungen gegen Verschwendung helfen können
- 34 Die Forschungsfrage**
Gärtnern wir in Zukunft in die Höhe?
- 35 Impressum**

forschungsfelder
 » Ausgabe downloaden
 » Kostenfreies Abonnement
www.forschungsfelder.de

FAST 7.000 alte Gemüsesorten

... sind in deutschen historischen Quellen aus den Jahren 1836 bis 1956 beschrieben und im Nationalen Inventar pflanzengenetischer Ressourcen gesammelt. Dieses enthält Beschreibungen, Hinweise und Abbildungen der Sorten. Drei Viertel der identifizierten Sorten gelten als verschollen, es existiert also kein Saatgut mehr. 16 Prozent der Sorten sind nur noch in Genbanken verfügbar und stehen auf der Roten Liste der gefährdeten einheimischen Nutzpflanzen. So etwa der Knollenziest (Pflanze und Knolle links im Bild) oder der Ährige Erdbeerspinat (rechts unten). Bei jedem zehnten Eintrag handelt es sich um eine Traditionssorte, die auch heute noch gehandelt wird.



INTERNATIONALES JAHR FÜR
OBST UND GEMÜSE
2021

.....
26.—28.10.

Thementage zum Internationalen Jahr für Obst und Gemüse – eine Veranstaltung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft
.....

Formen der Natur



Was formt Blätter? Ein Team des Max-Planck-Instituts in Köln sucht nach Genen, die das Blattwachstum beeinflussen – und experimentierte dafür mit zwei Pflanzen, die zwar eng verwandt sind, aber unterschiedliche Blattformen haben: Die Acker-schmalwand (links) besitzt längliche Blätter mit kleinen Einkerbungen, das Behaarte Schaumkraut (rechts) trägt rundliche, gefiederte Blätter, die an zarten Stielen wachsen. Durch zufällige Mutationen und gezielte Genom-Editierung veränderten die Forscherinnen und Forscher das Erbgut der Pflanzen und entdeckten dabei das RCO-Gen. Ist es aktiv, entstehen getrennte Fiederblätter. Sonst bleibt es bei einer zusammenhängenden Blattfläche. Durch das Einschalten eines weiteren Gens, des sogenannten STM-Gens, konnte das Team die Ackerschmalwand so verändern, dass ihre Blätter aussehen wie die des Behaarten Schaumkrauts. Diese grundlegenden Erkenntnisse könnten für die Züchtung von Kulturpflanzen interessant sein, etwa um sie an den Klimawandel anzupassen oder Erträge zu steigern.



Viel los im Teig

Mehl und Wasser – mehr ist nicht nötig, um Sauerteig anzusetzen. Den Rest übernehmen Mikroorganismen. Sie verleihen dem Teig seinen säuerlichen Geschmack und machen das Brot nahrhaft. Die Vielfalt dieser Organismen hat ein Forschungsteam aus den USA anhand von 500 Sauerteigarten aus vier Kontinenten untersucht. Sie identifizierten 70 verschiedene Hefen, zahlreiche Milchsäure- und zum Teil auch Essigsäurebakterien. Meist dominierten eine Hefe- und drei Bakterienspezies. Ein Experiment zeigte, dass ihre Zusammensetzung weniger vom Herstellungsort abhängt, sondern neben den Zutaten und der Lagerung insbesondere die Interaktion der Mikroorganismen untereinander entscheidend ist. Das bestimmt wiederum, wie gut der Teig aufgeht und wie ausgeprägt sein Aroma ist.

STICHWORT

GEMÜSE und OBST

... sind essbare Teile von kultivierten oder wild wachsenden Pflanzen, die roh, gekocht oder konserviert verzehrt werden. Bei Gemüse handelt es sich um Blätter, Knollen, Stängel und Wurzeln von meist einjährigen Pflanzen. Als Obst werden die Früchte und Samen von Bäumen und Sträuchern bezeichnet.

In manchen Fällen ist eine eindeutige Zuordnung schwierig: So gelten Tomaten und Kürbisse botanisch gesehen als Früchte und somit als Obst. Die Pflanzen aber sind einjährig und werden deshalb dem Gemüse zugeteilt. Es handelt sich um Fruchtgemüse.



Freischwimmer

Foto: Abstract Aerial Art/Getty Images

Wenn im US-Bundesstaat Massachusetts die Cranberry-Ernte ansteht, setzen die Farmerinnen und Farmer auf einen ungewöhnlichen Erntehelfer: Wasser. Bis zu einer Höhe von 45 Zentimetern fluten sie die Felder, auf denen die als Superfood geltenden Beeren gewachsen sind. Künstlich erzeugte Wasserstrudel lösen fast alle reifen Früchte von den Sträuchern, die übrigen werden mit Rechen abgepflückt. Durch ihre vier Luftkammern schwimmen die Beeren an die Wasseroberfläche – und können so einfach mit Schläuchen eingesaugt werden.

Unser ganzer Stolz

Ob Gemüse aus der Region oder Früchte der Saison: Bei essbaren Pflanzen schauen wir meist ganz genau hin. Unter anderem, weil sie für uns auch einen emotionalen Wert haben. Und trotzdem gehen wir mit Gemüse und Obst oft sehr sorglos um.

Wer sich an seine frühe Beziehung zu Spinat oder Brokkoli erinnert, weiß vielleicht: Nicht immer kommt Gemüse so gut an wie bei dem walisischen Hobbygärtner hier im Bild. Dennoch haben essbare Pflanzen für uns oft einen emotionalen Wert. Wir sind stolz auf die Erzeugnisse aus unserer Region und lassen uns von Spargel, Erdbeeren, Frühkartoffeln oder Weintrauben an den Wechsel der Jahreszeiten erinnern – auch wenn heute Sorten aus aller Welt jederzeit bei uns verfügbar sind.

Der aktuelle Ernährungsreport des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zeigt: Für 86 Prozent der Befragten ist die regionale Herkunft von Gemüse und Obst wichtig. Diese Produktgruppe wird auch am häufigsten täglich verzehrt – Tendenz steigend. Als Gründe gaben die Befragten an, dass es ihnen schmeckt und dass auch die gesundheitlichen Aspekte für sie eine Rolle spielen. In dieser Reihenfolge. Apropos Reihenfolge: In diesem Heft wird Ihnen immer wieder begegnen, dass

wir von Gemüse und Obst sprechen statt von dem gebräuchlicheren Obst und Gemüse. Damit wollen wir ein Zeichen setzen. Denn Blumenkohl, Möhre oder Zwiebel stehen oft im Schatten ihrer Verwandten aus dem Obstkorb. Für beide Gruppen gilt jedoch: Sie sind essenziell für unsere Gesundheit und lassen sich häufig ressourcenschonender produzieren als Fleisch. Trotzdem landen Gemüse und Obst viel zu oft im Müll. Das liegt häufig daran, dass im Handel zu viel bestellt

wurde. Viele Verbraucherinnen und Verbraucher kaufen aber auch mehr ein, als sie essen können, bevor die Produkte verderben.

Die eigenwilligen Formen und Eigenschaften machen es zudem schwer, Gemüse und Obst angemessen zu verpacken. Ihr Anbau, ihre Lagerung und ihre besondere Beschaffenheit stellen uns so vor einige Herausforderungen. Hier setzt die Forschung an – damit noch mehr Menschen ihre Liebe zu Rettich und Co. entdecken können.





SIE SIND DER KNALLER

Einige sorgen für verführerischen Duft, andere bringen lästige Fressfeinde zur Strecke: Mehr als 100.000 sekundäre Pflanzenstoffe haben Forscherinnen und Forscher bislang entdeckt. In Gemüse und Obst erfüllen sie vielfältige Funktionen. Wie wirkt sich ihr Verzehr auf den Menschen aus? Das untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Max Rubner-Institut in Karlsruhe.

Gemüse und Obst sind gesund – das ist allgemein bekannt. Was viele jedoch nicht wissen: Die bekömmlichen Wirkungen gehen nicht nur auf das Konto von Inhaltsstoffen wie Vitaminen, Mineralien oder Spurenelementen. „Den meisten Menschen sind Nährstoffe wie Eiweiße und Kohlenhydrate ein Begriff. Darüber hinaus aber enthalten Obst und Gemüse auch eine Vielzahl sekundärer Pflanzenstoffe, deren chemische Struktur stark variieren kann“, erläutert Prof. Dr. Bernhard Watzl, Leiter des Instituts für Physiologie und Biochemie der Ernährung am Max Rubner-Institut (MRI). „Wer viel Obst, Gemüse, Nüsse und Vollkornprodukte isst, nimmt täglich Hunderte solcher Strukturen auf.“ Seit mehr als 30 Jahren untersucht der Wissenschaftler, welchen Ein-

fluss diese auf den menschlichen Organismus haben. Seine Forschung zeigt: Viele der mit der Nahrung aufgenommenen sekundären Pflanzenstoffe wirken sich überaus positiv auf die Gesundheit aus.

