

04 2021 | 4,50 EUR

# ERNÄHRUNG

IM FOKUS Zeitschrift für Fach-, Lehr- und Beratungskräfte



**Ernährung und Immunsystem  
Immunologie und Darmmikrobiota**

# Ernährungstherapie bei Diabetes mellitus

**Beratung bei nicht-insulinpflichtigem Diabetes mellitus Typ 2 –  
Zielgruppe: Migrantinnen und Migranten mit türkischem  
kulturellem Hintergrund**

Wenn Menschen aus anderen Herkunftsländern stammen, kann es hilfreich sein, mehrsprachliches Material für die Beratung und Schulungen vorliegen zu haben. Zudem kann die Beratungskraft besser auf die Zielgruppe eingehen, wenn sie mit kulturellen Besonderheiten und Ernährungsgewohnheiten vertraut ist.

Grundlage des Ergänzungsmoduls für die Ernährungsberatung/-therapie von Menschen aus türkischen Herkunftskontexten mit Diabetes mellitus Typ 2 ist das gemeinsam von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) und dem Bundeszentrum für Ernährung (BZfE) herausgegebene Medienpaket „Ernährungstherapie bei Diabetes mellitus. Beratung bei nicht-insulinpflichtigem Diabetes mellitus Typ 2.“

Die zum kostenlosen Download bereitgestellten Materialien des Ergänzungsmoduls bestehen aus einem Beratungsleitfaden, Vorlagen, Fotokarten zum Ausdrucken und Informationen zum Weitergeben.

Der Beratungsleitfaden beinhaltet einen kurzen Überblick über die türkische Küche und ihre Tradition sowie über die unterschiedlichen Familienkulturen mit Themen wie Übergewicht und Energiezufuhr, Mahlzeitenstruktur, Feste und Feiern, soziale Faktoren, religiöse Aspekte, Urlaub sowie Ideen für die Vorbereitung auf das Beratungsgespräch. Eine Übersicht zu in der türkischen Küche häufig verwendeten Lebensmitteln und Speisen bietet einen Einblick in die vielfältige Esskultur.

Für die Ernährungstherapie wurden ausgewählte Vorlagen und Infoblätter zum Weitergeben in die türkische Sprache übersetzt. Zusätzlich helfen Fotokarten mit Lebensmitteln, die besonders häufig in der türkischen Küche Verwendung finden, die Beratungsinhalte zu vermitteln.

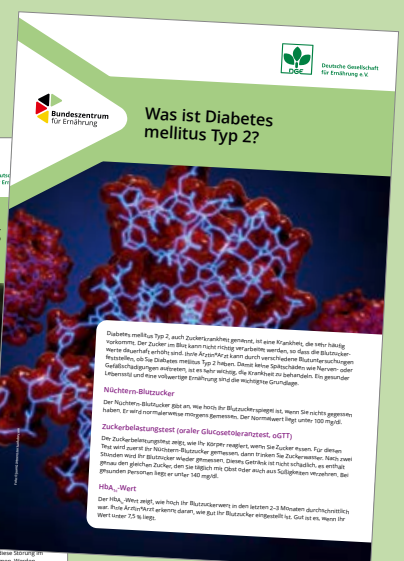
Das Beratungsmodul entstand mit fachlicher Unterstützung der Deutschen Diabetesgesellschaft (DDG) und des Verbands der Diätassistenten - Deutscher Bundesverband e. V. (VDD).

## Bestandteile des Moduls

1 Leitfaden, 6 Arbeitsvorlagen, 7 Patienteninfos, 17 Fotokarten



Bestell-Nr. 0044  
Zum kostenlosen Download  
[www.ble-medien-service.de](http://www.ble-medien-service.de)



# ERNÄHRUNG

04 2021

## IM FOKUS

Zeitschrift für Fach-, Lehr- und Beratungskräfte

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Winterzeit – Erkältungszeit – Coronazeit ... Spätestens seit dem Auftauchen der neuen Virusvariante Omikron und den jüngsten Einschränkungen kann vielen Menschen diese Assoziationskette wie ein wenig erfreulicher „Blick in die Zukunft“ vorkommen. Niemand möchte sich infizieren und krank werden. Was können wir also tun, um unser Immunsystem zu stärken? Welche Faktoren bestimmen, ob wir gesund bleiben oder krank werden?

Neuere Erkenntnisse der Wissenschaft weisen darauf hin, dass die Mikrobiota des Menschen – und besonders die Darmmikrobiota – erstaunliche Wirkungen auf die Gesundheit hat. Darmbakterien können zum Beispiel Verdauung, Immunsystem und Psyche merklich beeinflussen. Und die Darmmikrobiota – obwohl individuell geprägt – kann sich offenbar relativ flexibel an neue Kostformen anpassen. Das bedeutet für uns, dass wir in der komfortablen Lage sind, über unsere Ernährungsweise und unseren Lebensstil das Immunsystem ein Stück weit stärken zu können – allerdings sind dafür längerfristige Umstellungen notwendig. Untrennbar gehören auch ausreichend Bewegen und Entspannen dazu – und natürlich Genießen!

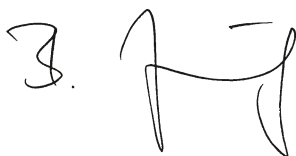
Gerade hat eine weitere Studie gezeigt, dass Schokolade unsere Psyche stärken und depressiven Verstimmungen vorbeugen kann. Wenn das keine gute Nachricht ist! Ein kleiner Wermutstropfen mag für manche dabei sein: Um die gewünschte Wirkung zu erzielen, muss die Schokolade mindestens 85 Prozent Kakao enthalten (was sie tatsächlich recht herb schmecken lässt). Warum genau der Kakaoanteil so wichtig ist, erfahren Sie in unserer Rubrik „Wissen“.

Was Sie sonst noch tun – oder lassen – können, um die Immunfunktion positiv zu beeinflussen, lesen Sie in den verschiedenen Themenbeiträgen. Schützt zum Beispiel Vitamin D vor einer Infektion mit dem Coronavirus? Das diskutieren wir in dieser Ausgabe ausführlich. Auch Anwendungen aus der ayurvedischen Lehre sowie gezielte Stressbewältigung können unseren Autorinnen und Autoren zufolge die Infektabwehr unterstützen.

Mein persönliches Geheimrezept in dieser wie auch in anderen herausfordernden Situationen stammt aus meinem Poesiealbum der Grundschulzeit. Ein Mitschüler riet mir damals: „*Mach es wie die Sonnenuhr – zähl die heit'ren Stunden nur!*“ Bis jetzt hat das ganz gut geklappt!

Daher wünsche ich auch Ihnen, dass die Sonne intensiv für Sie scheint und dass Sie viel Neues und Interessantes in unserer Winterausgabe entdecken!

Ihre





# INHALT

## Ernährung und Immunsystem

**254**



245 **EDITORIAL**

248 **KURZ & KNAPP**

250 **NACHLESE**

### SCHWERPUNKT

254 Ernährung und Immunsystem

262 Immunologie und Darm-  
mikrobiota

268 COVID-19 und Vitamin D:  
Zwischen Hype und Hope

276 **LEBENSMITTELRECHT**

279 **Zwischenruf**

Mit Vitaminen & Co. gegen COVID-19?

280 **WISSEN**

### WUNSCHTHEMA

284 Ernährung und Immunsystem  
im Ayurveda



**284**

## Ernährung und Immunsystem im Ayurveda

## Stress verstehen – Stress reduzieren

292



308

## Psychoneuroimmunologie

### FOKUS NACHHALTIGKEIT

#### Wo bleibt die Trendwende im globalen Ernährungssystem?

290

Der United Nations Food System Summit 2021

### FORSCHUNG & PRAXIS

#### Stress verstehen – Stress reduzieren

292

#### Lebensmittel als disperse Systeme

295

Emulsionen, Suspensionen und Schäume

#### #easyfoodbw

300

Zielgruppengerechte, außerschulische Ernährungsbildungsangebote für junge Erwachsene

#### Einfach ein gutes Immunsystem!

304

#### Spannende Zeiten für die Ernährungsforschung

306

Joint Programming Initiative – A Healthy Diet for a Healthy Life

#### Psychoneuroimmunologie

308

Eine moderne Version der Psychosomatik

### BÜCHER

310

### AUS DEM BZfE

312

### VORSCHAU/IMPRESSUM

313



## Wettbewerb: Mit Resilienz durch Krisen – was Familien und Haushalte stark macht!

Anlässlich des Welthauswirtschaftstages 2022 schreibt die Deutsche Sektion der International Federation for Home Economics (IFHE) einen Wettbewerb aus. Gesucht werden Good-Practice-Beispiele zur Resilienz in Krisensituationen. Auf diese Weise macht die IFHE auf die Bedeutung der Hauswirtschaft für die Bewältigung des Alltags und zur Verbesserung der Lebensqualität aller Menschen aufmerksam.

Bewerben können sich Personen, Institutionen, Organisationen oder Vereine sowie Bildungseinrichtungen für alle Alters- und Fachgruppen, die Projekte in Verbindung mit hauswirtschaftlichen Kompetenzen durchführen und damit die Resilienz von Familien und Haushalten stärken.

Für eine Bewerbung den „Steckbrief“ ausfüllen und fristgerecht an [dgh@dghev.de](mailto:dgh@dghev.de) mit dem Betreff „Wettbewerb Resilienz“ senden. Zusätzliche Materialien wie Links, Videos oder Fotos können in digitaler Form eingereicht werden (max. 5 MB).

**Bewerbungsschluss ist der 31. Januar 2022**

Unter allen Einreichungen wird eine Jury die besten Praxisbeispiele ermitteln. Die Gewinnenden des ersten und zweiten Plat-

zes erhalten jeweils eine Freikarte für den Deutschen Hauswirtschaftskongress im Mai 2022 im Schloss Herrenhausen in Hannover.

Die Projekte werden rund um den Welthauswirtschaftstag am 21. März 2022 über verschiedene Social-Media-Kanäle, in der hauswirtschaftlichen Fachpresse und bei Veranstaltungen vorgestellt und somit deutschlandweit und international bekannt gemacht. Alle Teilnehmenden haben so die Chance, ihr Netzwerk auch in andere Fachdisziplinen zu erweitern. Herausragende Projekte werden mit einem Büchergutschein ausgezeichnet.

●  
IFHE

**Weitere Informationen:**

<https://t1p.de/WHED>



## Apfelbäume vererben ihr Mikrobiom

**Ebenso wie Menschen und Tiere haben auch Pflanzen ein eigenes Mikrobiom.**

Mikroorganismen wie Pilze und Bakterien helfen Pflanzen dabei, sich vor Krankheiten zu schützen, Nährstoffe besser zu verwerten und Umweltstress auszuhalten. Eine neue Studie zeigt, dass Pflanzen ihr Mikrobiom an ihre Nachkommen weitergeben. So beherbergen DNA-Untersuchungen zufolge eng verwandte Apfelbäume auch ähnliche Bakterien- und Pilzspezies, die sie von ihren gemeinsamen Vorfahren übernommen haben. Sowohl die Vielfalt als auch die Anzahl der Mikroorganismen war bei kultivierten Äpfeln und ihren Vorfahren höher als bei wilden Arten. Das widerspricht der verbreiteten Annahme, dass Kultivierung zu einem Rückgang der mikrobiellen Vielfalt führt. Die neuen Erkenntnisse eröffnen Züchtungsstrategien, die dabei helfen könnten, Obst und Gemüse fit für die Herausforderungen des Klimawandels zu machen. Neben konventionellen Züchtungsmethoden und grüner Gentechnik könnten dabei auch Strategien helfen, die beim Mikrobiom der Pflanzen ansetzen. Dieser Bereich ist allerdings bislang wenig erforscht.

●  
Elena Bernard, *wissenschaft.de*

Quelle: Abdelfattah A (Technische Universität Graz) et al.: *New Phytologist*; doi: 10.1111/nph.17820

## Mikrobieller Fußabdruck von Großstädten

**Urbane Mikrobiome verschiedener Großstädte weltweit zeigen neben einem allen gemeinsamen Kernbestand an Bakterienarten auch individuelle Unterschiede. Veränderungen dieser Ökosysteme könnten frühzeitige Informationen über Infektionsrisiken und drohende Epidemien liefern.**

Für ihre Studie wählten die Forschenden vom Weill Cornell Medical College in New York 60 Großstädte aus. Dazu zählten New York, Brisbane, Hongkong, Tokio, Kuala Lumpur, Hanoi, Wien, Oslo und Berlin. Zu jeweils drei verschiedenen Zeiten zwischen 2015 und 2017 wurden insgesamt 4.728 Abstrichproben aus Bussen und Bahnen von Sitzen, Bänken, Geländern, Drehkreuzen und Fahrkartenverkaufsstellen gesammelt. Durch DNA-Analysen identifizierten die Wissenschaftler 4.246 bekannte Mikrobenarten sowie 748 bisher unbekannte Bakterien- und mehrere Tausend unbekannte Virusarten.

31 Bakterienarten, darunter Staphylokokken, Pseudomonaden und Mikrokokken, waren in 97 Prozent der Proben aller Städte nachweisbar. Sie unterschieden sich von den Artenspektren, die für Bodenbakterien und Bakterien des menschlichen Körpers charakteristisch sind. Das in allen Städten am häufigsten gefundene Bakterium war *Cutibacterium acnes* (frühere Bezeichnung: *Propionibacterium acnes*), ein Hautbakterium, das an der Entstehung von Akne beteiligt ist. Unter den Stadtmikroben fanden sich zudem Arten von *Streptococcus*, *Klebsiella*, *Enterobacter* und anderen, die als potenzielle Infektionserreger medizinisch relevant sind.

Welche Faktoren für diese Unterschiede und für die unterschiedlichen Keimspektren der Städte verantwortlich sind, ist noch nicht untersucht.

●  
© *Wissenschaft aktuell* – Dr. Joachim Czichos

Quelle: Danko D et al.: A global metagenomic map of urban microbiomes and antimicrobial resistance. *Cell*; doi: 10.1016/j.cell.2021.05.002



## Rund 160 Milliarden Euro Bildungsinvestitionen aus öffentlicher Hand

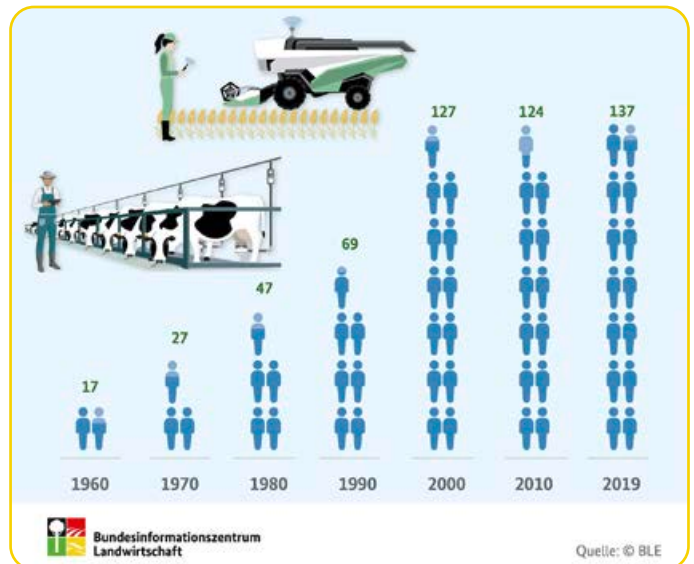
Die Bildungsausgaben von Bund, Ländern und Gemeinden sind im Jahr 2020 auf 159,6 Milliarden Euro gestiegen. Das waren rund 9,1 Milliarden Euro oder sechs Prozent mehr als 2019. In die Schulen floss 2020 mit 76,8 Milliarden Euro knapp die Hälfte (48,1 %) der öffentlichen Bildungsausgaben. 36,2 Milliarden Euro entfielen auf die Kindertagesbetreuung (22,7 %) und 33,2 Milliarden Euro auf die Hochschulen (20,8 %) (*Bildungsfinanzbericht 2021*).

Die Länder gaben 111,8 Milliarden Euro aus und finanzierten mit 70,1 Prozent einen Großteil der öffentlichen Bildungsausgaben. Gegenüber dem Vorjahr stiegen die Ausgaben der Länder um 6,6 Milliarden Euro (+6,2 %). Der Bund erhöhte seine Ausgaben um 3,5 Milliarden Euro (+35,2 %) auf insgesamt 13,4 Milliarden Euro. Zurückzuführen ist der starke prozentuale Anstieg der Bundesausgaben überwiegend auf Zuweisungen des Bundes an verschiedene Sondervermögen für Kindertagesbetreuung, Schulen und Bildungsförderung. Auf kommunaler Ebene lässt sich dagegen ein leichter Ausgabenrückgang beobachten. 2020 haben die Gemeinden insgesamt 34,4 Milliarden Euro und damit knapp 1 Milliarde Euro weniger für Bildung ausgegeben (-2,7 %) als 2019.

Auch im Bildungswesen war das Jahr 2020 stark von der Coronapandemie geprägt. Schwerpunkte der Investitionen der öffentlichen Haushalte im Bildungswesen stellten unter anderem Digitalisierung, Umsetzung von Hygienekonzepten, Schaffung zusätzlicher Bildungs- und Betreuungsangebote sowie die Kompensation unvorhergesehener Mindereinnahmen dar. ●

destatis

**Weitere Informationen:** *Bildungsfinanzbericht 2021*



## Wie viele Menschen ernährt ein Landwirt?

Die Effizienzsteigerungen der Landwirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten sind enorm. Heute kann ein Landwirt 137 Menschen ernähren – fast doppelt so viele wie noch 1990. Seit 1960 hat sich diese Zahl mehr als verachtfacht.

In dieser Summe sind nur die in Deutschland produzierten Nahrungs- und Futtermittel berücksichtigt. Rechnet man auch das Futter hinzu, das deutsche Landwirtinnen und Landwirte aus dem Ausland importieren, um damit ihre Tiere zu füttern, steigt die Zahl der Menschen, die sie mit ihren Erzeugnissen rechnerisch ernähren können, sogar auf 151. ●

BZL

## Vitamin D in Lebensmitteln

Marktcheck der Verbraucherzentralen deckt nicht genehmigte Anreicherungen auf

**Der Zusatz von Vitamin D zu Lebensmitteln ist in Deutschland für die meisten Lebensmittel verboten und bedarf einer Genehmigung. Bestimmte Produkte wie Brot, Milch und Speisepilze, deren Vitamin-D-Gehalte durch UV-Bestrahlung erhöht wurden, sind neuartige Lebensmittel. Sie müssen die Vorgaben der Novel-Food-Verordnung (EU) erfüllen.**

Grundsätzlich zugelassen ist der Zusatz von Vitamin D in Deutschland nur für Margarine und Streichfette bis zu einer bestimmten Menge. Für alle anderen Lebensmittelgruppen muss eine behördliche Erlaubnis (Allgemeinverfügung oder Ausnahme-genehmigung) vorliegen. Mit Vitamin D ange-

reicherte Produkte, die ohne Erlaubnis verkauft werden, sind nicht verkehrsfähig und müssen aus dem Handel genommen werden. Von 109 von den Verbraucherzentralen untersuchten mit Vitamin D angereicherten Produkten hatten 68 (62 %) keine entsprechende Erlaubnis. Bei zehn weiteren Produkten war nicht eindeutig, ob vorhandene Allgemeinverfügungen gelten.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat ein Konzept für die Anreicherung von Lebensmitteln mit Vitamin D vorgelegt, das unter anderem besagt, dass sich nur wenige Lebensmittel für eine Anreicherung mit Vitamin D eignen. Für diese Lebensmittel - Milch und Milchprodukte, Brot und Getreideprodukte (außer Feinbackwaren), Streichfette und Speiseöle – schlägt das BfR Höchstmengen vor. Diese wurden bei 13 (21 %) von 61 Produkten überschritten. Des Weiteren empfiehlt das BfR auch Vitamin-D-Höchstmengen für mit UV-Licht behandelte Speisepilze und für mit UV-Licht behandelte

Milch. Die mit UV-Licht behandelten Speisepilze (Champignons) wiesen Vitamin-D-Gehalte unterhalb der vom BfR empfohlenen Höchstmenge für die Anreicherung mit Vitamin D auf.

Getränke und Tees sowie Lebensmittel mit ungünstigen Nährwerten wie Süßigkeiten eignen sich laut BfR nicht für eine Anreicherung mit Vitamin D.

**Tipp.** Beim Einkauf sollten Verbraucherinnen und Verbraucher darauf achten, ob Lebensmittel mit Vitamin D angereichert sind. Vor allem Produkte, die sie in größeren Mengen essen, sollten möglichst kein zugesetztes Vitamin D enthalten.

VZ Sachsen

**Weitere Informationen:** [www.verbraucherzentrale.de/marktcheck-vitamin-d](http://www.verbraucherzentrale.de/marktcheck-vitamin-d)

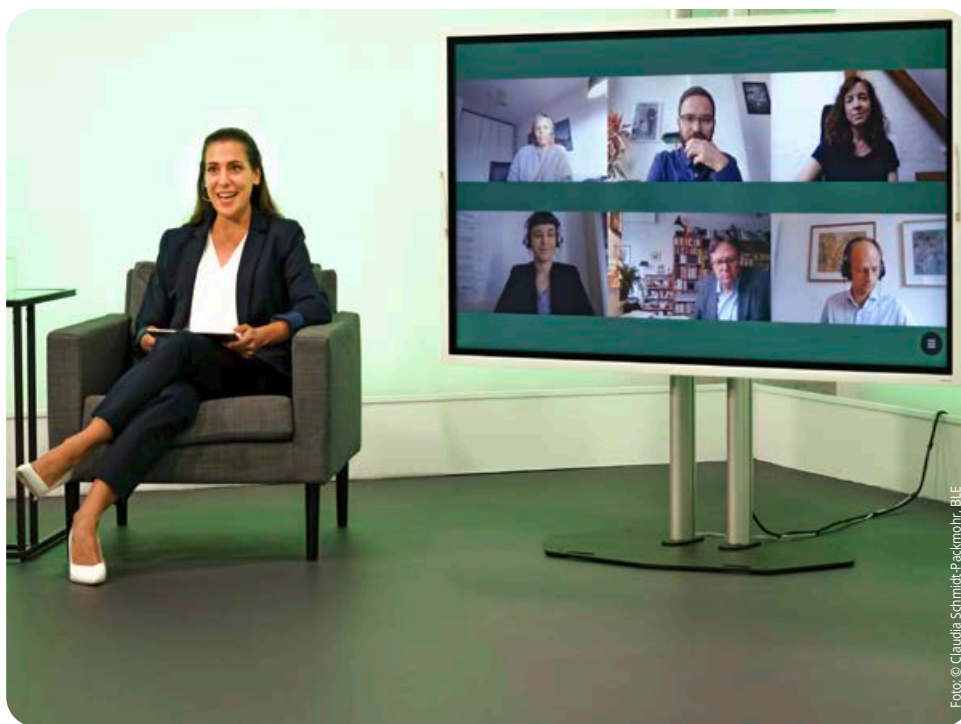


Foto: © Claudia Schmidt-Packmohr, BfE

## Herausforderungen meistern – Zukunft gestalten. Essen zwischen gestern und morgen

### 5. BZfE-Forum 2021

**Was lernen wir aus Vergangenheit und Gegenwart für gesunde und nachhaltige Ernährungssysteme der Zukunft? Diese Leitfrage zog sich wie ein roter Faden durch das 5. BZfE-Forum.**

Das 5. BZfE-Forum stand ganz im Zeichen von Herausforderungen und Krisen, die mit der Erzeugung und dem Konsum von Lebensmitteln zusammenhängen. Dabei standen zwei Blickwinkel im Fokus:

- Wie wirken sich Bedrohungen wie Kriege oder die Corona-Pandemie auf unsere Ernährung aus?
- Welchen Beitrag kann eine Ernährungstransformation leisten, um drohende Krisen – allen voran den Klimawandel mit seinen Folgen – zu verhindern.

#### Krise als Katalysator

Dabei können Erkenntnisse aus vergangenen Hungerkrisen oder Lebensmittelkandalen helfen. So erläuterte der Kulturwissenschaftler Prof. Dr. Gunther Hirschfelder von der Universität Regensburg, wie Krisen in der Vergangenheit

oft starke Innovationskräfte für Agrarprodukte und Technologien freisetzen. Genau dieser Impuls steckt Hirschfelder zufolge in der wörtlichen Übersetzung des Begriffes „Krise“ aus dem Griechischen, nämlich „entscheidende Wende“. Beispiele sind die Einführung der Kartoffel im 18. Jahrhundert zur Bekämpfung von Hungersnöten in Deutschland; später dann die Erfindung des Kunstdüngers und die Technisierung der Landwirtschaft. Ab den 1970er-Jahren entwickelte sich ein neuer Krisenmodus in Deutschland, der das Vertrauen der Verbraucher in die Qualität der Lebensmittel und die Lebensmittelwirtschaft erschütterte, und der bis heute anhält. Zu den Auslösern gehörten Tscheronbyl und die BSE-Krise. Letztere trug jedoch gleichzeitig dazu bei, dass ab 2003 die Förderung von Ökobetrieben voranschritt.

Daher blickte Hirschfelder optimistisch in die Zukunft – Krisen seien als Katalysatoren für neue Lösungen zu verstehen. Das sei aber Aufgabe von Wissenschaft und Politik und dürfe nicht an Individuen delegiert werden, wie es zurzeit oft der Fall sei. Außerdem dürfe man nicht den Medien die Deutungs- und Definitionshoheit überlassen, was

eigentlich eine „Krise“ ist. Um die Aufgaben der Zukunft zu meistern, forderte der Referent einen Forschungs-Boost, politische Lösungen und eine gute Kommunikation.

#### Moderne Kommunikation

Eine neue Art der Ernährungskommunikation wünschte sich auch Dr. Jan Grossarth, Professor für Bioökonomie und Zirkulärwirtschaft an der Hochschule Biberach. Die Vergangenheit habe gezeigt, dass sich mit der reinen Vermittlung von Wissen wenig erreichen lässt. Stattdessen müsse sich die Ernährungskommunikation stärker am Alltag und den Biografien der Menschen orientieren, betonte der Medienexperte. Für klassische Medien und öffentliche Institutionen liege eine große Herausforderung in der starken Fragmentierung der heutigen medialen Welt. Hier verbreiten neue Multiplikatoren mit Reichweiten von mehreren Millionen Menschen teils stark pointierte und moralisierende Botschaften zu aufmerksamkeitsstarken Krisenthemen. Demgegenüber steht eine Expertenlandschaft, die sich zunehmend ganzheitlich und interdisziplinär aufstellt und sich mit ökologischem Wandel und Ernährungssystemen beschäftigt. Selbst in den Leitmedien finde sich dazu wenig Berichterstattung. Offensichtlich seien diese Zusammenhänge zu komplex und geradezu unattraktiv für die Presse, sagte Grossarth.

#### Corona als Chance?

Auf die Frage, welche Katalysatoreffekte in der Corona-Pandemie stecken, zeichnen sich erste Antworten ab. Als positiv beschrieb Prof. Dr. Jana Rückert-John, Professorin für Soziologie des Essens an der Hochschule Fulda, den gestiegenen Konsum von Gemüse, Obst und Bio-Lebensmitteln; außerdem die Wiederentdeckung gemeinsamer Mahlzeiten im Privathaushalt als Vermittler von Struktur und Sicherheit. Parallel kam es im ersten Lockdown zu Umsatzeinbußen in der Gemeinschaftsverpflegung von 33 Prozent im Vergleich zum Vorjahreszeitraum. Diese motivierten die Anbietenden zu kreativen Lösungen wie Lieferservices, Foodtrucks, Bestell-Apps und Mehrwegsysteme. Für die Zukunft erwartete Rückert-John kein



Zurück zu „vorpandemischen Zeiten“. Sie ging vielmehr davon aus, dass sich die Gemeinschaftsverpflegung neu erfinden muss, zum Beispiel durch eine Flexibilisierung und Digitalisierung ihrer Angebote.

Zu den negativen Auswirkungen der Pandemie zählte die Soziologin die Zusatzbelastung der Frauen für die gestiegenen Versorgungsaufgaben im Haushalt inklusive Kinderbetreuung. Auch die vielzitierten „Corona-Kilos“ betrafen vor allem Frauen.

Dazu erläuterte Prof. Dr. Nannette Ströbele-Benschop, Ernährungspsychologin an der Universität Hohenheim, Institut für Ernährungsmedizin in Stuttgart, dass gerade Frauen häufig mit emotionalem Essen auf Stress reagieren. Das galt während der Lockdowns entsprechend für Eltern und Menschen in systemrelevanten Berufen. Viele kompensierten so offenbar Angst, Stress am Arbeitsplatz und/oder den enormen Spagat zwischen Homeoffice, Homeschooling und Homecooking.

Gleichzeitig können Krisen auch zu positiven Verhaltensänderungen motivieren, zum Beispiel zu einer gesünderen Ernährung. Andauernde Effekte ließen sich aber am besten durch intrinsische Motivation erreichen, erklärte die Psychologin. Hier können klassische Strategien und Ansätze aus etablierten Therapien helfen. Als gangbare Wege hätten sich vor allem soziale Unterstützung und persönliche Nudging-Maßnahmen wie „nur Gesundes im Kühlschrank lagern“ oder „die Sporttasche fertig gepackt da stehen haben“ erwiesen.

## Faire Ernährungs-umgebungen

Für einen Alltag „mit gesunden Gewohnheiten“ brauchen wir faire Ernährungs-umgebungen. Dabei bedeutet „fair“ die Abstimmung auf unsere Wahrnehmungs- und Verhaltensmöglichkeiten sowie mehr und leichtere Alternativen für eine gesundheitsförderliche, nachhaltigere Ernährung, erläuterte Prof. Dr. Britta Renner, Institut für Angewandte Psychologie und Gesundheitspsychologie, Universität Konstanz. Renner ist Mitautorin des Gutachtens „Politik für eine nachhaltigere Ernährung: Eine integrier-

te Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungs-umgebungen gestalten“ des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE).

Die meisten Konsum- und Essentscheidungen treffen Menschen unbewusst und greifen automatisch zu dem, was sie gewohnt sind, was am einfachsten verfügbar ist oder durch hohen Expositionsdruk – zum Beispiel durch die Werbung oder andere Außenreize – als normal erscheint. Leider seien das oft Lebensmittel mit einem eher ungünstigen Nährwertprofil oder einer schlechteren Klimabilanz, bedauerte Renner. Um faire Ernährungs-umgebungen zu realisieren, gibt es über die gesamte Kette von der Exposition bis zum Konsum viele Ansatzpunkte für Veränderungen, die den Einzelnen bei seiner Wahl entlasten können. Eine der neun im WBAE-Gutachten genannten Empfehlungen ist die öffentliche Verpflegung als zentraler Hebel. So könnten sich durch verpflichtende DGE-Qualitätsstandards, eine beitragsfreie Kita- und Schulverpflegung sowie zugehörige Bildungsangebote große Effekte auf Bevölkerungsebene erzielen lassen. Weitere Instrumente wären staatliche Klimalabel, ein Verbot von an Kinder gerichtete Werbung und Preisanreize, zum Beispiel eine Abschaffung des reduzierten Mehrwertsteuersatzes für tierische Produkte. Wichtig sei eine Strategie, die diese verschiedenen Ansätze systematisch kombiniert, forderte Renner.

## Nudging

Immer konkreter zeichnen sich die Chancen und Grenzen von Nudging-Maßnahmen ab. Das gezielte „Anstupsen“ hin zu bestimmten Konsum- und Essentscheidung kann helfen, die übergeordneten Ziele Nachhaltigkeit und Gesundheit mit dem weitgehend impuls-gesteuerten und gewohnheitsmäßigen Verhalten der Menschen in Einklang zu bringen. Dazu präsentierte Dr. Jan Michael Bauer, Associate Professor für nachhaltigen Konsum an der Copenhagen Business School, aktuelle Forschungsergebnisse. So sank in einer Metaanalyse von 90 Studien der Kalorienverbrauch durch kleinere Portionen um gut 18 Prozent und durch eine bes-

sere Erreichbarkeit der kalorienärmeren Alternativen um knapp zwölf Prozent. Danach folgte der Kalorienrückgang durch das Hervorheben hedonistischer Aspekte (z. B. guter Geschmack -10 %) und der Gesundheit (-7,5 %).

Experimente in Kopenhagen untersuchten, wie sich bei Konferenzeinladungen die Umkehrung der Standardeinstellung „Buffet mit Fleisch“ in „Buffet vegetarisch“ auswirkte. Bei der ersten Variante beließen es 94 Prozent der Teilnehmenden bei Fleisch; nur sechs Prozent bestellten ein vegetarisches Gericht. Bei der zweiten Variante akzeptierten 87 Prozent die vegetarische „Voreinstellung“; nur 13 Prozent wollten explizit Fleisch essen. Diese Beispiele zeigen, wie einfach, effektiv und kostengünstig Nudging sein kann – nicht als alleiniger Ansatz, sondern um klassische Ansätze wie Verbote, Steuern, Preisanreize, Information und Bildung aufzuwerten und zu ergänzen. Bauer plädierte für mehr empirische Forschung, um die effektivsten Nudges in verschiedenen Entscheidungsstrukturen herauszufiltern und ihre Wirkung beziffern zu können. Er schlug zum Beispiel öffentliche Kantinen als „Real-Labore“ vor.

## Fazit

Auch Dr. Hanns-Christoph Eiden, Präsident der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), sah in veränderten Ernährungs-umgebungen und gezieltem Nudging große Chancen. Dr. Margareta Büning-Fesel, Leiterin des Bundeszentrums für Ernährung (BZfE), unterstrich in ihrem Schlusswort: „Das BZfE begleitet die Politik, die Wissenschaft und die Menschen an der Basis weiterhin bei allen Aktivitäten.“ Dabei gehe es unter anderem um eine stärkere interdisziplinäre Vernetzung, eine neue, positive Art der Ernährungskommunikation – angepasst an den medialen Wandel – und die Ausschöpfung der neuen digitalen Möglichkeiten. ●

*Gabriela Freitag-Ziegler,  
Diplom-Oecotrophologin, Bonn*

### Weitere Informationen:

[www.bzfe.de/ernaehrung/ernaehrungskommunikation/5-bzfe-forum-2021/](http://www.bzfe.de/ernaehrung/ernaehrungskommunikation/5-bzfe-forum-2021/)



Foto: © ian.klein@bundesfoto.de

## Pflanzenschutzmittel – ein Anlass zur Sorge?

### 21. BfR-Forum Verbraucherschutz

**Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wird in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Zum einen schützen sie Kulturpflanzen und Ernteprodukte, zum anderen machen sich Verbraucherinnen und Verbraucher Sorgen um Pflanzenschutzmittelrückstände in Lebensmitteln oder über den Eintrag vom Feld in ihren angrenzenden Garten. Ob diese Sorgen aus fachlicher Sicht gerechtfertigt sind, wollte das Bundesinstitut für Risikobewertung in seiner zweitägigen Online-Veranstaltung klären.**

Der Pflanzenschutz steht vor der Herausforderung, Ernteerträge zu sichern und sichere Lebensmittel bei hoher Qualität und Vielfalt zu gewährleisten, gleichzeitig aber auch die Aspekte steigender Bevölkerungszahlen, Klimawandel, Resistenzen und Ressourcenschutz zu berücksichtigen. Aus allen diesen Anforderungen heraus leiteten die Referierenden ab, dass Pflanzenschutzmittel auch in absehbarer Zeit unverzichtbarer Bestandteil der landwirtschaftlichen Praxis sein würden.

#### Zulassungsverfahren

Getreu dem Motto „Transparenz ist der beste Weg zur Akzeptanz“ erfuhren die Teilnehmenden im Lauf der zweitägigen Veranstal-

tung, dass in Deutschland verschiedene Institutionen für die Bewertung und Zulassung von Pflanzenbehandlungsmitteln zuständig sind. Dazu zählen das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt (UBA), dem Julius-Kühn-Institut (JKI) und dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). Darüber hinaus spielt auch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority; EFSA) eine große Rolle. Denn die Zulassung von Pflanzenbehandlungsmitteln ist ein zweistufiges Verfahren, das der EU-Zulassungsverordnung 1107/2009 als direkt geltendes Recht unterliegt. Im ersten Schritt genehmigt die EU-Kommission die Wirkstoffe; im zweiten Schritt werden die Pflanzenbehandlungsmittel national zugelassen. Voraussetzung ist die Sicherheit von Mensch und Umwelt, die die Festsetzung von Rückstandshöchstgehalten gewährleisten soll. Dazu gibt es europaweit einheitliche gesetzliche Vorschriften, welche Studien vorzulegen und wie diese zu bewerten sind. So müssen Hersteller für die gesundheitliche Bewertung beispielsweise Unterlagen zur Verstoffwechslung, zur Toxizität, zu Auswirkungen auf das Erbgut und zu möglichen krebserregenden Eigenschaften des eingesetzten Wirkstoffs einreichen.

Aus den Studienergebnissen werden verschiedene toxikologische Grenzwerte abgeleitet, darunter die duldbare tägliche Aufnahmemenge (ADI = Acceptable Daily In-

take) und die akute Referenzdosis (ARfD = Acute Reference Dose). Die beiden Grenzwerte dienen zur Risikobewertung durch Aufnahme von Pflanzenschutzmittelrückständen mit der Nahrung. Dazu wird mittels Verzehrdaten von Kleinkindern abgeschätzt, welche Menge an Rückständen diese über belastete Lebensmittel zu sich nehmen würden. Diese Menge wird dann mit dem toxikologischen Grenzwert ADI (bei lebenslanger täglicher Aufnahme) und der ARfD (bei einmaliger Aufnahme) verglichen. Liegt die Ausschöpfung des jeweiligen toxikologischen Grenzwertes unter 100 Prozent, kann ein Verbraucherrisiko ausgeschlossen werden – und der Weg für die Zulassung ist frei.

Ausgehend vom gesetzlich vorgegebenen Rahmen für die Zulassung beleuchtete Monika Schumacher vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), warum überhaupt eine Festsetzung von Grenzwerten erfolgt. Im Zentrum steht der Wunsch der Verbraucherschaft, keine Rückstände über Lebensmittel aufzunehmen. Allerdings können auch bei vorschriftsmäßiger Anwendung von Pflanzenbehandlungsmitteln Rückstände auftreten, die zudem durch fortschreitende Analytik auch in geringsten Mengen nachweisbar sind. Schumacher betonte, dass die Festsetzung der Rückstandshöchstgehalte nur bei gesundheitlicher Unbedenklichkeit erfolgt und dass deren Überschreitung nicht automatisch bedeutet, dass ein gesundheitliches Problem vorliegt. Denn der tatsächliche Rückstandshöchstgehalt liegt in den meisten Fällen weit unterhalb der toxikologischen Grenzwerte. Dabei ist das Verständnis essenziell, dass die

#### Pflanzenschutzmittel – ein Anlass zur Sorge?

21. BfR-Forum Verbraucherschutz

Alle **Präsentationen** der Referentinnen und Referenten auf der Website der BfR-Akademie: [www.bfr-akademie.de/deutsch/archiv/2021/forum-verbraucherschutz-pflanzenschutzmittel.html](http://www.bfr-akademie.de/deutsch/archiv/2021/forum-verbraucherschutz-pflanzenschutzmittel.html)

Dort sind auch die **Antworten** der Pflanzenschutz-Expertinnen und -Experten auf Fragen aus dem Chat einzusehen, die diese im Nachgang zur Veranstaltung schriftlich gegeben haben.