Was Carotinoide und Co. bewirken

„Mit der Stoffgruppe der Carotinoide haben wir uns hier am Institut intensiv befasst. Dazu zählen mehr als 800 verschiedene Stoffe, die unter anderem in Möhren und Tomaten, aber auch in Brokkoli und Grünkohl vorkommen“, berichtet der Wissenschaftler. Um ihrer Wirkung auf die Spur zu kommen, gaben Watzl und sein Team Versuchspersonen über längere Zeiträume Möhrensaft zu trinken und nahmen im Anschluss Blut-, Urin- und Stuhlproben, die sie mit denen von Menschen verglichen, die sich weniger carotinoidreich ernährten. Mittels dieser und weiterer Untersuchungen konnten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zeigen, dass carotinoidreiche Ernährung Herz-Kreislauf-Erkrankungen vorbeugt und das Risiko senkt, an Lun-

gen- und Brustkrebs zu erkranken. „Wir fanden auch Hinweise, dass diese Stoffe das Immunsystem auf günstige Weise beeinflussen und im Körper antioxidativ wirken – unsere Zellen also davor schützen, durch bestimmte chemische Reaktionen Schaden zu nehmen.“

Ein englisches Sprichwort lautet: „An apple a day keeps the doctor away.“ Ob Äpfel wirklich so gesund sind, hat der Ökotrophologe in mehreren Studien untersucht. Sein Fazit? Der Apfel ist ein echter Tausendsassa. „Im Tiermodell zeigte sich, dass der Konsum naturtrüben Apfelsaftes günstig wirkt bei Frühformen von Dickdarmkrebs“, berichtet der Wissenschaftler. Zudem konnten er und sein Team zeigen, dass die weißen Blutkörperchen von Menschen, die viele Äpfel essen, überdurchschnittlich gut vor DNA-Schäden geschützt sind. Das führen die Forscherinnen und Forscher auf in Äpfeln enthaltene Flavonoide zurück. „DNA-Schäden treten täglich durch bestimmte chemische Reaktionen im Körper auf“, erläutert Bernhard Watzl die Hintergründe. „Wenn wir in größeren Mengen Äpfel zu uns nehmen, dann

„Nicht alles, was aus der Natur kommt, ist automatisch auch gleich gut und gesund für den Menschen.“

Dr. Sebastian Soukup, Max Rubner-Institut

regen die darin enthaltenen sekundären Pflanzenstoffe unseren Körper dazu an, Reparaturmaßnahmen einzuleiten.“ Krebs entgegenwirken, DNA-Schäden reparieren, das Immunsystem positiv beeinflussen: Viele Studien liefern deutliche Hinweise darauf, dass sekundäre Pflanzenstoffe der Gesundheit im Allgemeinen förderlich sind. Doch nicht alle Strukturen in dieser Stoffklasse tun uns so gut wie Carotinoide und Co. – und einige kön-

Insekten, Tieren und Menschen zu landen. „In diesem Sinne ist nicht alles, was aus der Natur kommt, automatisch auch gleich gut und gesund für den Menschen“, kommentiert der Chemiker Dr. Sebastian Soukup vom Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse am MRI. „Nicht ohne Grund essen wir nur ganz bestimmte Dinge. Selbst unreife Früchte können uns manchmal ganz schön auf den Magen schlagen.“



Mit Dampf und Farbe setzt der polnische Fotograf Maciek Jasik Gemüse und Obst in Szene. So will er zeigen, dass viele ihrer Eigenschaften mit dem bloßen Auge gar nicht zu erkennen sind.

nen dem menschlichen Organismus sogar ernsthaft zu schaffen machen. Deutlich wird das zum Beispiel mit Blick auf die Tabakpflanze – deren Nervengift Nikotin ist ein sekundärer Pflanzenstoff – oder angesichts der hochgiftigen Tropan-Alkaloide in Tollkirschen. Auch viele weitere Pflanzen setzen sich mittels giftiger sekundärer Pflanzenstoffe dagegen zur Wehr, unverhofft im Magen von

Nicht künstlich zu ersetzen

Einigen problematischen Pflanzenstoffen kann man mittels Zubereitung erfolgreich aus dem Weg gehen: Das in rohen grünen Bohnen enthaltene Phasin etwa, das den Sauerstofftransport im Blut behindert, wird fast vollständig zerstört, wenn man die Bohnen ausreichend lange kocht. Meist gilt: Die Dosis macht das Gift. Mit

der Nahrung auch eine gewisse Menge unvoreteilhaft wirkender sekundärer Pflanzenstoffe aufzunehmen, bleibt deshalb für gesunde Menschen in der Regel folgenlos. „In diesen Mengen werden Pflanzenstoffe, die unser Körper als Fremdstoffe ansieht, auch häufig schnell ausgeschieden“, sagt Sebastian Soukup. Anders liegen die Dinge, wenn Verbraucherinnen und Verbraucher nicht nur Gemüse und Obst verzehren, sondern zu pflanzlichen Nahrungsergänzungsmitteln greifen. Da sekundäre Pflanzenstoffe darin hoch konzentriert vorliegen können, rät der Wissenschaftler zur Vorsicht. „Zum Teil sind die Wirkungen dieser Stoffe noch gar nicht ausreichend untersucht – und dennoch werden sie als Präparate beworben und vertrieben.“ Wie es um die gesundheitlichen Wirkungen von Sojaextrakten bestellt ist, haben Sebastian Soukup und seine Kolleginnen und Kollegen kürzlich in mehreren Studien genauer untersucht. Soja enthält sekundäre Pflanzenstoffe aus der Gruppe der Isoflavone. Im Körper wirken diese

ähnlich wie das weibliche Sexualhormon Estradiol und sollen daher als Nahrungsergänzungsmittel unter anderem Wechseljahrsbeschwerden lindern und Osteoporose vorbeugen. Sebastian Soukup rät auch hier zur Vorsicht: „Dass Isoflavon-Präparate aus Sojaextrakten auch halten, was ihre kommerziellen Anbieter versprechen, lässt sich durch die aktuelle Datenbasis nicht belegen.“ Auch die häufige Behauptung, eine sojareiche Ernährung senke das Brustkrebsrisiko, habe sich in Experimenten nicht zweifelsfrei untermauern lassen, berichtet der Wissenschaftler. In der Gesamtschau sei die Datenlage alles andere als eindeutig. „Positive Effekte durch hohen Isoflavonverzehr sind zurzeit nicht belegbar – und mögliche negative Effekte, insbesondere für bestimmte Risikogruppen wie Menschen mit Vorerkrankungen, sind nicht auszuschließen.“ Verbraucherinnen und Verbrauchern rät der Forscher daher, solche Präparate immer nur nach ärztlicher Rücksprache einzunehmen oder ganz auf sie zu verzichten.

Viele Fragen offen

„Zweifelsfrei festzustellen, wie bestimmte sekundäre Pflanzenstoffe auf den Menschen wirken – sei es positiv oder negativ –, ist insgesamt alles andere als leicht, da es sich häufig nur um schwache Wirkungen handelt“, resümiert Sebastian Soukup. „Das bedeutet aber nicht, dass diese Effekte zu vernachlässigen wären. Die Forschungsfragen werden uns also vorerst nicht ausgehen.“ Das liegt nicht nur an der immensen Vielfalt der zu untersuchenden Strukturen, sondern auch

biota – der Gesamtheit von Mikroorganismen im Darm – von Mensch höchst unterschiedlich sein kann. All diese Einflussfaktoren zusammen entscheiden darüber, ob und in welcher Form sekundäre Pflanzenstoffe vom Körper aufgenommen werden. Um diesen Zusammenhängen weiter auf den Grund zu gehen und mehr darüber zu erfahren, wie sekundäre Pflanzenstoffe auf den Körper wirken, plant das MRI bereits die nächsten Versuchsreihen. Im Fokus der Forschung von Bernhard Watzl stehen in den kommenden Monaten Ge-



dan, dass stets Hunderte sekundärer Pflanzenstoffe zugleich aufgenommen werden, die zudem in Wechselwirkung miteinander treten. Ob wir nun ein Stück Obst, einen gemischten Salat oder gekochtes Gemüse in Tomatensoße essen: Meist erzeugt erst das Zusammenspiel der vielen darin enthaltenen Stoffe die gesundheitliche Wirkung. Darüber hinaus sind auch die Zubereitung des Essens sowie individuelle Faktoren entscheidend: So kann Gemüse gemeinsam mit Fett oder anderen Stoffen, roh, gekocht oder gegart gegessen werden. Hinzu kommt, dass die Zusammensetzung der Darmmikro-

richte aus Hülsenfrüchten. „Unter anderem planen wir, hülsenfruchtbasierte Produkte wie zum Beispiel Nudeln aus Erbsen oder Kichererbsen mit traditionellen Hülsenfruchtgerichten zu vergleichen“, erläutert der Wissenschaftler. „Wir wollen herausfinden, inwieweit sekundäre Pflanzenstoffe auch in solchen modernen, meist stark verarbeiteten Produkten vorliegen und ob der Gesundheitswert vergleichbar mit dem Gesundheitswert traditioneller Hülsenfruchtprodukte ist.“

Von Nora Lessing

Was macht den spezifischen

Geruch

des Kohls aus?



- Glucosinolate
- Schutz vor Fraßfeinden
- Verringertes Risiko für bestimmte Krebskrankheiten, antibakteriell
- Der Geruch entsteht erst, wenn das Gemüse zerkleinert und zerkaut wird. Dann bildet sich Senföl.
- Auch in: Rettich, Kresse, Rucola, Papaya

Fest- mahl für die Sinne

In Gemüse und Obst sind sekundäre Pflanzenstoffe verantwortlich für bunte Farben, attraktiven Duft und feinen Geschmack. Gleichzeitig ist wissenschaftlich erwiesen, dass sich diese bioaktiven Substanzen positiv auf die menschliche Gesundheit auswirken können. Und je bunter der Teller gefüllt ist, desto vielfältiger die Auswahl an Pflanzenstoffen, die wir beim Essen aufnehmen. Hier eine Auswahl an Stoffen, die verschiedene Sinne anregen – und dabei unsere Gesundheit fördern.