In der Mediathek sind außerdem alle Aufzeichnungen der **Vorträge** zu finden: [www.bfr-akademie.live/mediathek/](http://www.bfr-akademie.live/mediathek/)

Grenzwerte nicht die Grenze zwischen toxischen und nicht toxischen Mengen bestimmen.

## Green Deal

Trotz des grundsätzlichen Bekenntnisses zu den derzeitigen Regelungen hoben die Referierenden die Strategie „Vom Acker bis zum Teller“ (from farm to fork) im Rahmen des Grünen Deals hervor. Diese sieht eine Halbierung der Verwendung von Pflanzenbehandlungsmitteln bis 2030 vor. So sagte Dr. Tewes Tralau, Leiter der Abteilung „Sicherheit von Pestiziden“ im BfR, dass die Bereitschaft, das gesamte zur Verfügung stehende Repertoire an Mitteln für den Pflanzenschutz zu nutzen, hoch sei – unabhängig von der Anbauform. Betriebe bräuchten allerdings Planungssicherheit etwa hinsichtlich der zugelassenen Wirkstoffe, um aktuellen Herausforderungen wie dem Klimawandel und Resistenzen bei Schaderregern begegnen zu können.

Bisher können Low-Risk-Produkte, die zum Beispiel aus Mikroorganismen, pflanzlichen Stoffen oder biologisch gewonnenen Chemikalien bestehen, die Wirkstoffverluste durch Resistenzen der Schaderreger jedoch nicht annähernd kompensieren, betonte Dr. Martin Streloke vom BVL. Daher seien innovative Anwendungstechniken erfolgversprechend, um die Pflanzenschutzpraxis nachhaltiger zu gestalten. Wie das aussehen könnte, zeigte Prof. Dr. Frank Ordon vom Julius-Kühn-Institut in Quedlinburg. Wesentliche Innovationspotenziale liegen aus seiner Sicht in der Digitalisierung, zum Beispiel in der Entwicklung praxistauglicher Sensorsysteme zur Unkrauterkenntnis und in der Biotechnologie. Ordon war sich sicher, dass der biologische Pflanzenschutz weiter an Bedeutung gewinnen wird, doch werde er nur Nischen abdecken können.

Als limitierender Faktor galten in verschiedenen Beiträgen immer wieder die Lücken durch neue Schädlinge und Resistenzen, auch im Ökolandbau. Diese Lücken könne man derzeit nur durch Notfallzulassungen schließen.

## Lebensmittelüberwachung

Gleichzeitig können die Ergebnisse der Lebensmittelüberwachung beruhigen. Denn das Monitoring aus 2018, das Dr. Britta Michalski, BfR, vorstellte, zeigte: Von 1.635 Proben wurden nur 59 wegen einer Überschreitung der Rückstandshöchstgehalte beanstandet. Neun Mal überschritten die Werte die

akute Referenzdosis (ARfD), was allerdings nicht auf ein Gesundheitsrisiko hindeutet. Ergänzend stellte Dr. Jochen Wettach von Stiftung Warentest, Berlin, die stiftungseigenen Lebensmitteltests zur Rückstandsbelastung vor. Die Ergebnisse waren insgesamt ähnlich zu den Daten der Lebensmittelüberwachung: Bei Bioprodukten waren meist keine Rückstände nachweisbar, bei vielen konventionellen Produkten nur sehr geringe bis geringe. Höchstmengenüberschreitungen kamen nur gelegentlich vor. Das Öko-Monitoring Baden-Württemberg, zu dem Dr. Hubert Zipper vom Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart referierte, belegte indes signifikante Unterschiede zwischen ökologisch erzeugten und konventionellen Produkten. Daher sah Zipper Bio-Obst und -Gemüse als bessere Alternative, um die Aufnahme von Rückständen über die Nahrung zu reduzieren.

## Kritische Stimmen

Wie es einem seriösen Forum gebührt, waren nicht nur Institutionen und Organisationen geladen, die den Standpunkt des Gastgebers und seiner Kooperationspartner teilen. So war für Corinna Hölzel vom Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND) der Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln Anlass zu großer Sorge. Ihrer Meinung nach seien Risikobewertung veraltet, Kontrollen mangelhaft und das Vorsorgeprinzip nicht berücksichtigt. So drohten vor allem fatale Folgen für die Biodiversität. Dr. Peter Clausing vom Pestizid Aktions-Netzwerk e. V. (PAN Germany) kam mit der Forderung nach einer strengeren Bewertung der Krebsgefahr durch bestimmte chemische Mittel zum BfR-Forum. Dieser Aspekt wurde im Podium rege diskutiert.

## Risikokommunikation

Ziel jeder Risikokommunikation sei es, die Kluft zwischen objektiver Risikobewertung und subjektiver Risikowahrnehmung zu verkleinern, erläuterte der Leiter der Fachgruppe „Risikosoziologie und Risiko-Nutzen-Bewertung“ im BfR, Dr. Mark Lohmann. In Zeiten digitaler Kommunikation verbreiteten sich Informationen und Meinungen in Sekundenschnelle, die Korrektur von Falschmeldungen gelinge aber nur selten. Gleichzeitig fänden sachliche Informationen zur Lebensmittelsicherheit wenig Beachtung. So ginge das Vertrauen in die Lebensmittelsicherheit drastisch zurück, wenn neue, negative Informationen bekannt würden – diese in der Re-

gel ohne jeden medizinischen oder wissenschaftlichen Beweis. Laut Lohmann spielt das Vertrauen in die Informationsquelle eine entscheidende Rolle für die Risikowahrnehmung, während die Nachricht selbst von geringerer Bedeutung ist. Ein Knackpunkt sei die Unsicherheit der Wissenschaft: Genau wie in anderen Disziplinen lässt sich nicht sicher sagen, welche Dosis schädlich ist und wie mehrere Wirkstoffe zusammenwirken. Das werde aber zu selten benannt. Als adäquates Vorgehen schlug Lohmann den offensiven Umgang damit vor: zum Beispiel die frühe Veröffentlichung und Diskussion umstrittener oder noch nicht abgesicherter wissenschaftlicher Ergebnisse, die Offenlegung von Datenlücken und die Korrektur von Empfehlungen. Die Darstellung von Kontroversen und widersprüchlichen Erkenntnissen fördere Transparenz, Partizipation und Proaktivität und schaffe Vertrauen in Entscheidungsträger. So ließen sich Krisen vermeiden, bevor sie entstehen. Die Empfehlungen lauten daher,

- den Wissensstand zum Pflanzenschutz und zu dessen Einfluss auf die Gesundheit zu erhöhen sowie
- die Bedeutung von Rückstandshöchstgehalten („Grenzwerten“) und deren eventuelle Überschreitung zu erläutern.

## Fazit

Rückstände von Pflanzenbehandlungsmitteln in Lebensmitteln nehmen viele Menschen als Gesundheitsrisiko wahr. Obwohl strenge Regelungen dafür sorgen, dass Lebensmittel derzeit sicher und unbedenklich sind, besteht auf Seiten der beteiligten Institutionen breiter Konsens darüber, Einsatz und Risiko von Pflanzenbehandlungsmitteln weiter zu reduzieren. Demgegenüber steht die Tatsache, dass durch neu auftretende Schädlinge und Resistenzen immer weniger Wirkstoffe zur Verfügung stehen. Das führt zu Notfallzulassungen und Lückenindikationen. Zudem sind bisher noch keine nachhaltigen Alternativen verfügbar, die die Lücken hinreichend füllen könnten. Um Planungssicherheit für Landwirte zu erreichen, führt daher aktuell kein Weg an chemisch-synthetischen Anwendungen vorbei. Gleichzeitig werden umweltfreundliche Methoden zum Schutz der Nahrungspflanzen vor Schadorganismen stetig weiterentwickelt. Eine transparente und verbraucherorientierte Kommunikation der Zusammenhänge ist das A und O, um die Akzeptanz in der Öffentlichkeit zu erhöhen. ●

Melanie Kirk-Mechtel, Fachautorin, Bonn





Foto: © Dorazet/stock.adobe.com

# Ernährung und Immunsystem

DR. LIOBA HOFMANN

**Während der Grippezeit und bei Krankheit ist eine immunstärkende Ernährung besonders gefragt. Die Corona-Pandemie hat diesen Wunsch noch verstärkt. So sind derzeit zum Beispiel neben Trendlebensmitteln auch Nahrungsergänzungen hoch im Kurs. Wie notwendig sind sie? Und was kann die „normale“ Ernährung leisten?**

Die Wechselwirkung zwischen der Ernährung und der Funktion des Immunsystems stößt schon seit einiger Zeit auf wachsendes Interesse in der Ernährungsforschung. Die Vorgänge sind jedoch sehr komplex und schwer zu erfassen (Hauer 2021). Schließlich umfasst das Immunsystem ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Moleküle, Zellen, Gewebe und Organe (z. B. Darm, Knochenmark, Lymphsystem), die bei Bedarf im richtigen Verhältnis aktiviert werden müssen. Sowohl eine unterdrückte als auch eine überaktivierte Immunantwort schaden der Gesundheit (DIFE 2020).

## Aufgaben des Immunsystems

Täglich kommen wir derzeit über Wasser, Nahrung, Luft und Umwelt mit einer Vielzahl an Stoffen und Lebewesen wie Menschen, Tieren, aber auch Mikroorganismen und Viren in Kontakt. Die meisten davon sind unschädlich, viele dienen der Aufrechterhaltung der Gesundheit und manche können uns schaden. Das

Immunsystem muss jeden dieser Kontakte bewerten, um den Körper vor Parasiten, Schmutz, Toxinen oder Pathogenen zu bewahren. Gleichzeitig muss es gesunde Zellen von mit Viren oder Bakterien befallenen oder geschädigten Zellen unterscheiden. Infektionen oder Giftstoffe muss das Immunsystem möglichst früh erkennen und eine geeignete, zielgerichtete Abwehrstrategie aktivieren (Fachklinik Allgäu 2020).

### Beeinflussende Faktoren

Viele Faktoren beeinflussen das Immunsystem (Abb. 1). Entscheidenden Einfluss haben vor allem Körpergewicht, Erkrankungen, Alter und Ernährung (Übersicht 1).

## Körpergewicht

Das viszerale Fettgewebe beherbergt Zellen des angeborenen und erworbenen Immunsystems. Die Adipozyten beeinflussen die Funktion dieser Immunzellen und beliefern sie mit Energie. So produzieren sie antimikrobielle Peptide, Adipokine und proinflammatorische Zytokine, die bei der Infektionsbekämpfung unterstützen (Han et al. 2017).

**Überernährung.** Übergewicht und Adipositas gehen mit chronischen subklinischen Entzündungsprozessen einher, die das Risiko für Stoffwechselerkrankungen oder kardiovaskuläre Ereignisse erhöhen, Autoimmunprozesse verstärken und die Immunabwehr schwächen können (*Jem.at 2020*). Eine positive Energiebilanz erhöht Größe und Anzahl der Adipozyten, die Menge proinflammatorischer Mediatoren und die Produktion reaktiver Sauerstoffspezies. Freie Fettsäuren unterstützen den Entzündungsprozess. Außerdem geht Adipositas häufig mit einer erhöhten intestinalen Permeabilität einher – Folge einer bakteriellen Fehlbesiedlung des Darms. Im Körper zirkulierende proinflammatorische Zytokine steigern die Durchlässigkeit der Darmschleimhaut und begünstigen die Einwanderung von Immunzellen, intestinalen Antigenen und Endotoxinen (*Bilotta et al. 2021*).

● **Info.** Adipositas gilt als unabhängiger Risikofaktor für eine Infektion mit Influenza-Viren, möglicherweise durch eine beeinträchtigte Funktion der T-Zellen, und erhöht die Anfälligkeit für eine weite Spanne an bakteriellen, viralen und fungalen Infektionen. Außerdem beeinträchtigt Adipositas die Impfantwort von betroffenen verglichen mit normalgewichtigen Personen (*Calder 2021; Green et al. 2017*).

Gemäß einer Tierstudie der Universität Bonn mit Mäusen reagiert das Immunsystem auf eine fett- und energiereiche Ernährung ähnlich wie auf eine bakterielle Infektion. Auch lange nach dem Wechsel zu gesunder Kost bleibt die Körperabwehr hyperaktiv. Untersuchungen des Genoms zeigen, dass die „westliche Ernährung“ in den Vorläuferzellen der Immunzel-

### Das Immunsystem

(*www.gesundheitsinformation.de; Harvard School 2021*)

**Funktionen:**

- Barrieren erstellen, um das Eindringen von Pathogenen zu vermeiden
- Pathogene identifizieren, wenn sie dennoch eindringen
- Pathogene eliminieren
- Entwickeln eines immunologischen Gedächtnisses

**Komponenten:**

**Angeborene, unspezifische Immunabwehr**

Sie kann Fremdkörper und viele gängige Krankheitserreger direkt beim ersten Kontakt unschädlich machen:

- Haut (Säureschutzmantel durch hohen pH-Wert)
- Schleimhaut in Mund und Rachen
- Salzsäure im Magen
- Enzyme in Tränen und Schweiß
- Mikrobiota
- Urogenitaltrakt
- Verschiedene Immunzellen, die z. B. Mikroben, die trotzdem in den Körper gelangen, zerstören (Phagozyten, natürliche Killerzellen)
- Effektorproteine, lokal wirksame Zytokine und Akutphase-Proteine als humorale Bestandteile

**Erworbenes, spezifisches Immunsystem**

- Beim ersten Kontakt entwickelt das Immunsystem Abwehrmechanismen, die sich gezielt gegen den Erreger richten (Produktion von Antikörpern).
- B-Lymphozyten und T-Lymphozyten „merken“ sich die Erreger und können auch noch nach Jahren Antikörper produzieren, es entwickelt sich ein immunologisches Gedächtnis. Nach diesem Prinzip funktioniert auch die Impfung.
- Zytokine und Immunglobuline (Antikörper) wirken als humorale Bestandteile mit.

**Zeichen eines geschwächten oder überreagierenden Immunsystems**

- Allgemeine Erkrankungsanfälligkeit für z. B. Infektionen
- Immundefekte durch z. B. AIDS, bestimmte Krebserkrankungen wie Leukämie, Multiples Myelom
- überschießende Immunantworten (körpereigene Stoffe werden als gefährlich eingestuft) bei Autoimmunerkrankungen, z. B. Lupus, Rheumatoide Arthritis, Diabetes mellitus Typ 1
- Allergien (harmlose Stoffe aus Nahrung oder Umwelt werden als gefährlich eingestuft)

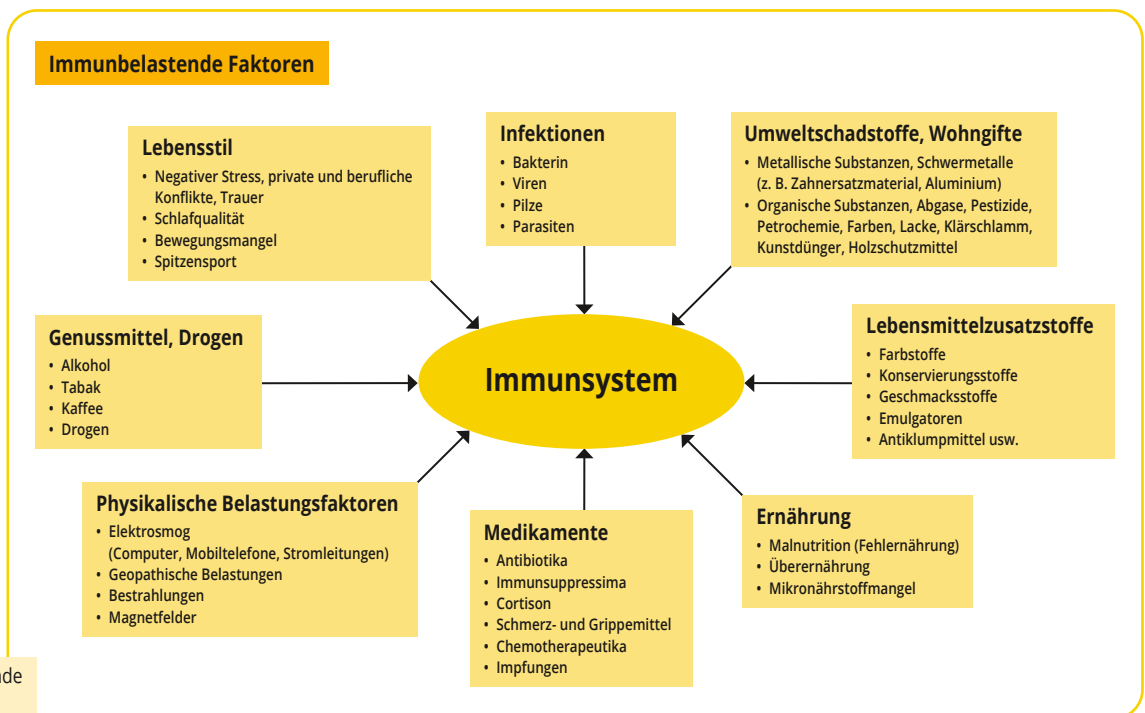


Abbildung 1: Immunbelastende Faktoren (*Burgerstein 2007*)

len Gene aktiviert (genetische Reprogrammierung des angeborenen Immunsystems). In der Folge bleibt die Immunabwehr der Tiere im „Alarmzustand“. Die Entzündung ist zwar reversibel, die Erbanlagen bleiben aber weiterhin aktiv. Das Immunsystem reagiert dann selbst auf kleine Reize mit starken Entzündungsantworten (*Universität Bonn 2018*).

**Unterernährung.** Bei Personen mit Untergewicht oder Mangelernährung ist jede Erkrankung eine Herausforderung, da die Infektabwehr geschwächt ist. Betroffen sind vor allem ältere Menschen, schwer Erkrankte, jüngere Menschen mit Essstörungen oder fehlernährte Personen, die zum Beispiel durch Unverträglichkeiten und Allergien teilweise ganze Lebensmittelgruppen aus ihrer Ernährung aussparen (*Hauer 2021*). Unterernährung bewirkt Störungen des angeborenen und erworbenen Immunsystems auf unterschiedlichen Ebenen. Insbesondere T-Lymphozyten sind reduziert, was die T-Zell-vermittelte Immunität und Zytokinsekretion beeinträchtigt (*Bilotta et al. 2021*).

## Erkrankungen

Diverse Erkrankungen können durch erhöhten Nährstoffverbrauch (Entzündungen) oder verminderte Nährstoffaufnahme (Appetitlosigkeit oder/und Veränderungen im Stoffwechsel) die Immunabwehr schwächen (*Fachklinik Allgäu 2020*). Im Rahmen akuter Infektionskrankheiten verändern sich Energiezufuhr und Stoffwechsel. Die Körpertemperatur steigt und der Körper gerät in eine katabole Stoffwechsellage; er aktiviert Fettverbrennung und Proteinabbau.

● **Info.** Pro Grad Körpertemperaturerhöhung steigt der Energiebedarf um rund 13 Prozent.