1.000 bis 2.000

sekundäre Pflanzenstoffe kommen in Gemüse und Obst vor – viele von ihnen sind noch unerforscht.

Legende:

- Zuständige Stoffe
- Funktion in der Pflanze
- Gesundheitliche Wirkung beim Menschen
- Besonderheit
- Vorkommen

Wie entstehen die kräftigen

Farben

von Karotten und Beeren?

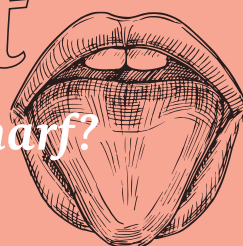


- Flavonoide
- Rote, hellgelbe, blaue und violette Farben zum Anlocken von Bestäubern, Schutz vor Zellschäden durch Sonneneinstrahlung und Sauerstoff
- Verringertes Risiko für bestimmte Krebs- sowie Herz-Kreislauf-Krankheiten, antibakteriell
- Flavonoide ändern je nach pH-Wert ihre Struktur und Farbe: So wird etwa Rotkohl mit Essig zu Rotkraut, mit Natron zu Blaukraut.
- Auch in: Äpfeln, Trauben, Auberginen, Zwiebeln, Grünkohl

Carotinoide und Flavonoide sind auch in grünem Gemüse enthalten, werden da aber vom Chlorophyll verdeckt. Sie kommen zum Beispiel auch bei Herbstlaub zum Vorschein.

Warum schmeckt

Knoblauch scharf?



- Sulfide
- Schutz vor Fraßfeinden
- Verringertes Risiko für bestimmte Krebskrankheiten, antibakteriell
- Auch in: Zwiebeln, Lauch, Schnittlauch, Bärlauch

Warum

duften

Zitronen?



- Carotinoide
- Gelbe, orange und rote Farben zum Anlocken von Bestäubern, beteiligt an der Photosynthese
- Verringertes Risiko für bestimmte Krebserkrankungen, Herz-Kreislauf- und altersbedingte Augenkrankheiten
- Einige Carotinoide sind hitzeempfindlich (Spinat), manche werden erst durch Hitze freigesetzt (Tomaten). Grundsätzlich werden Carotinoide mit etwas Fett besser aufgenommen.
- Auch in: Paprika, Grapefruits, Aprikosen, Melonen, Kürbissen

- Monoterpene
- Anlocken von Bestäubern
- Verringertes Risiko für bestimmte Krebskrankheiten, cholesterolsenkend
- Monoterpene erzeugen eine ganze Bandbreite an Aromen – von Kümmel über Koriander bis zur Minze.
- Auch in: Weintrauben, Kirschen, Aprikosen, Fenchel

Quellen: Max Rubner-Institut (2017): Die Tausendessas der Ernährung. Sekundäre Pflanzenstoffe – Bioaktive Substanzen; Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Sekundäre Pflanzenstoffe und ihre Wirkung auf die Gesundheit – Eine Aktualisierung anhand des Ernährungsberichts 2012. DGEInfo (02/2014), S. 178–186.

Fotos: grey_and, Happy Author, Valentina Razumova, Melica, Nikco/ Shutterstock; Illustrationen: Artur Balytsky/ Shutterstock

Die angeblichen Walnüsse sind in Wirklichkeit Erdnüsse und der laut Etikett deutsche Spargel ist importiert. Prof. Dr. Markus Fischer, Leiter der Hamburg School of Food Science, erklärt, mit welchen Methoden sich Lebensmittelbetrug nachweisen lässt und was die Forschung in diesem Bereich so kompliziert macht.



„WIR NEHMEN MOLEKULARE FINGERABDRÜCKE“

Was steht ganz oben auf der Liste der am häufigsten gefälschten Lebensmittel? Olivenöl steht an erster Stelle. Auf den Flaschen steht eine falsche Güteklasse oder sie enthalten Olivenöl, gepanscht mit billigerem Öl. Auch bei Milchprodukten oder Obstsaften kommt es vergleichsweise häufig zu Fälschungen. Die Säfte enthalten dann zum Beispiel nicht die Obstsorten, die die Verbraucherinnen und Verbraucher der Verpackung zufolge kaufen. Die EU schätzt den Schaden,

der jedes Jahr durch Lebensmittelfälschungen entsteht, auf mehrere Milliarden Euro. In weiten Teilen muss man von Organisierter Kriminalität sprechen.

Geht davon ein Gesundheitsrisiko für Verbraucherinnen und Verbraucher aus?
Meistens werden teure Rohstoffe durch billige Rohstoffe ersetzt, um die Gewinnspanne zu erhöhen. Wenn billiger Kakao statt Edelkakao in der Schokolade landet, ist das Betrug, aber gesundheitlich

unbedenklich. Gefährlich wird es, wenn zum Beispiel Erdnüsse statt Walnüsse verwendet werden und jemand mit einer Erdnussallergie dieses gefälschte Produkt konsumiert. Oder wenn verbotene Stoffe wie Melamin genutzt werden, um einen höheren Proteinanteil vorzutäuschen, also um ein Produkt zu strecken.

Mit bloßem Auge kann man das aber nicht erkennen ...
Nein, leider nicht. Deshalb entwickeln wir

im Labor Methoden, mit denen Fälschungen nachgewiesen werden können. An der Hamburg School of Food Science sind wir auf Nachweise der biologischen Identität und der geografischen Herkunft spezialisiert. Anhand einer DNA-Sequenz lässt sich leicht herausfinden, welches Obst tatsächlich im Saft gelandet ist. Schwieriger zu bestimmen ist die Herkunft eines Produkts, wie wir es zum Beispiel bei der Spargel-Authentifizierung machen.

Warum muss die Herkunft von Spargel überprüft werden?
Deutsche Spargelbauern hatten den Verdacht, dass ausländischer Spargel in deutschen Kisten vermarktet wird. Etikettenschwindel also. Dem sind wir in einem größeren Forschungsprojekt nachgegangen. Meine Kolleginnen und Kollegen sind

mit dem Kühllaster durch Deutschland gefahren und haben in allen wichtigen Anbaugebieten Spargelproben genommen. Interessiert hat uns unter anderem das sogenannte Metabolit-Profil der Pflanzen, also ihr Stoffwechsel-Profil.

Was lässt sich daraus ablesen?
Die Zusammensetzung des Bodens, das Klima in der Region und die Anbaumethode beeinflussen den Stoffwechsel des Spargels: Ein unverwechselbares Profil entsteht. Von den gezogenen Referenzproben haben wir molekulare Muster gemessen und eine Datenbank aufgebaut – die kann man sich wie eine Sammlung molekularer Fingerabdrücke vorstellen. Anhand dieser Datenbank lässt sich überprüfen, ob eine bestimmte Spargelprobe aus einem der deutschen Anbaugebiete stammt oder ob das jemand nur behauptet.

Arbeiten Sie mit Ermittlungsbehörden zusammen?
Nein, unsere Aufgaben sind die akademische Forschung und die Entwicklung von Methoden. Wir kooperieren mit Firmen, die auf Basis unserer Arbeitsergebnisse Tests entwickeln, mit denen routinemäßig Lebensmittel überprüft werden können. Es ist aber leider so, dass sich auch Kriminelle mit den analytischen Methoden auskennen. Das ist wie beim Doping im Sport: Die Betrugsmaschen werden immer ausgereifter und wir entwickeln dann noch ausgereifere Methoden, um sie aufzudecken. Das ist kompliziert, weil wir es mit unterschiedlichen Rohstoffen zu tun haben und jeder eine individuelle Zusammensetzung hat. Im Forschungsprojekt „Food Profiling“ setzen wir genau da an: Wir analysieren Trüffel und Walnüsse und versuchen dann, diese Erkenntnisse auf andere Lebensmittel wie Obst, Gemüse oder andere Nüsse zu übertragen. Dabei hilft uns die große Bandbreite, die wir mit beiden Lebensmitteln abdecken: Trüffel sind wasserreich und fettarm, Walnüsse dagegen wasserarm und fettreich.

Wie sehen die Untersuchungsmethoden der Zukunft aus?
Die Analyse wird genauer und wir kön-

nen immer mehr Datenpunkte erfassen. Das ist vergleichbar mit der Entwicklung von Digitalkameras, bei denen die Auflösung immer besser wird. Wir erhalten also detailreichere Bilder der Rohstoffe – und können diese besser bewerten: Aktuell produziert jede Untersuchungsmethode eigene Datensätze, die getrennt ausgewertet werden müssen. Künftig werden wir diesen Weg hoffentlich abkürzen und all diese Datensätze per Knopfdruck zusammenbringen und auswerten können. Data Fusion ist das Stichwort. Und auch die Entwicklung von Schnelltests wird voranschreiten.

Sind die mit den Corona-Schnelltests vergleichbar?
Ja, das ist ähnlich. Auch Lebensmittel-Schnelltests haben den Vorteil, dass es für die Anwendung kein wissenschaftlich ausgebildetes Personal braucht. Sie könnten im Lebensmittelhandel bei der Kontrolle helfen oder auch Ermittlungsbehörden erste Anhaltspunkte liefern. Bei einem positiven Ergebnis bräuchte es aber ebenfalls einen zweiten, genaueren Test im Labor, vergleichbar mit dem PCR-Test bei Corona. Es gibt heute schon Schnelltests für bestimmte Allergene, aber sonst stehen wir da noch am Anfang.

Das Gespräch führte Ulrike Wronski.

Projekt „Food Profiling“

Das „Competence Network Food Profiling“ (CNFP) ist ein wissenschaftliches Verbundprojekt, an dem mehrere akademische Institutionen und Wirtschaftsunternehmen beteiligt sind. Sie entwickeln und verfeinern Methoden zur Authentifizierung von Lebensmitteln. Die Hamburg School of Food Science an der Universität Hamburg leitet das Konsortium. Gefördert wird das CNFP durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.



SCHUTZ NACH MASS

Sie stechen, bohren, saugen und knabbern – Pflanzenschädlinge vermehren sich in Gemüse- und Obstkulturen rasant und können ganze Ernten vernichten. Insektizide schützen die Pflanzen, haben aber negative Auswirkungen auf die Umwelt. Es gibt jedoch zunehmend Alternativen, die umweltfreundlich und effektiv sind.

„Attract and kill“: Nach diesem Prinzip funktioniert die Lockstofffalle, mit der das Team des JKI Schädlinge erst durch einen bestimmten Geruch anzieht und dann tötet.

Er ist nur wenige Millimeter groß, unscheinbar grün – und im Obstanbau gefürchtet: Der Sommerapfelblattsauger ernährt sich von Pflanzensaft aus den frischen Trieben von Apfelbäumen. Wenn die Tiere, die hervorragend springen können und deshalb auch Blattflöhe heißen, sehr zahlreich auftreten, wachsen Blätter und Blüten schlecht und können sogar absterben. Doch das Insekt ist noch aus einem weiteren Grund ein unwillkommener Gast auf Obstplantagen. Es überträgt die Apfeltriebsucht, die jedes Jahr in Europa Schäden im dreistelligen Millionenbereich verursacht. „Ein erkrankter Baum treibt unkontrolliert aus, erhält einen besenartigen Wuchs und produziert nur noch wenige Zwergfrüchte“, erklärt Dr. Jürgen Gross vom Julius Kühn-Institut (JKI) für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau in Dossenheim. Der Entomologe ist dem Sommerapfelblattsauger schon seit Jahren auf der Spur und sucht nach Wegen, wie man das Insekt und damit auch die Apfeltriebsucht ohne chemische Insektizide bekämpfen kann. Die eigentlichen Verursacher der Apfeltriebsucht sind zellwandfreie Bakterien –





Der Birnenblattsauger ist ein Verwandter des Sommerapfelblattsaugers. Auch er kann bakterielle Krankheiten auf Obstbäume übertragen – und wird daher als Nächstes von den Forscherinnen und Forschern ins Auge genommen.

sogenannte Phytoplasmen. Einmal in die Pflanze gelangt, lassen sich diese Mikroorganismen nur sehr schwer bekämpfen. „Die Landwirte können den Baum dann nur noch roden und verbrennen“, so Gross. Wenn ein Baum befallen ist und sich ein Apfelblattsauger darauf niederlässt, nimmt er die Bakterien über den Pflanzensaft auf. Fliegt das Insekt mit seinen blinden Passagieren zum nächsten Baum, infiziert es auch diesen. Rasch kann sich die Krankheit so im Bestand ausbreiten – für die Apfelbäuerinnen und -bauern eine Katastrophe. Denn damit verlieren sie nicht nur die Ernte, sondern auch die Obstanlage.

Gegen Schädlinge anduften

In den Anbaugebieten Südtirols wird der Sommerapfelblattsauger

mit bis zu zehn Anwendungen pro Saison mit Insektiziden bekämpft. In Deutschland allerdings gibt es seit einigen Jahren kein Pflanzenschutzmittel mehr, das zur Bekämpfung des Sommerapfelblattsaugers zugelassen ist. Jürgen Gross und sein Forschungsteam vom JKI sind auf der Suche nach alternativen Bekämpfungsmethoden – und waren bereits erfolgreich. Ihre Untersuchungen zeigen, dass spezielle Duftstoffe dabei helfen können, den Sommerapfelblattsauger in Schach zu halten. Seit 2017 entwickeln die Forscherinnen und Forscher mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft und mit Partnern aus Forschung und Industrie praxistaugliche Strategien für einen umweltfreundlichen Pflanzenschutz. Dabei machen sie sich eine



Die Eier des Birnenblattsaugers sind meist ein schlechtes Vorzeichen. Der Schädling kann sich rasch vermehren und Pflanzen in großen Massen befallen.

besondere Vorliebe der Sommerapfelblattsauger zunutze. Diese überwintern auf Nadelbäumen und steuern erst im Frühjahr Apfelbäume an, um dort ihre Eier abzulegen. Die frisch geschlüpften Insekten wachsen auf dem Apfelbaum heran und werden nach einigen Wochen von einem Duftstoff angezogen, den nur mit Apfeltriebsucht infizierte Bäume absondern. Diesen kranken Apfelbäumen statten die Insekten einen Besuch ab und nehmen dort den Erreger auf – kurz bevor sie zum Überwintern wieder auf die Nadelbäume umziehen. Nach dem Winter wirkt der Mechanismus umgekehrt: Nun bevorzugen die Tiere gesunde Apfelbäume und überbringen so im Frühjahr ihre krank machende Fracht auf neue Bäume.

Beta-Caryophyllen heißt der Lockstoff, den die infizierten Bäume produzieren und damit neue Blattflöhe anziehen. Zusammen mit der Arbeitsgruppe von Prof. Anant Patel, einem Formulierer an der Fachhochschule Bielefeld, entwi-

ckelt das Team des JKI winzige Kapseln, die diesen Lockstoff enthalten. Doch damit nicht genug. „Attract and kill“ – also anlocken und töten – heißt das Prinzip, mit dem der Sommerapfelblattsauger dezimiert werden soll. Neben den biologisch komplett abbaubaren Kapseln, die im Frühjahr an ausgewählten Stellen der Plantagen versprüht werden und dort an den Blättern der Bäume haften bleiben, bringen die Forscherinnen und Forscher weitere Kapseln mit einem Pilz aus. Dieser befällt die angelockten Insekten und tötet sie innerhalb weniger Tage.

Noch feilt das Forschungsteam an den Feinheiten der Methode und probiert aus, wie Duftstoff und Pilz so effektiv wie möglich zusammenwirken können. Der Charme dieser Strategie liegt für Jürgen Gross vor allem darin, dass sie hochspezifisch wirkt. Der verwendete Pilz aus der Gruppe der Fliegentöterpilze ist nur für die Blattsauger tödlich und beeinträchtigt keine weiteren Insektenarten. In einer Freilandstudie, die zusammen mit der Universität Kopenhagen in Dänemark durchgeführt wurde, fingen die



Forscherinnen und Forscher Tausende Blattsauger und fanden drei Exemplare, die mit dem bis dahin unbekanntem Pilz infiziert waren. Dieser wurde in einem aufwendigen Prozess isoliert, im Labor vermehrt und schließlich auf künstlichen Nährmedien kultiviert. „Dafür mussten wir viel ausprobieren und hatten mit einem Nährboden, der Milch und Eigelb enthält, schließlich Erfolg“, verrät Jürgen Gross. Auch für Verwandte des Sommerapfelblattsaugers wie etwa den Birnenblattsauger oder den Pflaumenblattsauger, die ebenfalls bakterielle Krankheiten auf Obstbäume übertragen, möchte er nun ähnliche Verfahren entwickeln.

Mit Viren gegen Maden

Während Jürgen Gross mithilfe von Lockstoffen und Pilzen Pflanzen vor Krankheiten schützt, nutzt sein Kollege Prof. Johannes Jehle vom JKI in Darmstadt dafür Viren. Der Leiter des Instituts für Biologischen Pflanzenschutz arbeitet mit der gut erforschten Gruppe der Baculoviren, die ausschließlich Insekten



infizieren. Seit Jahrzehnten nutzt man beispielsweise das Apfelwicklergranulovirus weltweit sehr erfolgreich im Obstanbau, um den Apfelwickler zu bekämpfen. Die frisch geschlüpften Maden des Insekts fressen sich nach und nach bis zum Kerngehäuse der Frucht durch und sorgen so für große Ernteausfälle. Das Granulovirus wird kurz nach dem Schlupf in den Plantagen versprüht, infiziert die jungen Larven und tötet sie innerhalb weniger Tage. Auch hier gilt: Das Virus wirkt hochspezifisch und ist nur für den Apfelwickler tödlich. Die Geschichte des Apfelwicklergranulovirus ist eine Erfolgsgeschichte des biologischen Pflanzenschutzes. Allerdings gibt es seit Mitte der 2000er-Jahre ein Phänomen, das Sorge bereitet: Auf einigen Plantagen wirkt das Virus nicht mehr gegen die Insekten. Einige Apfelwicklerpopulationen haben Resistenzen gebildet. Vor allem für Ökobetriebe ist das verheerend, denn gegen die gefräßigen Maden gibt es kaum alternative Maßnahmen. „Den genauen Mechanismus der Resistenzbildung kennen wir noch

nicht“, erklärt Johannes Jehle. Schon kurz nach dem Auftreten der ersten Resistenzen untersuchte er mit seinem Team die betroffenen Plantagen und Populationen. „Es gibt mehrere Virusstämme des Apfelwicklergranulovirus und wir entdeckten, dass einige dieser Stämme immer noch wirksam sind“, sagt er. Mit diesen Erkenntnissen konnten neue Präparate für den biologischen Pflanzenschutz entwickelt werden, die auch gegen die resistenten Populationen des Apfelwicklers eingesetzt werden können. Damit ist die Gefahr zumindest vorerst gebannt. Dennoch behält Johannes Jehle das Thema aufmerksam im Blick. „Letztlich ist es ein Wettlauf gegen die Zeit“, erklärt der Biologe. Der Fall zeige, dass sich Organismen evolutionär anpassen und es immer wieder zu Resistenzbildungen kommt. Auf molekularer Ebene müsse nun untersucht werden, welche Gene und Mechanismen daran beteiligt sind und wie sie vererbt werden. In den Institutslaboren züchtet Johannes Jehle dafür sowohl Apfelwickler als auch Viren und testet, welche Virenstämme gegen verschiedene Apfelwicklerpopulationen einsetzbar sind. Heute können die Forscherinnen und Forscher schon anhand des Virusgenoms erkennen, ob der jeweilige Stamm Resistenzen des Apfelwicklers überwinden kann.