## Übersicht 1: Faktoren und Einflüsse, die das Immunsystem schwächen (*Deutsche Familienversicherung 2020; Fachklinik Allgäu 2020; Harvard School 2021*)

- Höheres Alter, besonders bei Gebrechlichkeit (frailty), Mangelernährung
- Immundefekte, angeboren oder erworben (systemische Krankheiten wie Diabetes, HIV-Infektion, verschiedene Infektionen oder längere schwere Krankheit)
- Medikamente, z. B. Immunsuppressiva nach Transplantationen oder bei Autoimmunerkrankungen, Antibiotika, Cortison bei langfristigem Einsatz, Schmerz- und Grippemittel, Chemotherapeutika
- Infektionen, z. B. HIV, Gürtelrose
- Krebserkrankungen
- Organtransplantationen
- Beruflicher oder privater Stress, vor allem Dauerstress (dauerhafte Cortisolfreisetzung führt zu gesteigerter Infektanfälligkeit); psychische Belastungen
- Konsum von Alkohol (insbesondere Alkoholismus) und Nikotin
- Einseitige Ernährung, Unterversorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen
- Mangelernährung, z. B. bei *Anorexia nervosa*
- Übergewicht
- Schlafmangel
- Körperliche Überbelastung, z. B. durch Leistungssport, hochintensive und überbelastende Tätigkeiten
- Bewegungsmangel
- Umweltschadstoffe

Für bis dato Gesunde mit ausgewogener Ernährung ist diese unvermeidbare moderate Katabolie kein Problem. Eine Mangelernährung wird aber oft unterschätzt. Sie begünstigt schwerere Krankheitsverläufe und erhöht die Sterblichkeit (*Hauner 2021*). Menschen mit schlecht eingestelltem Typ-2-Diabetes leiden verglichen mit Gesunden häufiger an Entzündungen und Infekten, vor allem der Bronchien, Lunge, Haut und Harnwege. Mögliche Ursache ist eine gehemmte Immunantwort durch hohe Blutglukosewerte oder eine reduzierte Durchblutung des Gewebes (*Diabetes-online, 29.11.2016*).

## Alter

Mit zunehmendem Alter nimmt die Immunfunktion durch eine Schwächung des angeborenen und erworbenen Immunsystems ab (*Djfe 2020*). Altersbedingte Veränderungen machen Senioren zudem anfälliger für Mangelernährung. Immerhin sind in geriatrischen Kliniken bis zu 60 Prozent der Patienten mangelernährt, was sich in Proteinkatabolie (z. B. Sarkopenie) und Inflammation äußert (*Gröber et al. 2020*). Unterschwellige chronische Entzündungen stehen in Verdacht, wesentlich zu Alterungsprozess und alterstypischen Erkrankungen wie Atherosklerose, Diabetes mellitus Typ 2 und Alzheimer beizutragen. Das Immunsystem setzt während des Alterungsprozesses zunehmend entzündungsfördernde Botenstoffe frei („Inflamm-Aging“ oder „Entzündungsaltern“). Die Aktivität der adaptiven, gegen spezifische Krankheitserreger gerichteten Immunabwehr nimmt ab, die unspezifische Abwehr dagegen zu. Für Entzündungen typische Botenstoffe wie Prostaglandin E2, Interleukin-6, Interferon-gamma und TNF-alpha steigen an und fördern oxidativen Stress. Zwar hat das Inflamm-Aging in Stärke, Zeitpunkt und Manifestationsort eine genetische Komponente, lässt sich aber durch den Lebensstil wesentlich beeinflussen (*Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin 2018; Djfe 2020*). Besonders gefährdet sind gebrechliche Senioren (Frailty). Sie sprechen deutlich weniger auf Grippeimpfungen an, infizieren sich häufiger im Krankenhaus und neigen bei Infektionen zu verstärkten, unkontrollierten Entzündungsantworten („Zytokinsturm“ bei COVID-19) (*Calder 2021*). Exzessive inflammatorische Antworten schwächen vor allem die erworbene Immunität (*Calder 2020*).

● **Tipp.** Ernährungsprobleme müssen vor allem bei alten Menschen frühzeitig erkannt und entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Schon wenige Tage ohne ausreichende Nährstoffversorgung können sich gravierend auf Immunstatus, Ernährungszustand und Körperzusammensetzung auswirken (*Gröber et al. 2020*).

Nach einem Review von Clark und Mitarbeitern (2021) vermag eine mediterrane Ernährung zusammen mit körperlicher Aktivität altersbedingte Zu-



nahmen an Entzündungen abzuschwächen. Neben ausgewogener Ernährung und regelmäßiger Bewegung trägt auch die Pflege von Sozialkontakten dazu bei, Entzündungsphänomene zu begrenzen und oxidativen Stress zu reduzieren (*DGIM 2018*).

## Ernährung

Eine ausgewogene Ernährung kann die Funktionen der Immunzellen unterstützen und wirksame Reaktionen gegen Krankheitserreger fördern. Sowohl eine unzureichende als auch eine übermäßige Aufnahme von Nährstoffen kann das Immunsystem einschränken. Der Fokus liegt dabei weniger auf einzelnen Lebensmitteln; neben körperlicher Aktivität, Stressregulation und ausreichend Schlaf ist eine insgesamt ausgewogene Ernährungsweise entscheidend (*DifE 2020*).

Eine direkte Wirkung – ohne „Umweg“ über die Mikrobiota – auf Immunzellen wie Lymphozyten (B-, T-Zellen), Granulozyten (z. B. Makrophagen) und die durch Immunzellen gebildeten Botenstoffe mit immunmodulierenden Funktionen ist möglich. Dazu kommen antioxidative, entzündungshemmende, antimikrobielle, antifungale sowie antivirale Effekte bestimmter Lebensmittelinhaltsstoffe. Auch vermögen sie als Substrate für die intestinale Mikrobiota das Immunsystem zu modulieren (*FETeV 2021; Calder 2021*). Risikogruppen für einen Nährstoffmangel und damit eine geschwächte Immunabwehr sind vor allem kritisch Kranke, Haushalte mit geringem Einkommen und ältere Menschen neben Kindern, Schwangeren und Stillenden (aufgrund des erhöhten Bedarfs an Nährstoffen) (*Harvard School 2021*).

### Makronährstoffe

Die Komponenten des Immunsystems weisen einen hohen Umsatz auf, sodass ihr Energie- und Nährstoffbedarf im Vergleich zu anderen Körperzellen hoch ist. Immunzellen nutzen Makronährstoffe als:

- Energiesubstrate (Glukose, einzelne Aminosäuren),
- Baustoffe (Proteine/Aminosäuren und Fettsäuren),
- Vorläufersubstanzen von Funktionsmolekülen (einzelne Aminosäuren, Fettsäuren) (*Hahn et al. 2016*).

**Ausreichend Protein.** Aminosäuren dienen als Bausteine einer Vielzahl immunspezifischer Komponenten (z. B. Antikörper, Immun-Zell-Rezeptoren) sowie als Energiesubstrat für das darmassoziierte Immunsystem. Einzelne Aminosäuren tragen zur Synthese immunologisch aktiver Funktionsmoleküle bei oder besitzen eigene immunmodulatorische Effekte.

So steigert Glutamin Lymphozytenproliferation, Zytokinsynthese, Phagozytoseaktivität sowie die Aktivität von T-Killerzellen und wirkt direkt antiviral.

Aminosäuren wie Arginin dienen als Vorläufer für die Synthese von Polyaminen, die an DNA-Replikation und Zellteilung beteiligt sind. Bei unzureichender Proteinzufuhr bewirkt eine verminderte Immunkompetenz ein erhöhtes Infektionsrisiko sowie eine erhöhte Kom-

## Die Rolle der Mikrobiota

Verdauung, Nährstoffaufnahme und Infektionsabwehr sind komplexe Prozesse des Verdauungssystems, an denen symbiotische Darmbakterien essenziell beteiligt sind. Dysbiosen (Störungen der Mikrobiota) begünstigen die Ansiedlung pathogener Keime und stehen im direkten Zusammenhang mit einer Vielzahl von Stoffwechselstörungen und Erkrankungen (*Lützner et al. 2015*). „Nicht erwünschte Keime“ enthalten in ihrer Zellmembran Lipopolysaccharide. Diese fördern als Endotoxine Entzündungen und destabilisieren die Darmbarriere. In der Folge dringen sie in den Blutkreislauf ein und steigern die Ausschüttung proinflammatorischer Zytokine.

Vor allem probiotische, polyphenol- und ballaststoffreiche Lebensmittel (z. B. Sauermilchprodukte, Sauerkraut, Vollkornprodukte, Gemüse, Obst) fördern eine vielfältige gesunde Mikrobiota: Protektive Mikroben bauen Ballaststoffe, Inulin und Oligosaccharide zu kurzkettigen Fettsäuren ab, die ihnen nicht nur selbst die Nahrung sichern, sondern auch die Aktivität der Immunzellen erhöhen. Kurzkettige Fettsäuren sind in der Lage, einen anti-entzündlichen Status aufrecht zu erhalten (*Harvard School 2021; Molendiyk et al. 2019*). Außerdem wirken sie als Signalmoleküle, die unter anderem die Fettsäureakkumulation in der Leber und die Cholesterolsynthese bremsen sowie die Insulinsensitivität erhöhen können (*Calder 2020*).

**Tipp:** Die Ernährung bestimmt mit, welche Mikroben in unserem Darm überleben. Günstig sind präbiotisch wirkende Ballaststoffe, Oligosaccharide und Polyphenole aus Vollkornprodukten, Gemüse, Obst, Hülsenfrüchten, Samen und Nüssen, Kräutern und Gewürzen sowie Sauermilchprodukte und fermentiertes Gemüse (*Harvard School 2021; Garcia-Montero et al. 2021*). Insbesondere nach einer Antibiotikatherapie können sie den Wiederaufbau der Mikrobiota unterstützen ([www.deutsche-familienversicherung.de](http://www.deutsche-familienversicherung.de)).

pplikationsrate bei Infektionen (*Calder 2020; Hahn et al. 2016*). Zwar befinden sich geeignete Proteinquellen in sehr vielen Lebensmitteln, eine einseitige Ernährung kann jedoch dazu führen, dass es trotz mengenmäßig ausreichendem Protein an einzelnen Aminosäuren fehlt (*Fachklinik Allgäu 2020*).

**Mehr Omega-3-Fettsäuren.** Omega-3-Fettsäuren sind Substrate für die Synthese hochaktiver Lipidmediatoren, die bei der Regulierung von Entzündungsprozessen und -reaktionen wichtig sind, einschließlich Resolvinen, Protectinen und Maresinen. Entsprechend unterstützen sie die Auflösung von Entzündungen und den Heilprozess, der bei Personen mit einem Mangel an Docosahexaen- und Eicosapentaensäuren verzögert sein kann. Schließlich muss das Immunsystem sowohl Auslösen als auch Abklingen der Entzündung genau regulieren. Geraten diese Prozesse aus der Balance, treten chronische Entzündungen auf (*Werz 2019; Berger et al. 2021*).

**Weniger niedermolekulare Kohlenhydrate, mehr Ballaststoffe.** Eine übermäßige Zuckeraufnahme verringert die Fähigkeit von Immunzellen, Krankheitserreger zu eliminieren, und fördert chronische Entzündungen (*DifE 2020*). Darüber hinaus wirkt sie sich insbesondere in Form von zuckergesüßten Getränken ungünstig auf die Darmmikrobiota aus. Zugeseetzte Zucker provozieren eine erhöhte Darmpermeabilität und fördern das unerwünschte Eindringen von bakteriellen Lipopolysacchariden (Endotoxine) in die Blutbahn (Endotoxinämie). Das trägt zu Entzündungen und systemischen Komplikationen bei (*Garcia-Montero et al. 2021*).



Foto: © PITCHAPA/stock.adobe.com

Vitamin A gilt als das wichtigste Vitamin für die Immunabwehr über Haut und Schleimhäute.

Ballaststoffe und Oligosaccharide fördern eine gesunde und diverse Mikrobiota, die pathogene Keime verdrängen, die Darmbarriere schützen und über kurzkettige Fettsäuren antientzündliche Wirkungen entfalten (Aljadani 2021). Auch nicht verdauliche Kohlenhydrate wie Zellulose tragen zur Erhaltung einer breiteren mikrobiellen Vielfalt bei (Garcia-Montero et al. 2021). Eine Studie der Universität Marburg über den Einfluss von Zellulose auf die intestinale Mikrobiota, Immun- sowie Epithelzellen unter homöostatischen und inflammatorischen Bedingungen ergab, dass Zellulose als potenzielles Substrat für Darmbakterien dient und die physiologische Entwicklung der intestinalen Mikrobiota fördert. Ein Mangel an Zellulose induzierte eine proinflammatorische Immunantwort, verminderte die Expression des antimikrobiellen Proteins (REG3g) und erhöhte die Anfälligkeit für akute Darmentzündungen (Fischer 2020).

### Mikronährstoffe

Jede Stufe der Immunantwort benötigt die Anwesenheit diverser Mikronährstoffe, die sich synergistisch ergänzen. Sie dienen als:

- Cofaktoren von Enzymen für Stoffwechsel, Signaltransduktion und Proliferation der Immunzellen (z. B. B-Vitamine, Zink)
- Notwendige Elemente des antioxidativen Systems für die Integrität von Immunzellen, die einer hohen Belastung an reaktiven Sauerstoffspezies ausgesetzt sind (Vitamine E, C, Selen)

- Bestandteile von Transkriptionsfaktoren, die die Genexpression immunbiologisch relevanter Proteine beeinflussen (z. B. Vitamine A, D)
- Modulatoren des epigenetischen Systems, die beispielsweise in die DNA-Methylierung (Folate) eingebunden sind

Besonders in Entwicklungsländern, aber auch hierzulande kann bei Kindern, Schwangeren, der älteren Generation, Rauchenden und Personen mit Infektionskrankheiten eine Unterversorgung mit Mikronährstoffen wegen Fehl- oder Mangelernährung auftreten (Baumann et al. 2013; Hahn et al. 2016).

**Vitamin A.** Vitamin A ist essenziell für die Integrität von Haut und Schleimhäuten, die als Antigenbarriere fungieren, sowie für die humorale und zelluläre Immunantwort (Hahn et al. 2016). Es unterstützt die Differenzierung von Epithelzellen sowie die Reifung und Funktion der Immunzellen. Ein Mangel ist mit einer gestörten Barrierefunktion, veränderten Immunantworten und erhöhter Infektanfälligkeit assoziiert (Calder 2020). Für die mukosale Immunität des Respirations-, Gastrointestinal- und Urogenitaltrakts gilt Vitamin A als das bedeutendste Vitamin. Etwa 40 Prozent der hellhäutigen Europäer können aufgrund eines Gen-Polymorphismus (BCMO) Beta-Carotin (Provitamin A) weniger effektiv in Vitamin A umwandeln (Gröber et al. 2020).

**Vitamin D.** Der Vitamin-D-Status beeinflusst das Immunsystem, da Immunzellen den Vitamin-D-Rezeptor exprimieren. Sie sind also zum Teil in der Lage, aktives Vitamin D zu bilden. Aufgrund immunmodulatorischer Effekte wie der Förderung der Differenzierung von Monozyten zu Makrophagen und der Steigerung der lysosomalen Aktivität von Makrophagen besteht ein Zusammenhang zwischen einem niedrigen Vitamin-D-Status sowie Autoimmun- und Infektionserkrankungen (Bishop et al. 2020; Hahn et al. 2016).

**Lesen Sie dazu auch unseren Schwerpunktartikel „COVID-19 und Vitamin D: Zwischen Hype und Hope“ ab Seite 268 dieser Ausgabe.**

Vitamin D erhöht die epitheliale Integrität und unterstützt sowohl angeborene als auch erworbene Immunfunktionen auf mehreren Ebenen. Es fördert zudem die Produktion antimikrobieller Proteine wie Cathelicidin. Ein Vitamin-D-Defizit beeinträchtigt die Wirkung der Grippeimpfung (Calder 2021). Ein umfassendes Review zeigte eindeutig günstige Wirkungen einer ausreichenden Vitamin-D-Versorgung bei der Prävention von akuten Atemwegserkrankungen (DGE 2020).

**Vitamin C.** Vitamin C ist wichtig für Kollagensynthese und Aufrechterhaltung der Epithelintegrität (Calder 2020). Es wirkt antioxidativ. So schützt es zum Beispiel die Phagozyten vor oxidativen Schäden. Gleichzeitig unterstützt das Vitamin die adaptive und erworbene Immunität. Auf humoraler Ebene fördert es

- Antikörperproduktion,
- Interferonproduktion,
- virale Infektabwehr,
- Reifung und Proliferation von Lymphozyten,
- Phagozytosefähigkeit sowie
- Chemotaxis von Neutrophilen, Eosinophilen und Monozyten.

Vitamin-C-Mangel erhöht Risiko und Schwere von viralen Infektionen, das Risiko von oxidativen Membranschäden und die Belastung mit entzündungsfördernden Zytokinen (z. B. TNF- $\alpha$ ) (Gröber et al. 2020). Dabei variiert der gesundheitliche Effekt in Abhängigkeit der Zufuhr: zehn Milligramm täglich schützen vor Skorbut. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE 2015) empfiehlt als tägliche Zufuhr für

- Männer 110 Milligramm,
- Frauen 95 Milligramm,
- Raucherinnen 135 Milligramm,
- Raucher 155 Milligramm.

● **Tipp.** Über 155 Milligramm Vitamin C stecken bereits in einer halben roten Paprika (75 g) und einem kleinen Glas Orangensaft (125 ml) (DGE 2015, 2020).

Während die prophylaktische Supplementierung von Vitamin C in der Durchschnittsbevölkerung keinen klinischen Nutzen hinsichtlich der Häufigkeit und Dauer von Erkältungskrankheiten hat, profitieren vor allem Personen davon, die einer besonderen Stresssituation und damit erhöhten Infektanfälligkeit ausgesetzt sind, davon. Dazu zählen etwa Marathonläufer oder Soldaten (Hahn et al. 2016; Deutsche Apotheker-Zeitung 2018).

**B-Vitamine.** B-Vitamine sind in die intestinale Immunregulation involviert und tragen damit zu einer gut funktionierenden Darmbarriere bei. Vitamin B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Folat unterstützen die Aktivität natürlicher Killerzellen, die für die virale Abwehr wichtig sind (Calder 2020). Folate sind essenziell für das Wachstum schnell proliferierender Immunzellen sowie für die Antikörper- und Zytokinsynthese. Durch die enge Beziehung zum Folatstoffwechsel ist Vitamin B<sub>12</sub> ebenfalls in diese Funktionen involviert (Hahn et al. 2016).

**Eisen.** Eisenmangel erhöht das Risiko für Infektionen; Immunzellen benötigen Eisen als Cofaktor zur Produktion von Enzymen, die zum Abtöten von Pathogenen notwendig sind. Gleichzeitig benötigen auch pathogene Keime Eisen zum Wachstum, sodass die Immunabwehr mit der Bindung von Eisen durch Komplexbildner das Wachstum von pathogenen Keimen unterdrücken kann (Bilotta et al. 2021). Bei jeder Infektion ist also ein Gleichgewicht zwischen Begrenzung und Angebot nötig. Eine unzureichende Versorgung mit Eisen über die Nahrung kann die Wirkung von Impfungen beeinträchtigen, denn Eisenmangel schwächt die Fähigkeit des Immunsystems, Antikörper zu bilden (ETH Zürich 2020).