Unter Netzen in Deckung

Pflanzenschutz ohne Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ermöglichen auch mechanische Barrieren wie Folien oder Netze. Letztere werden beispielsweise gegen die invasive Kirschessigfliege eingesetzt, die vor etwa zehn Jahren von Südostasien nach Europa eingeschleppt wurde und massive Schäden im Obst- und Weinbau verursacht. Das JKI prüft aktuell in einem Projekt den optimalen Einsatz von besonders engmaschigen Netzen, durch die die kleinen Fliegen nicht hindurchschlüpfen können. Ob Viren, Pilze, Netze, Duft- oder Lockstoffe – das Repertoire des Pflanzenschutzes ohne Insektizide wächst stetig. „Diese Formen des Pflanzenschutzes machen zwar etwas mehr Arbeit“, resümiert Jürgen Gross, „aber der Gewinn ist eine höhere Artenvielfalt in den Anlagen.“ Denn durch weniger chemische Mittel haben zum Beispiel Vögel und Insekten wieder bessere Lebensbedingungen.

Von Heike Kampe



Die Kirschessigfliege befällt viele verschiedene Wild- und Kulturpflanzen mit weichschaligen Früchten – und kann sich sehr schnell vermehren. Um sie fernzuhalten, zeigen aber bereits einzelne seitliche Netzwände Erfolge. Noch besser sind Totaleinnetzungen, weil die Fliegen dann nicht von oben an die Pflanzen gelangen können.



Großbeeren

Helle Köpfe

Weiß, gelb, orange, grün, violett: Mit seinen bunten Ausprägungen gehört Blumenkohl zu den ältesten Kulturgemüsen der Welt. Wie er auch unter schwierigen klimatischen Bedingungen qualitativ hochwertig und nährstoffreich angebaut werden kann, erforscht ein Team des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ). Im Kooperationsprojekt „CarCauli“ mit der Hochschule für Landwirtschaft und Rohstoffe der Universität Teheran steht das Vorkommen von Carotinoiden im Mittelpunkt. Studien zeigen, dass diese sekundären Pflanzenstoffe altersbedingten Erkrankungen vorbeugen können (siehe S. 14-15). In den Pflanzen selbst sind sie an der Fotosynthese beteiligt oder verleihen ihnen in Form von Pigmenten ihre verschiedenen Farben, mit denen sie Bestäuber anlocken. Zunächst untersuchte das Team, welche sekundären Pflanzenstoffe überhaupt in den einzelnen Blumenkohlsorten vorkommen. In Feldversuchen beantworten sie nun die Frage: Wie reichern sich Carotinoide unter verschiedenen Bedingungen in den Blumenkohlsorten an? Erste Ergebnisse zeigen, dass sich die Lichtintensität auf den Carotinoid-Stoffwechsel auswirkt: So stieg der Gehalt an Carotinoiden im weißen Blumenkohl, wenn die Köpfe Schattierungen ausgesetzt waren, etwa durch Netze gegen Fraßfeinde. Im bunten Blumenkohl blieben die Werte gleich. An der Universität Teheran laufen aktuell weitere Untersuchungen, wie sich Wassermangel auf die Nährstoffqualität des Blumenkohls auswirkt. Dabei deutet sich an, dass das Gemüse gut unter Trockenstress angebaut werden kann. Mittelfristig sollen die Erkenntnisse dabei helfen, auch bei Trockenheit, hohen Temperaturen und starker Lichtintensität nährstoffreiches Gemüse anzubauen.

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) e. V.
Theodor-Echtermeyer-Weg 1 | 14979 Großbeeren
www.igzev.de

Müncheberg

Von der Krone bis zur Wurzel

Ananas voll und ganz verwerten – das ist Ziel eines Projekts, das das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V. in den Philippinen durchführt. Das Land ist der drittgrößte Ananasproduzent der Welt. Neben wenigen großen Plantagen multinationaler Marken sind die meisten Betriebe vor Ort familiengeführt und bedienen lokale Märkte. Weil die Verwertung der Ernterückstände für sie sehr aufwendig ist, lassen sie diese oft am Feldrand verrotten. Dabei könnten sie einen zusätzlichen Wert schaffen: Schale, Stängel und Krone der Ananas sind reich am Enzym Bromelain, das Eiweiß spaltet und zum Brauen, Backen oder zum Zartmachen von Fleisch eingesetzt werden kann. Blätter und Wurzeln können als Dünger dienen. Das Team des ZALF arbeitet deshalb an einer geeigneten Strategie zur Verwertung der Rückstände und will so dazu beitragen, die Bodenfruchtbarkeit, die Biomasseproduktivität und das Einkommen der kleinen Farmen nachhaltig zu verbessern.

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.
Eberswalder Straße 84
15374 Müncheberg
www.zalf.de



Karlsruhe

Neue alte Zwiebeln

Die Küchenzwiebel gehört zu dem meistverzehrteten Gemüse in Deutschland, das Angebot an heimischen Biozwiebeln kann jedoch die steigende Nachfrage nicht decken: Es fehlt zum einen an Wissen über die Eignung der vorhandenen Sorten für einen an den Standort angepassten Ökolandbau sowie über deren Ertragsstabilität – zum anderen oft an Saatgut solcher Sorten. Forscherinnen und Forscher des Max Rubner-Instituts und der Universität Hohenheim wollen daher im Projekt „ZwiebÖL“ herausfinden: Wie gut eignen sich alte Zwiebelsorten für den Ökolandbau? Und wie schneiden sie im Vergleich zu den vor allem im konventionellen Anbau genutzten Hybridsorten ab? Erste Ergebnisse zeigen, dass die alten Sorten ähnlich ertragreich sind wie die Hybridsorten. Aktuell prüft das Team die Lagerfähigkeit des Ernteguts – also ob und wann die Zwiebeln auskeimen und wie sich die Gehalte der Inhaltsstoffe verändern. Bewähren sich die alten Sorten, würde ihr Anbau zur Erhöhung der Biodiversität beitragen.

Max Rubner-Institut
Haid-und-Neu-Str. 9
76131 Karlsruhe
www.mri.bund.de

Quedlinburg

Wilde Rettung

Das sogenannte Spargel-Decline-Syndrom setzt dem beliebten Gemüse zu. Bei Erkrankung weisen die Spargelanlagen schon nach wenigen Jahren Ertragsverluste auf und müssen im schlimmsten Fall vorzeitig aufgegeben werden. Das Julius Kühn-Institut ging der Ursache auf den Grund und stieß dabei auf eine Viruskrankheit, der alle bisher existierenden Spargelsorten nichts entgegenzusetzen können. Verursacht wird sie durch das *Asparagus virus 1*. Hilfe kommt aus der Wildnis: In wilden Verwandten des Spargels konnte das Forschungsteam Virusresistenzen identifizieren und erfolgreich in etabliertes Zuchtmaterial des Kulturspargels einkreuzen. Diese Pflanzen können nun genutzt werden, um neue widerstandsfähige Sorten zu züchten.

Julius Kühn-Institut
Erwin-Baur-Str. 27 | 06484 Quedlinburg
www.julius-kuehn.de

Göttingen

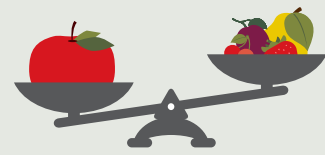
Einkaufen mit frischem Blick

Im Jahr 2020 sind Regionalität und gesunde Lebensmittel für die Menschen in Deutschland wichtiger geworden: Von April bis November ist die Zahl derer, die regionale Lebensmittel für eher wichtig oder wichtig halten, deutlich gestiegen. Das ergab eine Studie der Universität Göttingen zum Einkaufs- und Ernährungsverhalten während der Coronapandemie. Dass ihre Lebensmittel gesund sind, war im April 41 Prozent der Befragten wichtig, im November 55 Prozent. Außerdem ließ sich ein leichter Anstieg des Interesses am Kochen beobachten. So zeigten im April 23 Prozent der Befragten ein stärkeres Interesse am Kochen, im November waren es etwa 27 Prozent.

Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 5
37073 Göttingen
www.uni-goettingen.de

Gepflückt, nicht gerüttelt

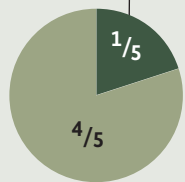
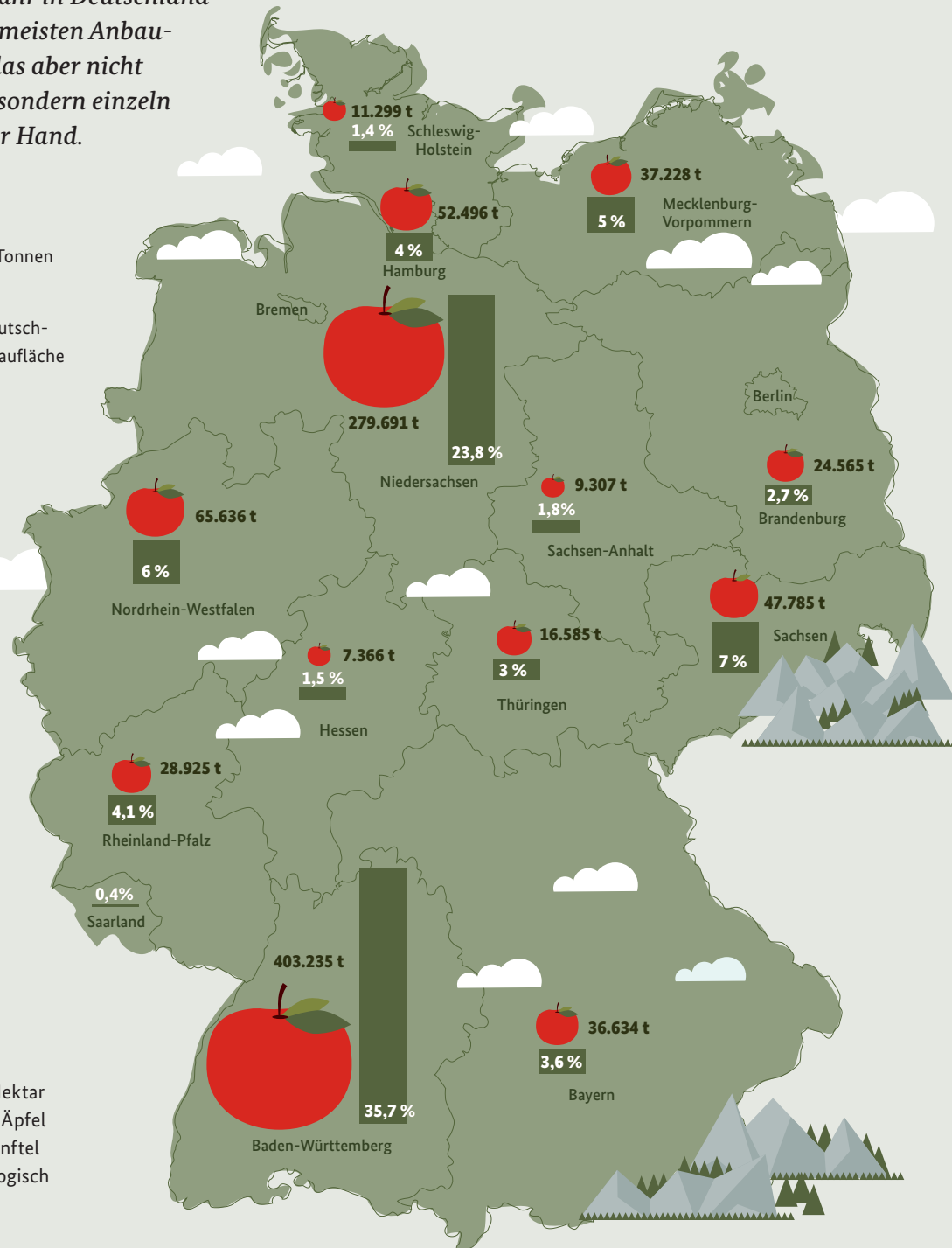
Die Deutschen lieben den Apfel. Das zeigt sich nicht nur in ihren Einkaufskörben, sondern auch im Anbau: Über eine Million Tonnen Äpfel wurden im vergangenen Jahr in Deutschland geerntet. Auf den meisten Anbauflächen geschah das aber nicht etwa maschinell, sondern einzeln mit viel Gefühl per Hand.



3/4 der geernteten Obstmenge in Deutschland sind Äpfel. Der Apfel ist damit die wichtigste Obstkultur hierzulande.

Legende:

- Erntemenge in Tonnen je Bundesland
- Anteil an der deutschlandweiten Anbaufläche für Äpfel

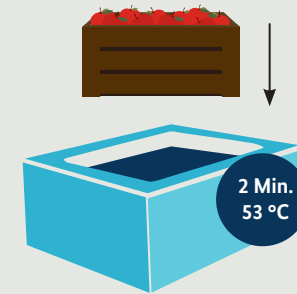


Auf insgesamt 33.905 Hektar werden in Deutschland Äpfel angebaut. Knapp ein Fünftel dieser Fläche wird ökologisch bewirtschaftet.

Richtig lagern



Die optimale Lagertemperatur liegt für die meisten Äpfel zwischen 0 und 2 Grad Celsius. Einige Sorten können sich über Monate gut halten, wenn es trocken, dunkel und kühl ist. Nur Frost mögen sie nicht.

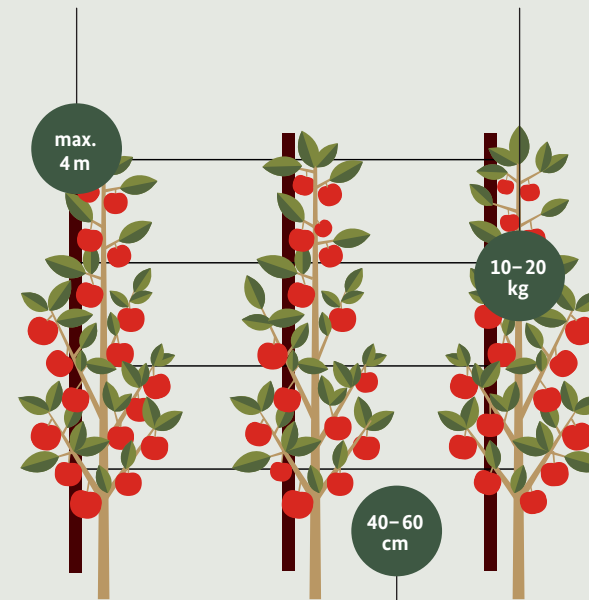


Ganze Apfelkisten zwei Minuten lang in 53 Grad warmes Wasser tauchen – das ist ein bewährtes, nicht chemisches Pflanzenschutzverfahren, um Äpfel vor dem Verfaulen zu schützen.

So wachsen Äpfel heute

Im typischen Apfelanbau, ob konventionell oder ökologisch, dominieren Apfelplantagen mit sogenannten niederstämmigen Bäumen. Diese wachsen nur maximal drei bis vier Meter in die Höhe.

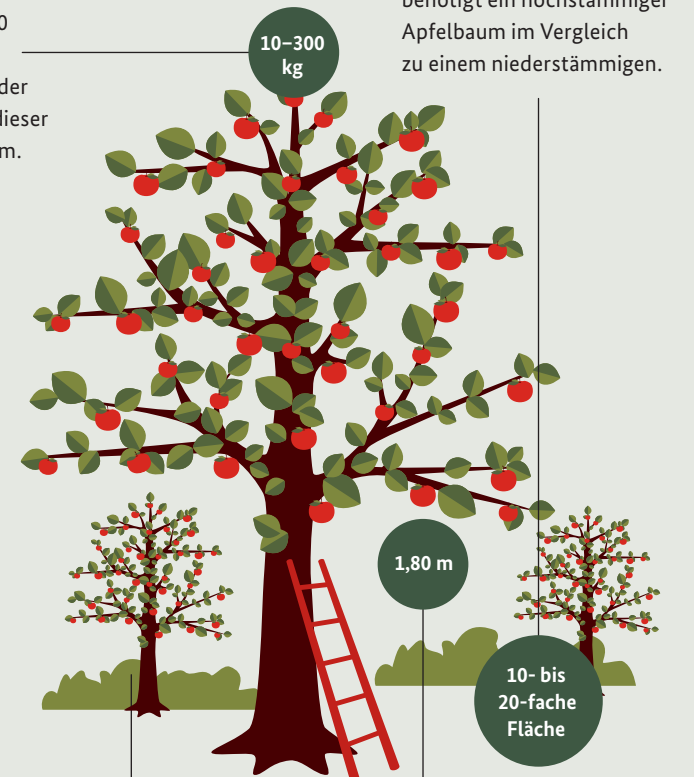
Ein hochstämmiger Baum wirft pro Jahr 10 bis 300 Kilogramm ab. Auf den Apfelzweigen der Plantagen wachsen in dieser Zeit 10 bis 20 Kilogramm.



Von Hand werden bis heute alle Tafeläpfel geerntet. Lediglich die sogenannten Industrieäpfel, die nicht direkt verzehrt, sondern zum Beispiel zu Most weiterverarbeitet werden, vertragen eine grobere Erntetechnik. Teils kommen dabei Maschinen zum Einsatz, die am Stamm rütteln und die Äpfel herabregnen lassen.

Auf Kniehöhe, bei etwa 40 bis 60 Zentimeter, wachsen die ersten Äpfel.

10- bis 20-mal mehr Platz benötigt ein hochstämmiger Apfelbaum im Vergleich zu einem niederstämmigen.