**Zink.** Zink ist an der Regulation aktiver T-Lymphozyten beteiligt und gilt als essenzieller Faktor für

- T-Zell-Aktivität,
- Zytokinsynthese,
- Wachstum aller schnell proliferierenden Immunzellen sowie
- Integrität von Haut und Schleimhäuten, die als Antigenbarriere fungieren.

Zudem schützt es die Immunzellen vor oxidativen Schäden (Hahn et al. 2016). Als Ergebnis einer aktuellen finnischen Studie mit 253 Teilnehmenden hatten Zinklutschtabletten (6 x 13 mg Zinkacetat/d) allerdings keine positive Wirkung auf die Dauer einer Erkältung (Hemilä et al. 2020).

● **Tipp.** Hochdosiertes Zink kann Nebenwirkungen wie Geschmacksveränderungen, Übelkeit und Durchfall hervorrufen. Deshalb kann Zink in Ausnahmefällen zu den Mahlzeiten eingenommen werden, allerdings beeinträchtigt die gleichzeitige Aufnahme von pflanzlichen Nahrungsmitteln wie Getreideprodukten, Hülsenfrüchten und Nüssen die Absorption (DAZ 2020). Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) empfiehlt, eine tägliche Dosis von 25 Milligramm nicht dauerhaft zu überschreiten (DGE 2019).

**Selen.** Selen gilt als essenzieller Faktor für die Lymphozytenaktivität und schützt als Bestandteil der Glutathionperoxidase zusammen mit antioxidativen Vitaminen die Immunzellen vor oxidativem Schaden (FET e. V. 2021). Selen unterstützt die Aktivität diverser Immunzellen und kontrolliert Entzündungen (Calder 2021).

**Bioaktive Pflanzenstoffe**

Kontrollierte Interventionsstudien mit eindeutiger Evidenz zu Wirkungen isolierter bioaktiver Pflanzenstoffe am Menschen sind bisher selten. Epidemiologische Beobachtungsstudien mit potenziellen präventiven Effekten basieren auf Lebensmitteln mit einer Vielzahl verschiedener Inhaltsstoffe wie Vitaminen, Mineralstoffen, bioaktiven Pflanzenstoffen und Ballaststoffen (Knies 2019; **Übersicht 2**).

**Übersicht 2: Potenzielle Effekte einzelner sekundärer Pflanzenstoffe (Knies 2019)**

	Anti-karzerogen	Anti-mikrobiell	Anti-oxidativ	Immun-modulierend	Entzündungshemmend
Carotinoide	x		x	x	
Saponine	x				
Phytosterine	x	x			
Glukosinolate	x	x			
Flavonoide	x	x	x	x	x
Proteaseinhibitoren	x		x	x	
Phytoöstrogene	x		x	x	
Monoterpene	x	x			x
Sulfide	x	x	x	x	x





Foto: © happy / iStockphoto.com

Die mediterrane Ernährungsweise scheint nach aktuellem Kenntnisstand eine der geeigneten Kostformen zur Stärkung des Immunsystems zu sein.

### Ernährungsmuster

**Western Diet.** Eine typisch westliche Kost mit viel Zucker und rotem Fleisch sowie wenig Früchten und Gemüse fördert eine Dysbiose und damit eine chronische Entzündung im Darm mit Schwächung des Immunsystems (Molendijk et al. 2019). Stark verarbeitete Lebensmittel mit reichlich Fett, Zucker und Salz stehen mit einem höheren Grad an Entzündungen und einer gestörten Immunität in Verbindung (DjE 2020).

So fand eine Untersuchung mit über 300 gesunden Tansaniern heraus, dass die Immunzellen der städtischen Bevölkerung mit eher westlicher Ernährung mehr entzündliche Proteine produzierten, während die ländliche Bevölkerung mit traditioneller pflanzenreicher Kost höhere Werte an Flavonoiden und anderen entzündungshemmenden Substanzen im Blut aufwies. Ein weniger aktiviertes Immunsystem lag bei den Städtern zur Zeit der Ernte vor, was für saisonale Einflüsse auf das Immunsystem spricht (Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn 2021).

Ein hoher Salzkonsum beeinträchtigt den Energiehaushalt von Immunzellen und damit deren Funktionsfähigkeit ziemlich rasch nach der Aufnahme. Salz inhibiert ein Enzym der Atmungskette und reduziert damit die ATP-Bildung, wie eine aktuelle Studie der Universität Bonn zeigte. Dieser Energiemangel beeinflusst die Reifung bestimmter Immunzellen wie der Makrophagen. Zwar ist der Effekt nur vorübergehend, aber bei täglich mehrmaligem Genuss stark gesalzener Mahlzeiten könnten Akkumulationseffekte auftreten (Geisberger et al. 2021).

**Vegetarische Ernährung.** Vegetarische Ernährung ist nach einer Metaanalyse von 30 Beobachtungsstudien mit signifikant geringeren Konzentrationen an Entzündungsmarkern wie C-reaktivem Protein und Fibrinogen sowie einer Abnahme der Leukozyten im Vergleich zu einer nicht vegetarischen Ernährung assoziiert (Craddock et al. 2019). Bei vielen Immunparametern liegen jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen vegetarischer und nicht vegetarischer Ernährungsweise vor. Die Ergebnisse vieler Studien sind heterogen; möglicherweise ist das Infektionsrisiko bei Menschen, die sich vegetarisch ernähren, erhöht und das Risiko einer chronischen Entzündung im Vergleich zu Mischköstlern reduziert (Lorentz 2021).

Nach Bilotta und Mitarbeitern (2021) zeigen vor allem pflanzenbasierte Ernährungsformen positive Effekte auf das Risiko chronischer Entzündungen. Der Fokus liegt dabei auf ausreichend Gemüse, Obst, (Vollkorn-)Getreide, Nüssen und Fisch (Bilotta et al. 2021). Zwar führt eine vegetarische Ernährung häufig zu einem höheren Anteil an Ballaststoffen und bioaktiven Pflanzenstoffen in der Nahrung, gleichzeitig kann aber das Risiko einer unzureichenden Versorgung mit Vitamin B<sub>12</sub>, Vitamin D, Calcium, Jod und Selen zunehmen. Jod zum Beispiel fördert die Erregereliminierung und induziert die Zytokin- und Chemokinsekretion in Leukozyten (Lorentz 2021).

**Mediterrane Ernährung.** Viele Experten sprechen sich für den mediterranen Ernährungsstil aus: Reich an frischem Obst und Gemüse, Hülsenfrüchten, wenig verarbeiteten Vollkornprodukten, Nüssen und Saaten, Fisch und Olivenöl reduziert sie die systemische Inflammationsneigung und ist mit einer höheren Diversität der Mikrobiota und intestinalen Integrität assoziiert. Sie bietet ausreichend Omega-3-Fettsäuren und einfach ungesättigte Fettsäuren sowie reichlich Carotinoide, Polyphenole und andere bioaktive Pflanzenstoffe (Aljadani 2021; Molendiyk et al 2019; Garcia-Montero et al. 2021).

● **Tipp.** Hauptmerkmale einer mediterranen Ernährung ist die Vielfalt an Früchten und Gemüsen, Oliven und Nüssen, aromatischen Kräutern und Ge-

### Ernährungsstil und COVID-19

In einer neuen Studie mit 568 Teilnehmenden (Kim et al. 2021) hatte der Ernährungsstil zwar keinen Einfluss auf das Erkrankungsrisiko und die Dauer von Covid-19, eine pflanzenbasierte oder pescetarische Ernährung bewirkte jedoch signifikant seltener mittelschwere oder schwere Verläufe. Eine kohlenhydratarme Kost wirkte eher ungünstig. Mögliche Erklärungsansätze waren die geringere Entzündungsbereitschaft beim Verzicht auf Fleisch und die bessere Versorgung mit Omega-3-Fettsäuren (Deutsches Ärzteblatt 09.06.2021).

würzen (z. B. Oregano, Rosmarin und Thymian) sowie Samen (z. B. Kreuzkümmel oder Sesam), die alle reich an verschiedenen Polyphenolen sind. Drei relevante Vertreter sind zum Beispiel:

- Hydroxytyrosol in nativem Olivenöl,
- Resveratrol in roten Trauben,
- Quercetin in Zwiebeln, Brokkoli, Äpfeln, Zitrusfrüchten und anderen Früchten und Gemüsen (Garcia-Montero et al. 2021).

## Supplemente für das Immunsystem?

Die für das Immunsystem wichtigen und unter anderem deshalb häufig beworbenen Vitamine A, D, C, E, Folat, Vitamin B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub> sowie die Spurenelemente Zink, Eisen, Kupfer und Selen lassen sich in Deutschland in der Regel – mit Ausnahme von Vitamin D – mit einer abwechslungsreichen und ausgewogenen Ernährung ausreichend aufnehmen. Ein Zuviel stört möglicherweise die fein abgestimmten Stoffwechselprozesse (Gombart et al. 2020; VerbraucherService Bayern 2020).

Grundsätzlich können Nahrungsergänzungsmittel eine unausgewogene Ernährung nicht ersetzen. In bestimmten Situationen kann jedoch eine gezielte Verwendung von Supplementen oder angereicherten Lebensmitteln sinnvoll sein, beispielsweise bei

- Lebensmittelunverträglichkeiten wie Lactoseintoleranz,
- Abneigungen gegen bestimmte Lebensmittel,
- einseitigen Ernährungsformen wie veganer Ernährung,
- langfristigen und unausgewogenen Reduktionsdiäten,
- chronischem Alkohol- und Tabakkonsum,
- bestimmten Krankheiten,
- einem erhöhten Bedarf in Lebenssituationen wie Schwangerschaft oder Stillzeit,
- Risikogruppen wie älteren Menschen (Interview Antje Gahl, Pressesprecherin DGE 27.08.2021).

● **Tipp.** Hinsichtlich der Stärkung der Immunkompetenz ist eine Supplementierung mit einzelnen hochdosierten Mikronährstoffen wegen eines möglichen Synergismus nicht zielführend. So ist Vitamin C wichtigstes Antioxidans in der hydrophilen Phase, Vitamin E in lipophilen Zellkomponenten.

Nährstoffe in hohen Dosierungen zur Behandlung von ärztlich festgestellten Mangelzuständen, zum Beispiel Eisenmangel, und bei anderen pathologischen Zuständen wie Absorptionsstörungen sollten nur auf Verordnung und nur unter ärztlicher Kontrolle eingenommen werden (DGEInfo 10/2019, Interview Antje Gahl, Pressesprecherin DGE, 27.08.2021).

## Fazit

Die Ernährung ist einer unter vielen Faktoren, der die Immunantwort mitbestimmt. Der ausreichende Konsum von immunwirksamen Makro- und Mikronährstoffen sowie bioaktiven Pflanzenstoffen unterstützt das Immunsystem auf allen Ebenen. Zu den vulnerablen Gruppen für ein schlecht funktionierendes Immunsystem gehören Kranke, Senioren, Adipöse, Mangel- und Fehlernährte: Bei Krankheit kann der Bedarf erhöht sein, bei Untergewicht ist die Versorgung oft mangelhaft und bei Übergewicht/Adipositas nicht immer bedarfsdeckend. Ungünstige Ernährungsgewohnheiten im Sinne einer Western Diet tragen dazu bei. Der langfristige Konsum einer zucker- und fettreichen Nahrung wirkt sich negativ aus, vor allem wenn sich eine Adipositas begleitet von einer chronischen subklinischen Entzündung sowie Folgeerkrankungen wie Diabetes mellitus Typ 2 und Herz-Kreislauf-Erkrankungen entwickelt.

Nicht zuletzt im Zusammenhang mit COVID-19-Erkrankungen ist in der Diskussion, ob Nahrungsergänzungsmittel die individuelle Immunabwehr verbessern können.

Alle bisher zu diesem Thema durchgeführten Studien zeigen, dass eine optimale Versorgung mit allen Nährstoffen und die Aufnahme vieler unterschiedlicher bioaktiver Pflanzenstoffe über eine vielseitige Ernährung das Immunsystem auch in Zeiten erhöhten Auftretens viraler Erkältungs- und Atemwegserkrankungen am besten schützt. Es besteht in der Regel kein Grund für eine zusätzliche Zufuhr an Vitaminen und Mineralstoffen durch Nahrungsergänzungsmittel. Eine Ausnahme bildet unter bestimmten Bedingungen Vitamin D.

Empfehlenswert ist eine Ernährungsweise mit viel Obst und Gemüse, pflanzlichen Ölen und Vollkornprodukten sowie eine bedarfsgerechte Proteinversorgung nach den Regeln der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) – eingebettet in einen gesunden Lebensstil mit ausreichend Bewegung und Entspannung.

Genauso geeignet sind die Mittelmeerkost sowie eine pescetarische oder vegetarische Ernährung, letztere allerdings mit Fokus auf bestimmten kritischen Nährstoffen. ●

>> Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnisse“ als kostenfreie pdf-Datei. <<



### DIE AUTORIN

Dr. Lioba Hofmann absolvierte 1988 das Studium der Ernährungswissenschaft an der Universität Bonn. 1993 promovierte sie an der Medizinischen Universitäts-Poliklinik Bonn. Sie arbeitet als freie Fachjournalistin in Troisdorf.

### Dr. Lioba Hofmann

Theodor-Heuss-Ring 15, 53840 Troisdorf  
LiobaHofmann@hotmail.de



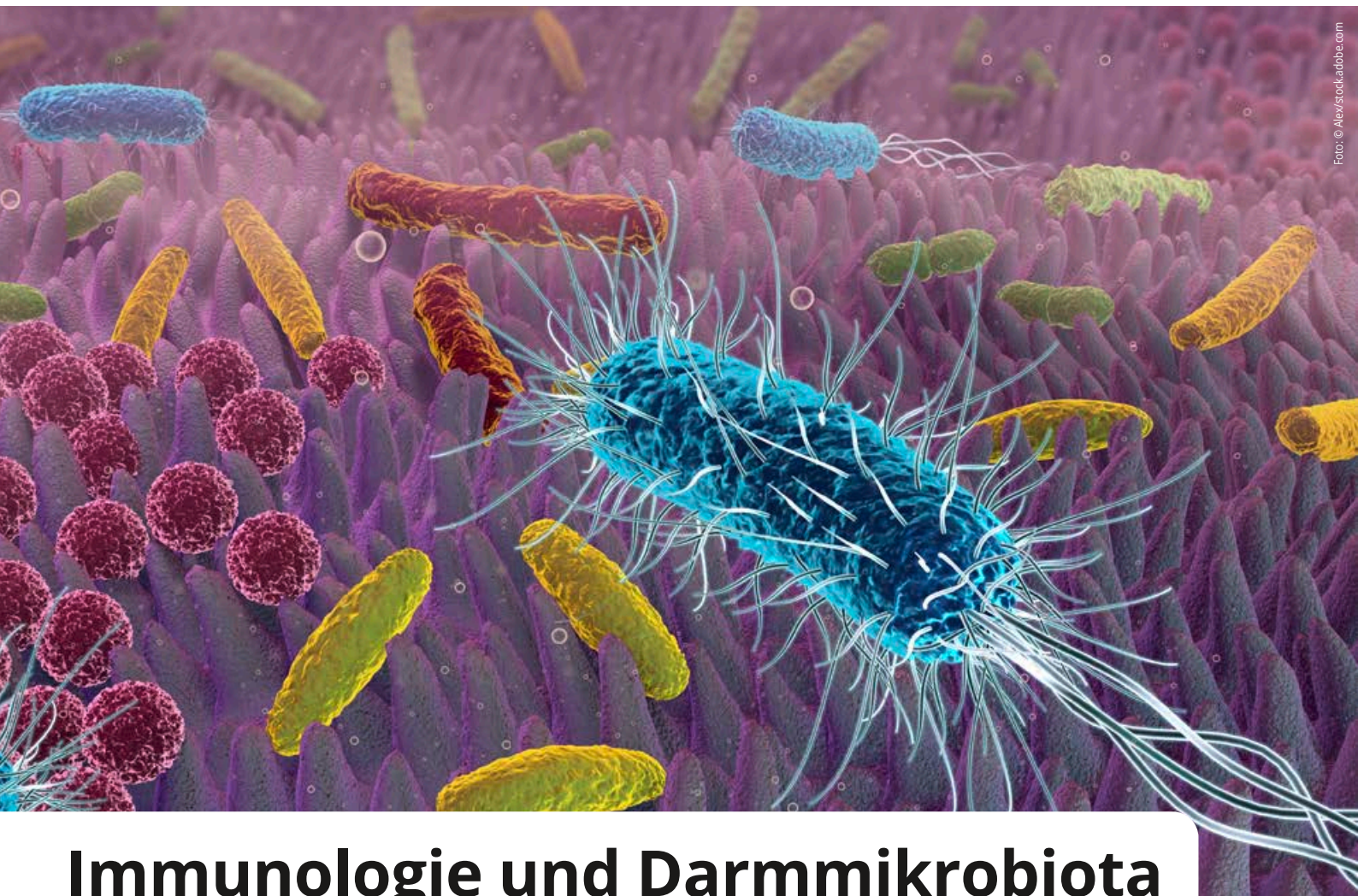


Foto: © Alexstockadobe.com

# Immunologie und Darmmikrobiota

FRANZISKA BERTRAM, DR. MED. SAMUEL HUBER

## Die Darmmikrobiota

Unter dem Begriff **Darmmikrobiota** wird die Gesamtheit der Bakterien, Viren und Pilzen im Gastrointestinaltrakt des Menschen zusammengefasst. Der Begriff **Mikrobiom** bezeichnet die Gesamtheit der Gene der Mikrobiota, während die einzelnen Mikroorganismen der äußeren und inneren Körperoberfläche **Mikrobiota** genannt werden.

## Zusammensetzung der Mikrobiota

Während im sauren Milieu des Magens nur wenige Organismen überleben, nimmt die Menge und Vielfalt der Spezies in Richtung Darmausgang kontinuierlich zu, bis sie  $10^{11}$  bis  $10^{13}$  Bakterien pro Gramm Darminhalt im Kolon erreicht (Seksik, Landman 2015). Ein Großteil der humanen intestinalen Mikrobiota besteht aus gramnegativen Anaerobiern. Da jedoch Sauerstoff aus den umliegenden Geweben diffundieren kann, gibt es insbesondere unter den

**Die Mikrobiota des Darms besteht aus Milliarden stoffwechselaktiver Organismen. Neue Untersuchungstechniken haben die Forschung an den Interaktionen zwischen Mikrobiota und Mensch in den vergangenen Jahren merklich verbessert. Deutlich wird: Die Mikrobiota prägt das Immunsystem hinsichtlich der Entstehung von Gesundheit und Krankheit. Die gezielte Modifikation der Mikrobiota wird deshalb in Zukunft als therapeutisches Konzept an Bedeutung gewinnen.**

mukosa-ständigen Bakterien auch aerobe, aerotolerante oder fakultativ anaerobe Spezies. Die Mikrobiota des Darms wird entsprechend der allgemeinen Taxonomie nach Stamm, Klasse, Ordnung, Familie, Gattung und Art eingeteilt. Etwa 90 Prozent der Bakterien im Darm zählen zum Stamm der *Firmikutes* oder *Bacteroidetes* (Jandhyala et al. 2015). Während die Mikrobiota in den ersten Lebensjahren noch stark veränderlich ist, stabilisiert sie sich im Verlauf des Lebens. Die Zusammensetzung der Darmmikrobiota ist im interindividuellen Vergleich sehr variabel, intraindividuell zeigt sich jedoch eine hohe Resilienz der Mikrobiotas gegenüber äußeren Einflüssen. Metaanalysen machen deutlich, dass die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Zusammensetzung der fäkalen Mikrobiota Ernährung, Alter, Geschlecht, Dauer und Häufigkeit von antibiotischer Therapie sowie die Stuhlkonsistenz sind (Seksik, Landman 2015; Lynch, Pedersen 2016).