Auf Streuobstwiesen findet man auch noch die früher typischen hochstämmigen Apfelbäume. Meist handelt es sich um alte Obstsorten, die robust gegen Krankheiten und Parasiten sind. Ein großer Vorteil dieser Flächen ist zudem: Sie bieten Lebensräume für viele Tiere und Pflanzen.

Die ersten Äpfel befinden sich auf mindestens 1,80 Meter Höhe.



Auf Reisen frisch bleiben

Wie bleiben Gemüse und Obst auf ihrem Weg vom Feld zum Teller schmackhaft und frisch? In Potsdam erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dies für fast jede Frucht. Damit helfen sie auch, Lebensmittelverschwendung zu reduzieren.



Riechprobe für den Rucola: Mit speziellen Verfahren erfasst eine Forscherin des ATB, wie sich flüchtige Aromastoffe entwickeln und welche Fehleraromen bei der Lagerung entstehen.

Dr. Pramod Mahajan ist aus seiner indischen Heimat mit zahlreichen Mangosorten so vertraut wie Deutsche mit heimischen Äpfeln. Der Wissenschaftler liebt das Aroma der Südfrucht und weiß auch, was sie gar nicht mag. „Mangos dürfen nicht unter 13 Grad lagern“, sagt der Leiter der Arbeitsgruppe „Verpackung und Lagerung“ am Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB) in Potsdam. Wärmer sollte es hingegen auch nicht sein, jedenfalls nicht während ihres Transports aus Asien oder Afrika nach Europa. Sonst reifen und verderben die unreif geernteten kostbaren Früchte noch auf dem Schiff, bevor sie in den Handel gelangen. Um dies zu verhindern, herrscht in den Kühlcontainern an Bord eine kontrollierte Atmosphäre: Temperatur, Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt werden so eingestellt, dass die Mangos unterwegs „in einen Tiefschlaf fallen“, so Pramod Mahajan. Ihr Stoffwechsel fährt herunter. Bis zu zwei Monate lang kann der Reifeprozess von Mangos oder auch Bananen quasi angehalten werden. Erst kurz vor

dem Ziel, dem Handel oder der Gastronomie, wird er dann durch höhere Temperaturen, mehr Sauerstoff und Zugabe des natürlichen Reifegas Ethylen gezielt eingeleitet. Gemüse und Obst von der Ernte über den häufig wochenlangen Transport punktgenau reif in den Handel zu bringen, ist

Bis zu zwei Monate kann der Reifeprozess angehalten werden.

ein schwieriges Unterfangen. Für den Aufbau und die Logistik ist das Know-how des ATB immens wertvoll. Die Forscherinnen und Forscher analysieren zum einen die optimalen Bedingungen, unter denen die Produkte im Lager und unterwegs in Containern ihre Frische und er-

nährungsphysiologischen Eigenschaften bewahren. Darüber hinaus entwickelt das Institut maßgeschneiderte Verpackungen, die Gemüse und Obst möglichst lange angeht und nährstoffreich halten.

Das richtige Klima schaffen

Der Mango widmete sich Pramod Mahajans Team vor Kurzem im Forschungsprojekt „iPosTech“. Die Forscherinnen und Forscher wollten herausfinden, unter welchen Lagerbedingungen die auch in Europa zunehmend nachgefragte Sorte Shelly Mango eine mehrwöchige Reise auf dem Containerschiff optimal übersteht. Mahajans Team arbeitete dazu mit der Tshwane University of Technology in Südafrika zusammen.

Der Kooperationspartner schickte per Flugzeug unreife Exemplare aus Südafrika in das ATB-Labor. Dort setzte das Team die Früchte in einem Kühlhaus in sieben Minicontainern wie auf Schiffen jeweils unterschiedlichen Gasmischungen aus. Die Forscherinnen und Forscher führten

sensorische Tests durch und analysierten Qualität, Optik, Festigkeit, Farbe sowie Textur der jeweiligen Mango-Charge. Das Ergebnis: Bei 13 Grad, einem Sauerstoffanteil von fünf bis acht Prozent und einem Kohlendioxidanteil von fünf bis neun Prozent in der Luft bewahren die Shelly Mangos ihre Qualität am längsten, insgesamt bis zu sechs Wochen. Das deckt sich mit den Vorlieben anderer Mangosorten.

Für den Reifeprozess ist die Zusammensetzung des Gases im Container entscheidend. Gemüse und Obst atmen nach der Ernte weiter und beginnen zu verderben. Die pflanzlichen Produkte verstoffwechseln Sauerstoff zu Kohlendioxid, produzieren Wärme, Wasserdampf und das Reifegas Ethylen. Dieser Prozess lässt sich verlangsamen: durch niedrige Lagertemperaturen, den Entzug des Reifegas Ethylen im Container und einen stark verringerten Sauerstoffgehalt in der Luft. Das gilt nicht nur für Lagercontainer, sondern

auch für einzelne Verpackungen. In ihnen helfen zusätzlich zugeführte Gase wie Stickstoff und Kohlendioxid, die Haltbarkeit des Inhalts zu verlängern.

Kluge Verpackungen reduzieren Lebensmittelabfälle

Ebenso wie Apfelsinen oder Paprika sind Mangos in der Regel robust genug, um ohne Verpackung in den Handel zu gelangen. Druckempfindliche und extrem wasserhaltige Produkte wie Beeren könnten hingegen kaum auf einen zusätzlichen Schutz verzichten, erklärt Dr. Guido Rux, der ebenfalls am ATB forschet. Rux nennt drei natürliche Prozesse, die Gemüse und Obst ungenießbar werden lassen. Bakterien und Pilze, die zum Beispiel über Hände übertragen werden, können die Produkte verderben lassen. Außerdem lässt eine offene Lagerung die Ware austrocknen. Und darüber hinaus führt der natürliche Abbau von Inhaltsstoffen dazu, dass Gemüse und

Obst mit der Zeit an Geschmack und vor allem an Vitaminen verlieren.

Durch Verpackungen lassen sich diese Prozesse zumindest verlangsamen. Für einen Rucola-Produzenten optimierte das Potsdamer Team eine mit Folie überzogene Schale so, dass sich die Haltbarkeit der langen Blätter um mehrere Tage verlängerte. Ausschlaggebend dafür war die Gaszusammensetzung in der Verpackung, die wiederum durch eine Reihe von Perforationslöchern in der Folie gesteuert wird. Rucola ist sehr empfindlich: Das Salatgewächs welkt nach der Ernte rasch, wird unansehnlich und damit unverkäuflich. Luftdichte Folien könnten es vor dem Austrocknen schützen, fördern jedoch das Wachstum von anaeroben Mikroorganismen, die auch ohne Sauerstoff gedeihen. Ohne Luftaustausch beginnt die Salatpflanze zu verfaulen. Das ATB fand neben der optimalen Packgasmischung heraus, wie viele der kleinen Löcher eine Rucola-Verpackung exakt benötigt, damit eine



Alles gut da drin? Der Gasanalysator misst Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt in Verpackungen, um herauszufinden, mit welcher Gasmischung Rucola am längsten frisch bleibt.

„Regionale Tomaten kann man anders verpacken als Früchte aus Andalusien.“

Dr. Guido Rux, Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie

optimale Menge an Kohlendioxid entweichen und Sauerstoff einströmen kann. Dies ist nur ein Beispiel. Mit einem Simulationsprogramm können die Forscherinnen und Forscher am Computer die Atmungsprozesse von rund 40 Gemüse- und Obstsorten modellieren und die jeweils angepasste Verpackung ermitteln: Wie groß sollte sie sein, mit welchem Gasgemisch gefüllt, welche Perforierung sollte die Abdeckungsfolie aufweisen und wie kühl sollte man sie lagern? Vor Kurzem fügten sie ihrem etablierten Modell auch die Komponente der feuchtigkeitsabsorbierenden Verpackungen hinzu. Auch wenn Verbraucherinnen und Verbraucher Verpackungen zunehmend kritisch gegenüberstehen, seien sie für viele Produkte unumgänglich, sagt der Lebensmitteltechnologie Guido Rux. „Auf dem Markt kann man frisch geerntete Champignons unverpackt anbieten. Doch wenn es vom Feld bis zum Laden einige Tage dauert, sind die Wasserverluste zu hoch.“ Die Pilze werden runzelig und verlieren an Geschmack. Im Supermarkt bleiben sie oft liegen und enden nicht selten als Müll. Wie die jeweils optimale Verpackung aussieht, hängt von den Eigenschaften des einzelnen Produktes ab: Druckempfindliche Himbeeren schützt man am besten mit stabilen und feuchtigkeitsabsorbierenden Verpackungen gegen Beschädigungen, Wasserverlust und Schimmel. Gurken sind robust, bleiben eingeschweißt aber länger frisch, das hat das ATB ebenfalls untersucht. Ohne Folie verlieren sie bei einer Raumtemperatur von 20 Grad in sieben Tagen etwa 30 Prozent Wasser. Eingeschweißt seien es nur sechs Prozent, sagt Guido Rux.

Wie die jeweils optimale Verpackung aussieht, hängt von den Eigenschaften des einzelnen Produktes ab: Druckempfindliche Himbeeren schützt man am besten mit stabilen und feuchtigkeitsabsorbierenden Verpackungen gegen Beschädigungen, Wasserverlust und Schimmel. Gurken sind robust, bleiben eingeschweißt aber länger frisch, das hat das ATB ebenfalls untersucht. Ohne Folie verlieren sie bei einer Raumtemperatur von 20 Grad in sieben Tagen etwa 30 Prozent Wasser. Eingeschweißt seien es nur sechs Prozent, sagt Guido Rux.

Die Atmung der Äpfel am Computer sichtbar machen: Ein am ATB entwickeltes mobiles Sensorsystem misst die Atmungsaktivität von Gemüse und Obst.



Weite Wege machen Müll

Auch die Länge des Transportwegs spielt eine Rolle. „Regionale Tomaten kann man anders verpacken als Früchte aus Andalusien. Da reicht schon mal eine Pappschale“, sagt Rux. Dabei gilt: Je teurer ein Produkt im Handel ist, desto mehr darf sein Schutz kosten. Ein Fokus des ATB liegt auf recyclefähigen und ressourcenschonenden Verpackungen, unter anderem aus biobasierten Materialien wie Cellulose oder Polymilchsäure (PLA). Es geht darum, umweltfreundlichere Alternativen zu Plastikfolien und -schachteln zu finden, um die Ökobilanz so günstig wie möglich zu halten. Eine relativ neue Methode ist das sogenannte Coating, ein aus natürlichen Substanzen bestehender essbarer oder abwaschbarer Schutzfilm, der über ein Tauchbad auf geeignete Gemüse- und Obstsorten aufgetragen wird. Auch daran arbeitet das ATB aktuell. Wenig Abfall lautet das Ziel, sowohl was die Verpackung als auch den Inhalt betrifft. Denn einer der wichtigsten Gründe für Gemüse- und Obstverpackungen liegt darin, Lebensmittelverschwendung zu



Im Labor entnimmt eine Mitarbeiterin das von Früchten gebildete, reifungsbeschleunigende Hormon Ethylen, das beim Lagern oft zu Qualitätsverlusten führt.

Wie atmet die Paprika? Über Schläuche wird ein Glas mit verschiedenen Gaszusammensetzungen befüllt, um die Reaktion des Stoffwechsels zu messen.

verringern. Und die ist nach wie vor ein globales Problem. Ein 2021 erschienener Bericht des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) schätzt, dass 17 Prozent der weltweiten Lebensmittelproduktion als Abfall enden, davon elf Prozent in Haushalten, fünf Prozent in Restaurants und Kantinen und zwei Prozent im Handel. Laut Studien im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aus den Jahren 2017 und 2019 entsorgt jede und jeder Deutsche im Jahr 75 Kilogramm Lebensmittel. 34 Prozent davon sind allein frisches Gemüse und Obst. Nicht selten verderben Produkte, die über Wochen während des Transports unter optimalen Bedingungen frisch gehalten wurden, ganz zum Schluss im heimischen Kühlschrank. Ob unrealistische Einkaufsplanung, zu kühl, zu warme oder zu lange Lagerung: Was am Ende des oft langen Transportwegs im Privathaushalt mit dem Gemüse und Obst geschieht, ob es auf dem Teller oder im Abfall landet, darauf kann das ATB nicht einwirken. Fest steht, dass mit jedem weggeworfenen Apfel oder Salatkopf auch sämtliche in ihm steckende Ressourcen, vom Anbau über den Transport bis zum Handel, verschwendet werden. „Die letzte Meile ist die wichtigste“, sagt deshalb Pramod Mahajan. Auf ihr sind die Verbraucherinnen und Verbraucher gefragt.

Von Petra Krimphove



DIE FORSCHUNGSFRAGE

Gärtnern wir in Zukunft in die Höhe?

Vertical Farming gilt als eine Anbaumethode der Zukunft, um den Bedarf an pflanzlichen Lebensmitteln weiterhin zu decken. Über die Vorzüge und Herausforderungen spricht Dr. Diana Bunzel.

Frau Bunzel, was ist Vertical Farming?

Beim Vertical Farming wird die Vertikale, also die Höhe ausgenutzt, um mehr Pflanzen pro Fläche anzubauen. Dabei gibt es ganz unterschiedliche Anlagentypen: Große Farmen mit 15 oder mehr Ebenen, aber auch kleine Systeme, die in eine Küchenzeile passen – und nach dem gleichen Prinzip funktionieren: Automatisierte Systeme versorgen die Pflanzen in einem geschlossenen Kreislauf passgenau und bedarfsgerecht mit Wasser und Nährstoffen. Die Kultivierung erfolgt erdelos und statt Sonnenlicht kommt LED-Licht zum Einsatz. So kann der Anbau unabhängig von klimatischen Bedingungen erfolgen – und genau dort, wo die Pflanzen gebraucht werden, zum Beispiel direkt im urbanen Raum.

Welche Pflanzen eignen sich für diese Methode?

Theoretisch alle. Entscheidender ist aber: Welche Pflanzen lassen sich wirtschaftlich erzeugen? Momentan konzentriert sich der Anbau auf Salate, Kräuter und sogenannte Microgreens, also junge Sprösslinge verschiedenster Pflanzen, die nach wenigen Tagen verzehrt werden können. Diese lassen sich verhältnismäßig leicht kultivieren und ermöglichen viele Ernten im Jahr. Ebenfalls wirtschaftliches Potenzial haben Pflanzen, aus denen sich natürliche Aroma- oder Farbstoffe für Lebensmittel gewinnen lassen oder Medizinpflanzen.

Beeinflusst diese Anbaumethode auch die Inhaltsstoffe oder die Qualität?

Genau diesen Fragen gehen wir am Max Rubner-Institut nach. Wir richten den Blick auf wertgebende Inhaltsstoffe wie Vitamine, aber auch auf unerwünschte, und versuchen, deren Profile möglichst umfassend zu analysieren. Auch die mikrobiologische Qualität steht im Fokus. Unabhängig vom Anbausystem: Die Produktqualität hängt von verschiedenen Faktoren wie Sorte, Klima, Licht, Wasser- und Nährstoffversorgung ab. Vertical Farming hat zumindest das Potenzial, qualitativ besonders hochwertige Produkte über das ganze Jahr hinweg zu erzeugen. Neben Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wasser- und Nährstoffversorgung – die sich ja auch im Gewächshaus regeln lassen – wird hier auch das Licht exakt kontrolliert. Das heißt, man kann auch die Lichtqualitäten und -intensitäten sowie Belichtungszeiten optimal steuern.

Was sind dabei die größten Herausforderungen?

Wichtigstes Thema bleibt die Reduktion des Energieverbrauchs. Der CO₂-Fußabdruck vieler vertikaler Farmen ist noch zu hoch. Wichtig für mehr Nachhaltigkeit wäre daher die Verwendung klimafreundlicher Energiequellen.

Fruchtbarer Boden wird weltweit immer knapper: Ist Vertical Farming die Lösung für dieses Problem?

Es ist zumindest ein möglicher Lösungs-

ansatz, der flächenschonend und auch wassersparend ist. Zudem werden Gewässer oder Böden nicht mit Pflanzenschutzmitteln oder überschüssigen Düngemitteln belastet. Es braucht grundsätzlich neue Ansätze, wie wir ressourcen- und umweltschonender Lebensmittel erzeugen können. Und gleichzeitig sicherstellen, dass ausreichend Lebensmittel produziert werden. Ich glaube zwar nicht, dass wir in Zukunft nur noch in die Höhe gärtnern. Aber vertikale Systeme werden neben den klassischen Anbaumethoden ihren Platz finden und diese ergänzen.



Dr. Diana Bunzel ist Wissenschaftlerin am Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse am Max Rubner-Institut und leitet den Laborbereich Neue Produktionssysteme. Dazu gehört auch Vertical Farming. Wie diese Anbaumethode aussehen kann, ist hier im Hintergrund zu sehen.

Das Gespräch führte Martin Sattler.



Alles im Blick

Wie gelingt es, eine wachsende Bevölkerung gut zu ernähren – und dabei auf die Folgen des Klimawandels zu reagieren? Mit welchen Mitteln lässt sich fairer Handel gewährleisten? Und wie kommen Waren sicher von einem Kontinent zum anderen? In der nächsten Ausgabe der forschungsfelder lesen Sie, wie die Wissenschaft neue Lösungen für globale Herausforderungen entwickelt.

Impressum

forschungsfelder

Das Magazin wird herausgegeben vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

Fachliche Betreuung, Steuerung: BMEL-Referat MK2, Öffentlichkeitsarbeit
V. i. S. d. P.: Dr. Michaela Nürnberg, Dorothea Schildt
Konzept, Redaktion, Gestaltung: neues handeln AG
Alexandra Resch (Ltg.), Nannette Rimmel, Sabrina Strecker, Laura Theuer, Angela Matern (AD), Charlotte Matern, Carolin Apitzsch
Bildredaktion: Studio Stauss, Berlin

Fotos und Illustrationen, wenn nicht anders angegeben: Titel und Rücktitel: Installation Darren Bader, Foto: Digital image Whitney Museum of American Art/Licensed by Scala; Seite 24/25 (Forschungslandschaft): Lemberg Vector studio, kuroksta, Doloves, MicroOne, Maxim Cherednichenko, Val_Zar/Shutterstock
Litho: Twentyfour Seven, Berlin
Druck: Prinovis GmbH & Co. KG, Dresden

Wenn Sie dieses Magazin bestellen möchten:
Bestell-Nr.: BMEL20078
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Telefon: 030 18 272-27 21
Fax: 030 1810 272-27 21
Schriftlich: Publikationsversand der Bundesregierung, Postfach 48 10 09, 18132 Rostock
Printed in Germany



Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