## Untersuchung der Mikrobiota

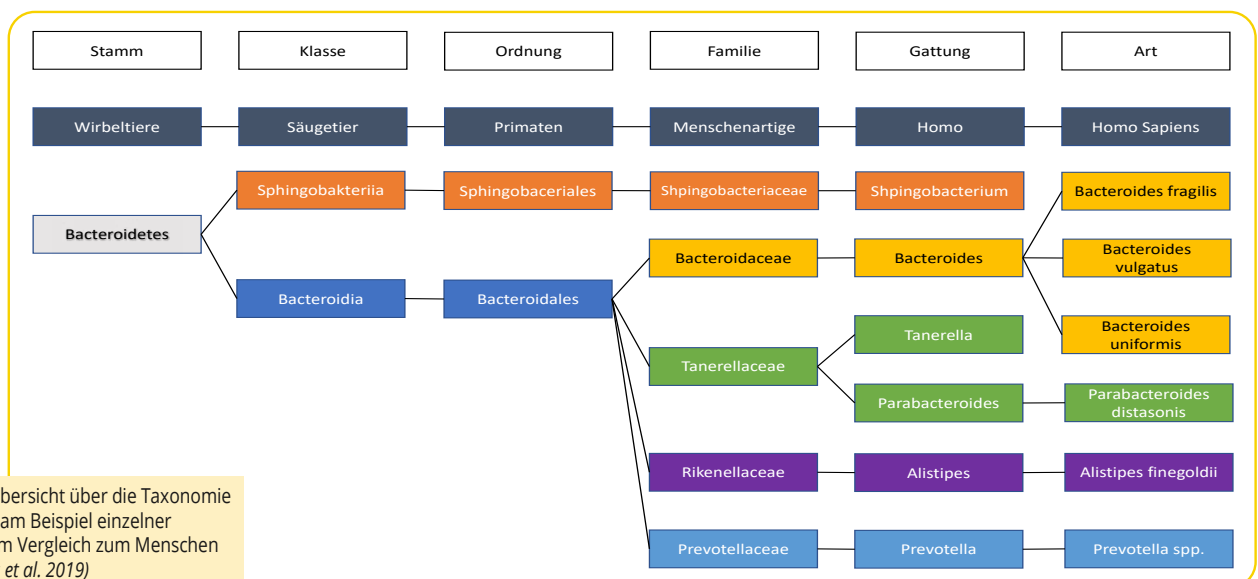
Lange war das Wissen über die Mikrobiota durch die eingeschränkte Kultivierbarkeit der intestinalen Bakterien begrenzt. Seit der Etablierung des „Next Generation Sequencing“, einer Technik zur schnellen und vollständigen Untersuchung von Erbinformation, und der Entwicklung von bioinformatischen Strategien zur Datenanalyse wie dem „machine learning“ hat die Untersuchung des Mikrobioms in eine Vielzahl von Forschungsfeldern Einzug gehalten. Zur Analyse des Mikrobioms kann sowohl Material aus Stuhlproben als auch Material aus mukosalen Biopsien oder Abstrichen genutzt werden. Im Gegensatz zur Untersuchung von Biopsiematerial ist bei der Analyse von Stuhlproben zu beachten, dass es sich um ein Surrogat (Auszug) des tatsächlichen Mikrobioms handelt. Mittels 16S-Sequenzierung werden hochkonservierte genetische Sequenzen ermittelt und mit bestehenden bioinformatischen Datenbanken abgeglichen. So gelingt das Aufschlüsseln der Bakterienspezies über die Zuordnung der RNA-Sequenzen (Seksik, Landman 2015). Ergänzend zu dieser quantitativen Analytik erforscht man auch Funktionen und Interaktionen innerhalb des Ökosystems im Darm. Zur Analyse der metabolischen Funktionen des Mikrobioms können beispielsweise Transkriptomik durchgeführt werden. Diese Technik beinhaltet die Analyse der mRNA, was Rückschlüsse auf die von einem Bakterium produzierten Proteine zulässt. Auch Proteomics und Metabolomics, bei denen häufig chromatographische oder spektrometrische Techniken genutzt werden, um die Stoffwechselprodukte der Mikrobiota in einer Stuhlprobe zu ermitteln, sind ein wichtiger Baustein der Mikrobiomforschung (Segal et al. 2019). Unverzichtbar sind außerdem gnotobiotische Mausekolonien: Mäuse, die in steriler Umgebung ohne eigene Darmflora aufwachsen, können je nach Fragestellung mit der gesamten oder einzelnen Bestandteilen der humanen oder tierischen Mikrobiota besiedelt werden. Das ermöglicht die isolierte Betrachtung des Einflusses der Mikrobiota sowie detaillierte mechanistische Untersuchungen der Mikrobiota-Wirt-Interaktion in Gesundheit und Krankheit (Grover, Kashyap 2014).

## Funktionen der Mikrobiota

Die Mikrobiota verstoffwechselt symbiotisch nichtresorbierte Bestandteile der menschlichen Nahrung. Dazu gehören unter anderem Ballaststoffe und physiologisch malabsorbierte Kohlenhydrate wie Frukto- und Galaktooligosaccharide. Die im Zuge des Bakterienstoffwechsels entstehenden Metabolite beeinflussen den menschlichen Körper auf vielfältige Weise: Beispielsweise können die auf das Darmepithel wachstumsfördernd wirkenden kurzkettigen Fettsäuren (Short-Chain Fatty Acids, SCFA) direkt resorbiert werden. Durch die Resorption dieser von der Mikrobiota produzierten kurzkettigen Fettsäuren können Menschen bis zu zehn Prozent ihres täglichen Energiebedarfs decken. Bei der Verstoffwechslung von Nahrungsbestandteilen entstehen aber auch Gase wie Methan, Wasserstoff und Kohlendioxid. Diese können den Körper zum Teil über die Lunge verlassen, zum Teil führen sie jedoch in Form von Meteorismus und Flatulenzen (Blähungen) zu gastrointestinalen Symptomen. Darüber hinaus ist die Mikrobiota an der Biosynthese von Vitaminen (z. B. Vitamin B<sub>12</sub>), Hormonen (z. B. Norepinephrin, Corticosteron, GLP-1) und Neurotransmittern (z. B. Serotonin) beteiligt und essenziell für den Abbau von Gallensalzen, Medikamenten und Endotoxinen (Lynch, Pedersen 2016; Marchesi et al. 2016).

## Mikrobiota und Immunsystem

Toleranz gegenüber den vielen, ständig wechselnden Mikroorganismen zu bewahren und gleichzeitig eine aktive Immunantwort gegen pathogene Erreger oder das Eindringen von Kommensalen sicherzustellen, ist eine der bemerkenswertesten Funktionen des menschlichen Immunsystems. Es ist bekannt, dass Veränderungen des Mikrobioms durch Umwelteinflüsse, Beeinträchtigung der Interaktion zwischen Mensch und Mikrobiota oder Veränderungen des Immunsystems zu einer systemischen Verbreitung von Kommensalen oder zum Eindringen von Pathogenen führen und lokale sowie systemische Entzündungsreaktionen provozieren können. Eine gestörte Interaktion von Mikrobiota und Immunsystem ist außerdem mit der Entstehung von vielen nicht infektiösen Erkrankungen assoziiert (Zheng, Liwinski, Elinav 2020).



**Abbildung 1:** Übersicht über die Taxonomie der Mikrobiota am Beispiel einzelner Bacteroidetes im Vergleich zum Menschen (nach Rinninella et al. 2019)

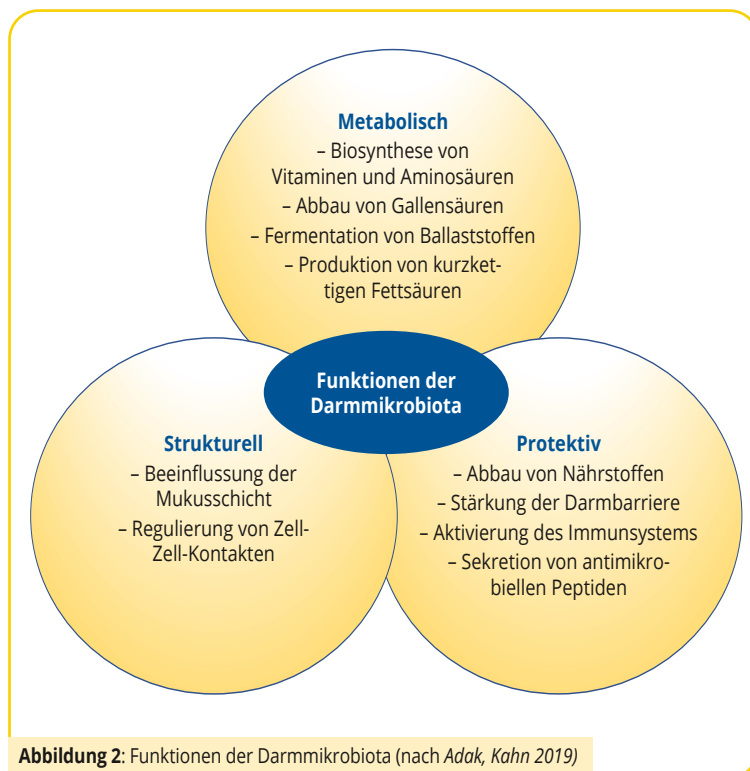


Abbildung 2: Funktionen der Darmmikrobiota (nach Adak, Kahn 2019)

## Immunhomeostase

Bei der Betrachtung des menschlichen Immunsystems ist zwischen der angeborenen und der adaptiven Immunantwort zu unterscheiden.

### Angeborenes Immunsystem

Das angeborene Immunsystem besteht aus physikalischen und chemischen Barrieren und umfasst zudem einzelne Immunzellen und Proteine. Die angeborene Immunantwort erfolgt schnell und unspezifisch in Reaktion auf hochkonservierte Oberflächenmerkmale von Pathogenen.

Das angeborene Immunsystem verhindert das Eindringen von Mikrobiotabestandteilen in die Darmschleimhaut des Menschen. Die enge Verbindung von Epithelzellen durch schmale Bänder aus Membranproteinen, den Tight Junctions, schafft eine physikalische Diffusionsbarriere zwischen Darmlumen und Interstitium. Als wichtiger Bestandteil der Epithelschicht produzieren die Becherzellen der Darmschleimhaut Mukus, der eine chemische Barriere darstellt. Diese Mukusschicht liegt wie eine Schutzschicht auf der Darmschleimhaut, verhindert den direkten Kontakt von Mikrobiota und Epithelzellen und das Eindringen von Bakterien in das umliegende Gewebe. Die Anreicherung des Mukus mit Immunglobulin A (IgA) trägt dazu bei, die intestinale Flora am Eindringen in das Darmgewebe zu hindern. Diesen Effekt unterstützen außerdem antimikrobielle Peptide wie alpha- oder beta-Defensine, die von epithelialen Zelllinien und einigen Immunzellen sezerniert werden und die Membranen und Zellwände eindringender Bakterien auflösen (Belkaid, Harrison 2017). Neben den barrierebildenden Eigenschaften stellt die Mukusschicht jedoch auch einen Nährboden für die Mikrobiota dar. So können einige Spezies direkt Kohlenhydrate und Peptide des Mukus abbauen oder über ihre Stoffwechselprodukte die Produktion von Mukus anregen (Adak, Khan 2019).

## Adaptives Immunsystem

Im Kontrast zum angeborenen Immunsystem zeichnet sich die später einsetzende, adaptive Immunantwort durch eine besonders hohe Anpassungsfähigkeit gegenüber neuen und veränderten Krankheitserregern aus. Über die Kommunikation von Antigen-präsentierenden Zellen mit T- und B-Lymphozyten lässt sich eine spezifische zellvermittelte Immunreaktion anstoßen (Chaplin 2010).

Die adaptive Immunreaktion findet vor allem im mukosa-assoziierten lymphatischen Gewebe, insbesondere in den M-Zellen und den Peyer-Plaques statt. Hier interagieren Antigen-präsentierende Zellen mit B- und T-Zellen. Die Kommunikation über Zytokine und Liganden kann sowohl regulatorische als auch proinflammatorische Immunantworten auslösen. In Folge einer Interaktion von B- und T-Zellen können außerdem Antigen-spezifische lösliche Antikörper entstehen. Diese bleiben, ebenso wie die Gedächtniszellen, nach der Auseinandersetzung mit dem Pathogen erhalten und können bei erneutem Kontakt eine schnelle, effektive und spezifische Immunantwort einleiten (Belkaid, Harrison 2017).

## Einfluss von Metaboliten der Mikrobiota auf das Immunsystem

Die menschliche Mikrobiota besteht aus Milliarden Bakterien, die unverdaute Kohlenhydrate, Proteine und Fette der menschlichen Nahrung verstoffwechseln. Durch ihre Metabolite erzeugen die einzelnen Organismen eine Mikroumgebung, die die Wachstumsmöglichkeiten anderer Mikrobiotabestandteile beeinflusst. Dieses als „cross-feeding“ bezeichnete Phänomen erklärt, dass häufig ganze Gruppen intestinaler Bakterien als Einflussfaktor auf das Immunsystem identifiziert werden. Studien zeigen beispielsweise, dass das Gleichgewicht zwischen regulatorischen T-Zellen und proinflammatorischen Th17-Zellen direkt von der Interaktion mit der Darmmikrobiota abhängt (Cheng et al. 2019).

Neben dem Einfluss auf die Zusammensetzung der Mikrobiota interagieren die Metabolite der Mikrobiota auch mit dem Immunsystem des Menschen. Insbesondere kurzkettige Fettsäuren, AHR-Liganden (Aryl-Hydrocarbon-Rezeptor) und Polyamine verändern die Prägung von B- und T-Lymphozyten und beeinflussen die Funktion des menschlichen Immunsystems im Magen-Darm-Trakt und im gesamten menschlichen Körper (Zheng, Liwinski, Elinav 2020).

### Kurzkettige Fettsäuren

Als **kurzkettige Fettsäuren** (Short-Chain Fatty Acids, SCFA) werden Fettsäuren mit zwei bis sechs Kohlenstoffatomen bezeichnet. Sie entstehen im menschlichen Darm im Zuge der Fermentation langkettiger Kohlenhydrate durch die Mikrobiota.

Analysen des Metagenoms identifizieren intestinale Bakterien, die für die Produktion von kurzkettigen Fettsäuren mitverantwortlich sind. Während relativ viele Spezies in der Lage sind, Acetat zu produzieren, scheint es weniger Bakteriengruppen zu geben, die Propionat, Butyrat oder Laktat her-

vorbringen. Im Darm entstehende kurzkettige Fettsäuren gelangen entweder über aktiven Transport oder über Diffusion in die Endothelzellen. Dort können sie über die Inhibition von Histon-Deacetylasen und die Bindung an G-Proteingekoppelte Rezeptoren die Expression und Funktion von Immunzellen modifizieren. Über diese epigenetische Regulation verstärken kurzkettige Fettsäuren meist eine toleranzfördernde antiinflammatorische Immunantwort und sind deshalb ein entscheidender Baustein der Immunhomeostase (Rooks, Garrett 2016).

Das angeborene Immunsystem wird besonders von Acetat beeinflusst. Acetat induziert die Expression bestimmter Genabschnitte in dendritischen Zellen. Die Umwandlung von Vitamin A zu Retinsäure verändert die Kommunikation von B-Zellen und Becherzellen, so dass die Sekretion von Mukus und IgA zunimmt. Das stärkt die epitheliale Barriere und verhindert das Eindringen von Bakterien in den Blutstrom. Kurzkettige Fettsäuren beeinflussen über die Regulation der Expression von Tight-Junction-Proteinen die epitheliale Barriere und damit den Substanzfluss zwischen Darmlumen, Leber und portalvenösem Blut. Eine Erhöhung der Epithel-Durchlässigkeit ist mit vermehrter Translokation von Bakterien und deren Zellkomponenten verbunden und kann eine Entzündungsreaktion provozieren (Morrison, Preston 2016).

Auch das adaptive Immunsystem wird von verschiedenen kurzkettigen Fettsäuren verändert: So bewirkt die Bindung von Butyrat an den GPR43-Rezeptor beispielsweise eine vermehrte Produktion von antiinflammatorischen Zytokinen wie TGF-beta und IL-10 und verstärkt die Expression von antiinflammatorischen Transkriptionsfaktoren in regulatorischen T-Zellen. Weiterhin kann Butyrat über die Inhibition von Histon-Deacetylierung die NF- $\kappa$ B vermittelte Inflammation bremsen. Ein kombiniertes Auftreten von Propionat und Butyrat scheint lokale Inflammationen über die Aktivierung von regulatorischen T-Zellen und die Produktion von antiinflammatorischen Zytokinen wie IL-6 und IL-12 zu reduzieren (Morrison, Preston 2016).

### Liganden des Aryl-Hydrocarbon-Rezeptors

Der **Aryl-Hydrocarbon-Rezeptor (AHR)** ist ein zytoplasmatischer Rezeptor, der von verschiedensten Zellen wie dem Darmepithel, Immunzellen und auch einigen Tumorzellen exprimiert wird.

Insbesondere *Lactobacilli spp.* können Tryptophan aus der Nahrung metabolisieren und darüber AHR-Liganden produzieren. Diese können wiederum schützende adaptive und angeborene Immunantworten auslösen: Signalkaskaden über dem AHR tragen dazu bei, die Integrität der epithelialen Barriere zu erhalten. Außerdem lässt sich über die Bindung an den AHR die Transkription von Zytokinen anregen, was wiederum die Prägung von T-Zellen, Antigen-präsentierenden Zellen und Zellen des angeborenen Immunsystems beeinflusst. Ein Mangel oder das Fehlen von AHR in Mäusen führt zu Veränderungen des Darmmikrobioms, zur Abnahme von intraepithelialen Lymphozyten und zu einer verringerten Produktion von antimikrobiellen Peptiden (Rooks, Garrett 2016). Die Mikrobiota des Darmes produziert drei Gruppen von Metaboliten, die an den AHR binden können: Indole, bakterielle Viru-

lenzfaktoren und kurzkettige Fettsäuren. Außerdem können Nahrungsbestandteile wie Flavonoide, Carotinoide und Indole aus Pflanzen als Liganden am AHR wirken (Lamas, Natividad, Sokol 2018).

### Polyamine

Polyamine wie Spermine, Spermidine und Cadaverine sind polykationische Moleküle, die in nahezu allen lebenden Zellen vorkommen und unter anderem Transkription und Translation von genetischer Information, Zelltod und Zellwachstum beeinflussen.

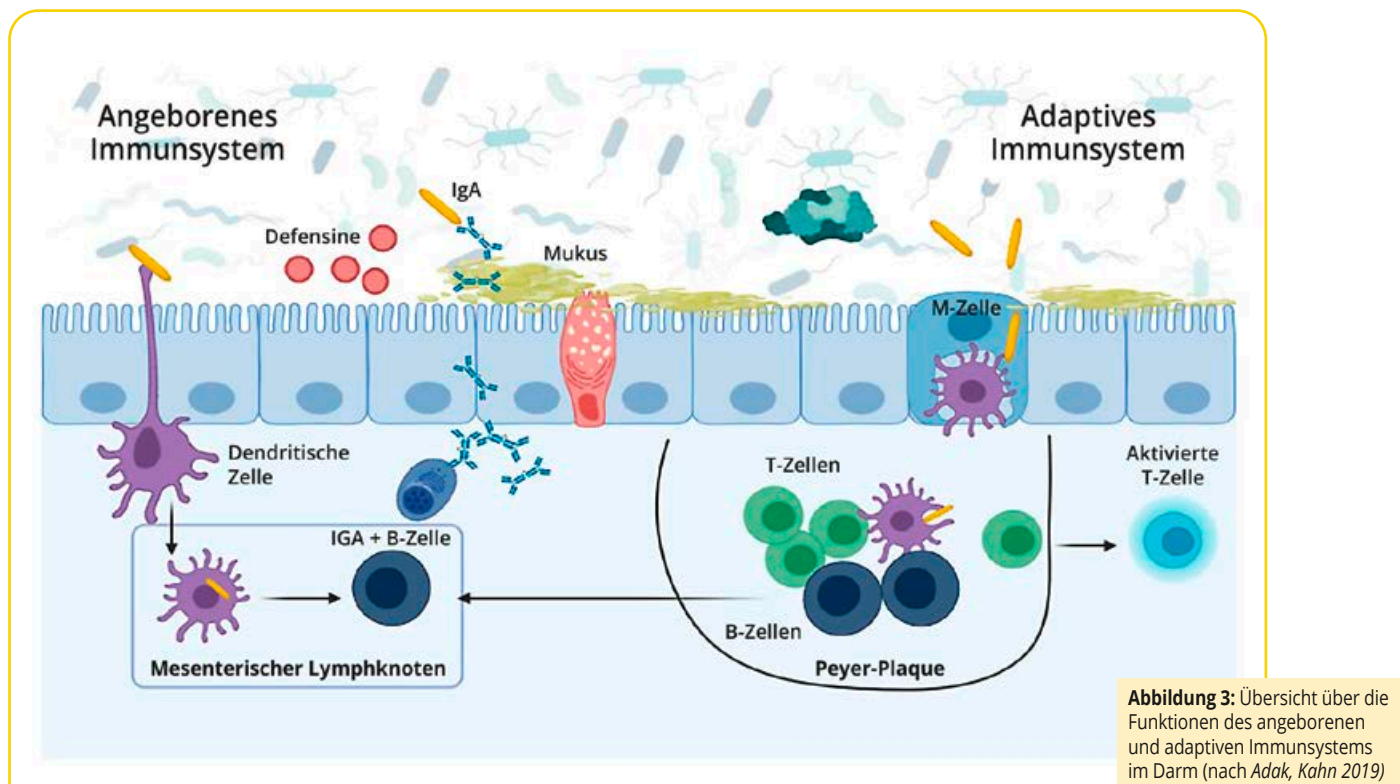
Der Magen-Darm-Trakt des Menschen enthält hohe Konzentrationen an Polyaminen, die sowohl aus der Nahrung als auch aus dem Stoffwechsel von Mensch und Mikrobiota entstehen. Intrazelluläre Polyaminkonzentrationen des Menschen werden deshalb strikt über Aufnahme, Biosynthese, Abbau und Ausscheidung reguliert. Eine Dysregulation der Polyaminkonzentration ist bei zu geringen Konzentrationen mit Zellwachstumsstörungen und bei zu hohen Konzentrationen mit Karzinogenese assoziiert. Doch auch die Virulenz und das Überleben von Pathogenen wie *Helicobacter pylori*, *Salmonella enterica* oder *Vibrio cholerae* steigen durch die Verfügbarkeit von Polyaminen.

Polyamine beeinflussen das angeborene Immunsystem, indem sie die Proliferationsrate von Epithelzellen des Darmes modulieren. Außerdem scheinen Polyamine dazu beizutragen, die intestinale Barriere aufrechtzuerhalten. Im Darm nutzen die Enzyme Arginase 1 und Stickstoffmonoxid-Synthase die Aminosäure Arginin, um kompetitiv entweder Polyamine oder Stickstoffmonoxid herzustellen. Stickstoffmonoxid ist ein Botenstoff, der die Polarisation von Makrophagen für die Produktion von proinflammatorischen Zytokinen und die zytotoxische Aktivität anregen kann. Spermidin hingegen inhibiert Makrophagenaktivierung und Synthese proinflammatorischer Zytokine, ohne die antiinflammatorische Antwort zu beeinflussen. Polyamine sind damit essenziell für die Epithelzellgeneration und die adaptive Immunantwort des Menschen (Rooks, Garrett 2016).

### Einfluss der Mikrobiota auf Gesundheit und Krankheit

Die vielfältigen Interaktionen zwischen Immunsystem und Mikrobiota legen nahe, dass die Mikrobiota auch bei der Entstehung von Erkrankungen eine Rolle spielen kann. Eine dichte Besiedlung mit kommensalen Bakterien im Darm kann einen Schutz vor pathogenen Keimen darstellen. Wird diese Barriere zum Beispiel durch eine langfristige Therapie mit Antibiotika angegriffen, steigt das Risiko einer Infektion mit Pathogenen, wie zum Beispiel dem durchfallverursachenden Erreger *Clostridium difficile* (Burke, Lamont 2014). Neben der Reduktion der intestinalen Flora kann auch eine Veränderung der Zusammensetzung der Darmmikrobiota (Dysbiose) zu Erkrankungen führen. Oxidativer Stress, Bakteriophageninduktion oder die Sekretion von bakteriellen Toxinen kann einen schnellen Wandel der intestinalen Mikrobiota bewirken und den Weg für eine Dysbiose ebnen. Neben chronischen Erkrankungen wie Übergewicht und Diabetes mellitus Typ II (Weiss,





Hennet 2017), sind insbesondere chronisch entzündliche Darmerkrankungen wie *Morbus Crohn* und *Colitis ulcerosa* mit dem Auftreten einer Dysbiose assoziiert. Die Mikrobiota von Betroffenen chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen ist durch eine Verringerung von *Firmicutes* und *Bacteroidetes* sowie durch eine Überrepräsentation von *Enterobacteriaceae* charakterisiert. Während in einem gesunden Darm eine sterile Mukusschicht zwischen Mikrobiota und Mukosa liegt, ist diese bei *Morbus Crohn* häufig mit mukosa-assoziierten *Escherichia coli* Bakterien besiedelt. Da diese Bakterien auch in granulomatös entzündeten Arealen des *Morbus Crohn* nachweisbar und im Tierversuch mit der Entstehung von typischen entzündlichen Läsionen assoziiert sind, wird eine primäre Rolle der Dysbiose in der Pathogenese von chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen vermutet (Nishida et al. 2018).

Die Interaktionen zwischen Mikrobiota und Immunsystem beeinflussen auch die Wirkung zielgerichteter Immuntherapien bei Tumorerkrankungen. Untersuchungen von Personen mit unterschiedlichen Krebserkrankungen zeigten, dass das Ansprechen auf eine Therapie mit Immuncheckpoint-Inhibitoren (monoklonalen Antikörpern) mit Veränderungen der Darmmikrobiota assoziiert ist (Peng et al. 2020). Durch die Veränderung der Menge von *Akkermansia muciniphila* ließ sich mit Hilfe eines fäkalen Mikrobiotatransfers das Ansprechen auf die Krebstherapie in keimfreien Mäusen verbessern (Routy et al. 2018).

**Immuncheckpoints** sind wichtige Kontrollpunkte des Immunsystems. Sie basieren auf Oberflächenrezeptoren, die zusammen mit ihren Liganden verhindern, dass das Immunsystem körpereigene Zellen angreift. Bei vielen malignen Tumoren sind solche Proteine hochreguliert, die inhibitorische Immuncheckpoints ansprechen. Damit entgehen die Tumorzellen den Angriffen des Immunsystems (Immunevasion). Das soll mit **Immuncheckpoint-Inhibitoren** verhindert werden.

Außerdem stehen in einer Vielzahl von Studien unterschiedlichste Veränderungen des Mikrobioms mit autoimmunen, kardiovaskulären, gastroenterologischen, metabolischen, neurologischen, onkologischen und psychiatrischen Erkrankungen in Verbindung. Allerdings sind trotz vieler eindrucksvoller Ergebnisse aus der Tier- und Humanforschung insgesamt bisher nur wenige Kausalzusammenhänge zwischen Mikrobiomveränderungen und der Entstehung von Erkrankungen tatsächlich belegt (Lynch, Pedersen 2016).

### Therapeutische Anwendung von Mikrobiota-Mensch-Interaktionen

Insgesamt sind die Interaktionen zwischen der Mikrobiota des Darmes und dem menschlichen Immunsystem komplex, dynamisch, kontextabhängig und noch nicht abschließend verstanden. Das enge Zusammenspiel von Mikrobiota und Immunsystem legt jedoch nahe, dass eine Modifikation der Mikrobiota in Zukunft auch zur Prävention und Therapie von mikrobiom-assoziierten Erkrankungen dienen könnte. Durch die vielfältigen Forschungsaktivitäten und die Verbesserungen der Untersuchungstechniken von Mikrobiota-Mensch-Interaktionen ist davon auszugehen, dass die Modifikation der Mikrobiota als therapeutisches Konzept in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen wird. Bisherige Ansätze sind überwiegend experimentell und noch nicht in den Leitlinien verankert. Zum heutigen Zeitpunkt spielen vor allem Probiotika, Präbiotika und der fäkalen Mikrobiotatransfer eine Rolle in Prävention und Therapie (Adak, Khan 2019). Des Weiteren gibt es erste Ansätze, eine mikrobiotabasierte personalisierte Diät zur Prophylaxe gegen Diabetes mellitus Typ II und das metabolische Syndrom zu verwenden (Marcum 2020). Ob eine personalisierte Diät auch zu einer gezielten und therapeutischen Mikrobiotamodulation bei entzündlichen Erkrankungen und Karzinomen beitragen kann, ist Gegenstand gegenwärtiger Forschung.

## Probiotika

Als Probiotika werden lebende, nichtpathogene Mikroorganismen bezeichnet, die die Gesundheit des Menschen über eine Veränderung der Mikrobiota verbessern sollen.

Handelsübliche Probiotika enthalten meist Bifidobakterien, *Lactobacillus*- und *Streptococcus*-Spezies. Auch Subspezies der *Saccaromyces*-Hefe und verschiedene Kombinationen der genannten Organismen sind verfügbar.

Die Wirkungsweise von Probiotika wird häufig über die Fähigkeit der verabreichten Mikroorganismen zur Adhäsion am intestinalen Epithel erklärt. Hier konkurrieren Probiotika mit Pathogenen um Nährstoffe und Rezeptorbindungsstellen und können so die mukosale Barriere und das Immunsystem positiv beeinflussen. Probiotika haben außerdem antimikrobielle Effekte, indem sie über die Produktion von organischen Säuren und Hydrogenperoxidasen den luminalen pH-Wert reduzieren und die Produktion kurzkettiger Fettsäuren anregen können (Adak, Khan 2019). Nichtsdestotrotz sind Probiotika weder in den USA noch in Europa als Medikament zugelassen, da sich bislang kein exakter Wirkmechanismus und keine sichere Wirksamkeit in klinischen Humanstudien nachweisen ließ (Stavropoulou, Bezirtzoglu 2020). Im Gegenteil zeigte sich, dass die Einnahme von Probiotika nach einer Therapie mit Antibiotika die Wiederherstellung der ursprünglichen Mikrobiota behinderte (Zilberman-Schapira et al. 2018). Bei der Therapie chronisch-entzündlicher Darmerkrankungen hingegen belegen verschiedenen Studien, dass der Einsatz von *Escherichia coli* Nissle 1917 oder VLS#3 (eine Mischung verschiedener Milchsäure- und Bifidobakterien) zu guten Erfolgen in der Erhaltungstherapie der *Colitis ulcerosa* führt (Jakubczyk, Leszczyńska, Górska 2020).

## Präbiotika

**Präbiotika** sind selektiv fermentierte Nahrungsbestandteile, die eine messbare Veränderung des Mikrobioms bewirken und die relative Häufigkeit von „gesundheitsförderlichen“ Bakterien, wie Bifidobakterien oder butyratproduzierenden Spezies, fördern.

Die Fermentation von unverdauten Kohlenhydraten hängt von den physiochemischen Eigenschaften der Kohlenhydrate, der Menge der aufgenommenen Ballaststoffe und der Zusammensetzung der Mikrobiota ab. Eine vielfältige und ballaststoffreiche Ernährung begünstigt auch die Vielfalt der gastrointestinalen Mikrobiota. Präbiotika wie Frukto- und Galaktooligosaccharide oder Inulin sind gegenüber dem sauren pH-Wert im Magen resistent und gelangen so in das Kolon, wo sie vorwiegend von Bakterien, die kurzkettige Fettsäuren produzieren, verstoffwechselt werden (Adak, Khan 2019). Überzeugende tierexperimentelle Studien zeigen einen positiven Effekt von Präbiotika auf verschiedenste Erkrankungen, darunter chronisch entzündliche Darmerkrankungen, Reizdarmsyndrom, Kolonkarzinom, Übergewicht, Diabetes mellitus Typ II und kardiovaskuläre Erkrankungen. Doch ebenso wie bei Probiotika bleibt die Studienlage für die Anwendung von Präbiotika im Menschen unzureichend. Insbesondere die Dosierung der Präbiotika, die in tierexperimentellen Studien meist etwa zehn Prozent der gesamten Nahrungsmenge beträgt, ist beim Menschen noch unklar. Mit Hilfe von großen kontrollierten klinischen Studien wird es in Zukunft möglich sein, die Wirkungsweise dieser Nahrungsmittelzusätze auf Mikrobiota und Mensch besser zu verstehen (Marchesi et al. 2016).

## Fäkaler Mikrobiotatransfer

Der **fäkale Mikrobiotatransfer** beschreibt die Transplantation von Stuhl aus einem gesunden Individuum in Erkrankte, mit dem Ziel, diese zu heilen.

Bereits im vierten Jahrhundert war die Möglichkeit, Durchfallerkrankungen durch fäkalen Mikrobiotatransfer zu behandeln, in der traditionellen chinesischen Medizin bekannt. Dennoch hat die Methode als Behandlungsstrategie für gastrointestinale Erkrankungen erst in jüngerer Zeit an Aufmerksamkeit gewonnen. Die Erforschung der Behandlungsmöglichkeiten verschiedener Erkrankungen wie Kolitis, Reizdarmsyndrom, chronisch-entzündliche Darmerkrankungen und *Morbus Parkinson* durch fäkalen Mikrobiotatransfer wird seitdem weltweit untersucht. In der modernen Medizin steht vor allem die Behandlung der Pseudomembranösen Kolitis durch eine Infektion mit *Clostridium difficile* im Vordergrund. Studien zeigen, dass bei Personen mit *C.-difficile*-Infektion eine schwere Dysbiose im Sinne einer Verringerung der *Bacteroidetes* und *Firmikutes* vorliegt (Adak, Khan 2019). Nach dem Versagen einer Therapie mit Antibiotika kann in diesen Fällen der Stuhl von Spendenden als rektaler Einlauf, nasogastrisch über eine Sonde in den Magen oder über ein Endoskop in den Dünndarm oder das Kolon transplantiert werden. Auch das Schlucken stuhlgefüllter Kapseln führt zu einer erfolgreichen Transplantation der Mikrobiota (Kao et al. 2017). Die Erfolgsrate des fäkalen Mikrobiotatransfers bei *C.-difficile*-Infektion nach Versagen einer Antibiotikatherapie liegen bei über 90 Prozent (Adak, Khan 2019). Unerwünschte Wirkungen eines Transfers wie das Übertragen von Infektionserkrankungen oder das Aufflammen von Autoimmunerkrankungen sind in der Literatur beschrieben, scheinen jedoch in den meisten Fällen nicht direkt auf den Stuhltransfer zurückzuführen zu sein. Nichtsdestotrotz sind die dem fäkalen Mikrobiotatransfer unterliegenden Mechanismen bis zum heutigen Tage nicht vollständig verstanden. Deshalb ist die Durchführung weiterer Studien unabdingbar (Li et al. 2016).

## Ausblick

Schon heute ist klar, dass das enge und vielschichtige Zusammenspiel von Mikrobiota und Immunsystem großes Potenzial für mögliche therapeutische Konzepte birgt. Intensive Forschung mit dem Ziel, die Interaktion zwischen Mikrobiota, deren Stoffwechselprodukten und dem Immunsystem zu verstehen, sind jedoch notwendig, um Wirkungen und Nebenwirkungen von Mikrobiotamodulationen besser verstehen und vorhersagen zu können. ●

>> Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnis“ als kostenfreie pdf-Datei. <<

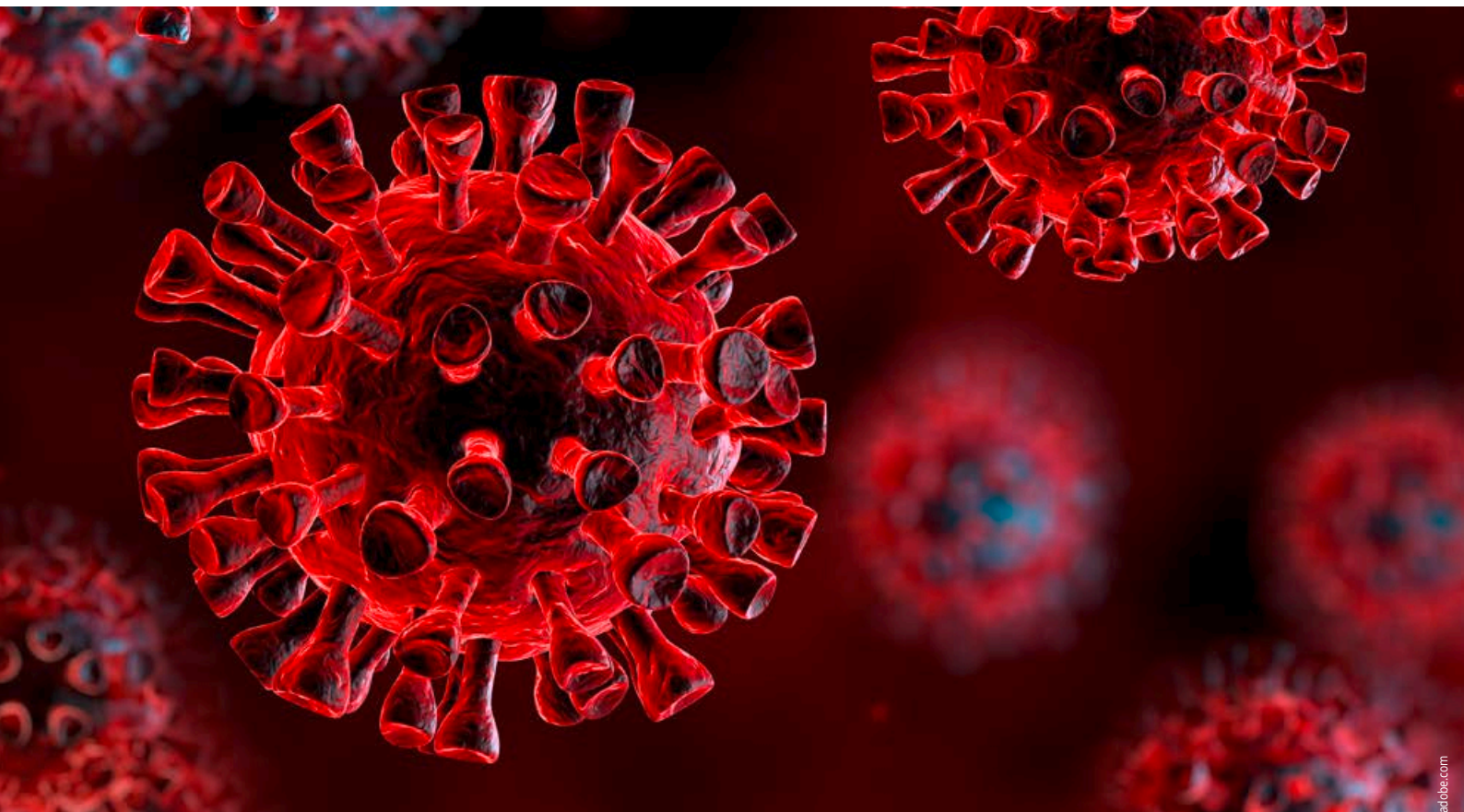


### DER AUTOR

Professor Samuel Huber ist Internist, Gastroenterologe und Direktor der I. Medizinischen Klinik und Poliklinik des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf. Seine wissenschaftlichen Arbeiten in Deutschland und den USA beschäftigen sich mit der Erforschung von Autoimmunität, Tumorentstehung, Immunzellprägung und -kommunikation sowie mit der Mikrobiota des Darms.

### Prof. Dr. Samuel Huber

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)  
I. Medizinische Klinik und Poliklinik  
Neues Klinikum (O10), Martinistraße 52, 20246 Hamburg  
direktion1med@uke.de



# COVID-19 und Vitamin D: Zwischen Hype und Hope

DR. ALEXANDER STRÖHLE

**In der aktuellen Coronapandemie erfährt kein anderer Nahrungsbestandteil so viel Aufmerksamkeit wie Vitamin D: Ob in Fachzeitschriften, Internetforen oder Tagesmedien – das Thema erhitzt die Gemüter. Vitamin D supplementieren oder nicht supplementieren, das ist oft die Frage.**

Vitamin D ist nicht nur für die Regulation des Calcium- und Phosphathaushalts von Bedeutung. Vielmehr übt es auch eine wichtige Funktion im Immunsystem aus.

Die Europäische Kommission hat diesem Umstand Rechnung getragen und die gesundheitsbezogene Angabe „Vitamin D (Cholecalciferol) trägt zu einer normalen Funktion des Immunsystems bei“ zugelassen.

Seit Beginn der SARS-CoV-2-Pandemie ist das Interesse an der immunmodulatorischen Potenz des Mikronährstoffs neu entfacht: So mehren sich die Stimmen, die auf einen protektiven Einfluss des Vitamins auf das Infektionsgeschehen bei COVID-19 hinweisen. Verbunden damit ist die Forderung, Vitamin-D-haltige Supplemente zur Prävention einer SARS-CoV-2-Infektion einzusetzen (Brenner 2020; Brenner, Schöttker 2020; Manson, Bassuk 2020; Mercola et al. 2020; Berger et al. 2021; Bischoff-Ferrari et al. 2021; Charoenngam et al. 2021). Parallel dazu wächst das Lager der Skeptiker, die vor einem unbegründeten „Vitamin-D-Hype“ warnen und mehr wissenschaftliche Evidenz in der Vitamin-D-De-

batte einfordern (Cheung, Cheung 2021; Harvey et al. 2021; Raisi-Estabragh et al. 2021; Schuetz et al. 2021). In diesem Zusammenhang sind folgende Aspekte von Interesse:

- **Immunbiologie.** Welche Funktion besitzt Vitamin D im Rahmen der Virusabwehr im Allgemeinen und welche mit Blick auf das Coronavirus (SARS-CoV-2) im Besonderen?
- **Epidemiologie.** Wie stellt sich der Zusammenhang zwischen dem Vitamin-D-Status und/oder der Vitamin-D-Zufuhr, dem SARS-CoV-2-Infektionsrisiko sowie der Schwere des Krankheitsverlaufs dar? Wie ist die Evidenz für einen kausalen Zusammenhang zu bewerten?

## Antivirale Potenz von Vitamin D

Der biologisch aktive Metabolit von Vitamin D (Calcitriol; 1,25-Dihydroxycholecalciferol), fungiert in praktisch allen Körperzellen als Ligand spezifischer Rezeptoren (nukleäre Vitamin-D-Rezeptoren; VDR). Der Komplex aus Calcitriol und VDR bildet mit einem weiteren Protein namens Retinoid-X-Rezeptor (RXR) einen Transkriptionsfaktor. Auf diese Weise steuert Calcitriol die Ex-



pression von mehr als 6.000 Genen und damit die Biosynthese der entsprechenden Funktionsproteine (Naqpal, Na 2005). Unter den Vitamin-D-responsiven Genen sind viele von immunologischer Bedeutung. Das erklärt, weshalb Vitamin D sowohl die unspezifische („angeborene“) wie auch die spezifische („erworbene“) Immunabwehr moduliert.

### Unspezifische Abwehr

Mit Blick auf die antivirale Potenz des Vitamins ist dessen Wirkung auf die unspezifische Abwehr von Bedeutung (Tab. 1).

#### Stärkung der Epithelbarriere und Bildung von AMP

Haut und Schleimhäute sind die erste „Verteidigungslinie“ der Immunabwehr, indem sie eine passive (mechanische) Barriere für Krankheitskeime bilden. Epithelzellen bekämpfen eingedrungene Viren aber auch aktiv, indem sie eigene „Antibiotika“ mit antiviralen Eigenschaften produzieren. Die Menge an Cholecalciferol (25-D), die Transportform von Vitamin D im Blut, bestimmt die Bildung dieser antimikrobiellen Peptide (AMP) maßgeblich.

#### Aktivierung des Monozyten-Makrophagen-Systems

Monozyten sind im Blut zirkulierende Leukozyten. Sie bilden die Vorläufer der Makrophagen („Riesenfresszellen“). Eingedrungene Viren werden von Makrophagen erkannt, mittels Phagozytose aufgenommen und intrazellulär abgebaut. Auch hier sind AMP wie Cathelicidine und Defensine von Bedeutung. Entsprechend gilt: Mangelt es an 25-D, „schwächeln“ auch die Makrophagen.

#### Aktivierung der natürlichen Killerzellen

Natürliche Killerzellen (NK-Zellen) zählen ebenfalls zu den Lymphozyten und „arbeiten“ Vitamin-D-abhängig: Natürliche Killerzellen „patrouillieren“ im Blut und sind in der Lage, virusinfizierte Zellen zu erkennen und abzutöten.

### Spezifische Abwehr

Auf die Komponenten der spezifischen Abwehr wirkt Calcitriol in der Summe immundämpfend und antiinflammatorisch, indem es das Gleichgewicht der T-Lymphozyten (T-Zellen) in Richtung der T-Helferzellen vom Typ 2 (Th2-Zellen) und der regulatorischen T-Zellen (Treg) und zu Lasten der Th1-Fraktion verschiebt. Damit verbunden ist ein verändertes Cytokinmuster, so dass eine überschießende Immunantwort unterbleibt (Bilezikian et al. 2020; Bishop et al. 2020). Unerwünschten Folgen, die aus einer „Überreizung“ des Immunsystems resultieren (sog. Hyperinflammationssyndrom), lässt sich auf diese Weise entgegenwirken.

Parallel dazu ist Calcitriol in der Lage, die Differenzierung der B-Zellen zu Plasmazellen zu drosseln (Hetta et al. 2021). Auch die Aktivität der zytotoxischen T-Zellen (CTL; veraltet: T-Killerzellen – nicht zu verwechseln mit natürlichen Killerzellen) kann unter Einfluss von Calcitriol vermindert sein (Calder 2021) und einer CTL-induzierten Schädigung körpereigener Gewebe vorbeugen. Allerdings spielen zytotoxische T-Zellen eine wichtige Rolle bei der Zerstörung von virusbefallenen Zellen und damit bei der Reduktion der Viruslast zu Beginn einer Infektion.

● **Zwischenfazit.** Die aktive Form von Vitamin D (Calcitriol) ist essenziell für die unspezifische Abwehr und wirkt einer überschießenden Immunantwort (Hyperinflammationssyndrom) entgegen.

### Antivirale Potenz von Vitamin D gegen SARS-CoV-2

Die Rolle des Calcitriol-Systems bei der unspezifischen Virus-Abwehr legt einen Einfluss des Vitamins auf das Infektionsgeschehen bei COVID-19 nahe – vor allem auch deshalb, weil es sich bei dem COVID-19-auslösenden Erreger SARS-CoV-2 um ein behülltes Virus handelt: Die in Gegenwart von Calcitriol ge-

**Tabelle 1: Wirkung der biologisch aktiven Form von Vitamin D (Calcitriol) auf Komponenten der unspezifischen Immunabwehr** (nach Balogh et al. 1999; Zdrenghea et al. 2017; Hetta et al. 2021; Teymoori-Rad et al. 2019; Bilezikian et al. 2020; Bishop et al. 2020; Ismailova, White 2021)

Immunfaktoren	Primäre Wirkung von Calcitriol	Sekundäre Wirkung von Calcitriol
Epithelbarriere	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biosynthese von Proteinen der epithelialen Schlussleiste (E-Cadherine, Convexine der tight junctions)</li> <li>Biosynthese von Chemokinen durch Epithelzellen</li> <li>Induktion des Autophagosoms von Epithelzellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blockade der Translokation von Keimen in den Organismus</li> <li>Chemotaxis (Fortbewegung) von Immunzellen</li> <li>Intrazellulärer Abbau von viralen und bakteriellen Partikeln via Autophagozytose</li> </ul>
Antimikrobielle Peptide (AMP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biosynthese von Peptiden mit antibakteriellen und antiviralen Eigenschaften (Cathelicidine, Defensine) durch Epithelzellen und Makrophagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rekrutierung von Immunzellen an den Ort der Infektion</li> <li>Inaktivierung von behüllten Viren sowie von grampositiven und gramnegativen Bakterien durch selektive Zerstörung der mikrobiellen Zellwand (Bakterien) und der Biomembran (Viren)</li> <li>Hemmung des Eindringens von Viren in die Wirtszelle sowie deren Replikation und Austritt aus der Zelle</li> </ul>
Monozyten-Makrophagen-System	<ul style="list-style-type: none"> <li>Differenzierung von Monozyten zu Makrophagen</li> <li>Stimulation der Phagozytose und Chemotaxis von Makrophagen</li> <li>Hochregulation des AMP-Superoxid-Systems in Makrophagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inaktivierung von Keimen im Zuge des bakteriell oder viral induzierten „respiratory burst“ (Freisetzung von reaktiven Sauerstoffspezies im Zuge der Phagozytose)</li> <li>Inaktivierung von Keimen durch AMP</li> <li>Intrazellulärer Abbau von viralen und bakteriellen Partikeln via Autophagozytose</li> </ul>
Natürliche Killerzellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktivierung von natürlichen Killerzellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erkennung und Elimination von virusbefallenen Körperzellen</li> </ul>

### Vitamin-D-Glossar

- **Cholecalciferol** (Vitamin D<sub>3</sub>) entsteht in der Haut unter Einfluss von UVB-Strahlung aus 7-Dehydrocholecalciferol. Es lässt sich auch über Lebensmittel tierischer Herkunft (Eier, Fettfische) sowie Nahrungsergänzungsmittel und Fertigarzneipräparate zuführen. Vitamin D<sub>3</sub> wird über die Zwischenstufe Calcidiol in das Hormon Calcitriol umgewandelt und fungiert somit als Vorstufe eines Hormonvorläufers (Prä-Prohormon).
- **Calcidiol**, auch als 25-Hydroxycholecalciferol oder kurz 25(OH)D bzw. 25-D bezeichnet, ist das Hydroxylierungsprodukt von Vitamin D<sub>3</sub> und eine Vorstufe des Hormons Calcitriol. Als Wirkstoff wird Calcidiol in Arzneimitteln unter dem Namen Calcifediol vermarktet.
- **Calcitriol** (1,25(OH)<sub>2</sub>-Vitamin-D<sub>3</sub>; 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>) ist die biologisch aktive Hormonform von Vitamin D und wird mit Hilfe des Enzyms 1-alpha-Hydroxylase in vielen Körpergeweben aus der Vorstufe Calcidiol gebildet.

bildeten antimikrobiellen Peptide (AMPs) sollten daher gegen SARS-CoV-2 ebenso wirken wie gegen andere Viren dieser Klasse (z. B. Erreger der Influenza) (Literatur bei *Teymoori-Rad et al. 2019*). Der experimentelle Nachweis hierfür steht jedoch bis dato aus.

Demgegenüber wird ein spezifischer Vitamin-D-vermittelter virostatischer Effekt bei SARS-CoV-2 diskutiert (**Abb. 1**).

### ACE-2-vermittelte Invasion

SARS-CoV-2-Viren besitzen in der Virushülle ein nach außen gerichtetes Element (Spike-Protein). Zielstruktur dieses „Antennenproteins“ ist ein ACE-2-Rezeptor (Angiotensin-Konversionsenzym 2), der sich in der Zellmembran des Wirtes befindet (**Abb. 1**). Räumlich eng assoziiert an ACE-2 ist eine transmembranäre Serinprotease (TMPRSS2). Beide Membranproteine bilden eine Funktionseinheit und vermitteln den Eintritt von SARS-CoV-2 in den Körper (*Hoffmann et al. 2020*). ACE-2 und TMPRSS2 werden vor allem im Flimmerepithel der oberen Atemwege gebildet. Dieser Bereich gilt als Ort der Infektion mit SARS-CoV-2 (*Sungnak et al. 2020*; *Ziegler et al. 2020*).

Eine Blockade der „ACE-2-Eintrittspforte“ stellt also einen vielversprechenden Angriffspunkt dar, um einer COVID-19-Erkrankung vorzubeugen (*Hoffmann et al. 2020*). Eine jüngst durchgeführte *In-silico*-Modellierung (computergestütztes Datenexperiment) legt für Vitamin D<sub>3</sub> (Cholecalciferol) und seine Hydroxylierungsprodukte eine blockierende Wirkung nahe. Auch sollen die D-Metaboliten an die aktive Region des Enzyms TMPRSS2 binden und auf diese Weise ein Eindringen von SARS-CoV-2 in die Wirtszelle verhindern (*Song et al. 2021*) (**Abb. 1**). Allerdings fehlt auch hierfür der experimentelle Nachweis (Zellkultur/Tiermodell).

Untersucht wurde bislang der Einfluss der Vitamin-D-Metaboliten auf das Expressionsmuster von ACE-2: Während Alpha-Calcidiol (1α-Hydroxyvitamin D) im Nierengewebe die Expression von ACE-2 unterdrückt (*Ali et al. 2018*), ließ sich das für Calcitriol im Lungengewebe nicht nachweisen. Lediglich in Gegenwart von Lipopolysacchariden (LPS), wie sie in der äußeren Membran von grampositiven Bakterien vor-

kommen, übt Calcitriol eine entsprechende Wirkung auf ACE-2 aus. Die verwendete Konzentration (5–100 nmol/l) lag jedoch mehrere Zehnerpotenzen über dem physiologischen Serumwert von Calcitriol (48–192 pmol/l) (*Xu et al. 2017*).

Unabhängig davon könnte Vitamin D eine Infektion mit SARS-CoV-2 dadurch erschweren, indem es die Bildung von AMPs anregt: Eines dieser Peptide, das Cathelicidin LL37, blockiert die Bindung der Coronaviren an den ACE-2-Rezeptor, wie sich kürzlich zeigen ließ (*Wang et al. 2021c*).

### Replikation von SARS-CoV-2

Bei der Vermehrung des Virus in der Wirtszelle spielen zwei Enzyme eine zentrale Rolle: eine Protease (M<sup>pro</sup>) und eine RNA-abhängige Polymerase (RdRP). Eine Reihe von Vitamin-D-Metaboliten hemmt die Enzymaktivität dieser Systeme, wie eine *In-vitro*-Studie ergeben hat (**Abb. 1**). Die dafür erforderliche Konzentration liegt im Fall von Calcidiol im physiologischen Bereich von 100 Nanomol je Liter (nmol/l) für das M<sup>pro</sup>-Enzym und bei 1,3 Mikromol je Liter (μmol/l) für das RdRP-Enzym (unphysiologisch hoher Bereich) (*Qayyum et al. 2021*).

● **Zwischenfazit.** Der Einfluss von Vitamin D auf die unspezifische Abwehr, insbesondere auf das AMP-Makrophagen-System, legt eine Wirkung des Steroids auf das Infektionsgeschehen bei COVID-19 nahe. Auch könnte Vitamin D den Eintritt von SARS-CoV-2 in die Wirtszelle und seine dortige Vermehrung unterdrücken.

### Vitamin D und COVID-19 – epidemiologische Befunde

Bereits kurz nach Ausbruch der SARS-CoV-2-Pandemie wurde die Vermutung laut, dass die Versorgung mit Vitamin D ein modifizierbarer Risikofaktor für COVID-19 sein könnte (*Grant et al. 2020*; *McCartney, Byrne 2020*; *Panarese, Shahini 2020*).

Mittlerweile liegt eine Fülle an Beobachtungsstudien vor, die einen Zusammenhang zwischen einem niedrigen Vitamin-D-Status und der Anfälligkeit für eine Infektion mit SARS-CoV-2 sowie der Schwere des Verlaufs einer COVID-19-Erkrankung zum Gegenstand hatten. Die entsprechenden Studien wurden in über zehn Metaanalysen statistisch ausgewertet (*Pereira et al. 2020*; *Akbar et al. 2021*; *Bassatne et al. 2021*; *Crafa et al. 2021*; *Damascena et al. 2021*; *Ghasemian et al. 2021*; *Kazemi et al. 2021*; *Liu et al. 2021*; *Oscanoa et al. 2021*; *Petrelli et al. 2021*; *Teshome et al. 2021*; *Wang et al. 2021a*). Dabei unterscheiden sich die Analysen nicht nur hinsichtlich der eingeschlossenen Studien voneinander; auch die ausgewählten Beobachtungsstudien selbst sind zum Teil sehr heterogen. Das betrifft vor allem das Studiendesign (z. B. Querschnitts- versus Kohortenstudien), die Bestimmung des Vitamin-D-Status im zeitlichen Abstand zur Infektion (vor oder nach der SARS-CoV-2-Infektion) sowie die Datenanalyse (z. B.

multivariate Adjustierung um etablierte COVID-19-Risikofaktoren *oder* univariate Auswertung ohne statistische „Bereinigung“ um Störgrößen, sog. Confounder).

### Risiko für eine SARS-CoV-2-Infektion

In der Metaanalyse von Liu et al. (2021) mit zehn Studien und insgesamt 361.934 Teilnehmenden sowie in der von Akbar et al. (2021; insgesamt 19 Studien mit 999.179 Teilnehmenden) war eine Calcidiolkonzentration unter 50 Nanomol je Liter (nmol/l bzw. < 50–75 nmol/l) mit einem 1,4- bis 2,7-fach erhöhten Risiko für eine Infektion mit SARS-CoV-2 assoziiert (OR: 1,43; 95 % CI: 1,00–2,05; I<sup>2</sup> = 64,9 % bzw. OR 2,71; 95 % CI: 1,72–4,29; I<sup>2</sup> = 92,6 %). Über eine ähnliche Beziehung berichten Kazemi et al. (2021) und Teshome et al. (2021) mit einem Odds Ratio von 1,75 und 1,80. In der metaanalytischen Auswertung von Ghasemian et al. (2021) waren Personen mit einem defizitären Vitamin-D-Status (25(OH)D-Spiegel unter 20 ng/ml sogar 3,3-mal häufiger von einer Infektion betroffen als ausreichend versorgte Personen (OR 3,3; 95 % CI: 2,5–4,3; I<sup>2</sup> = k. A.).

Davon abweichend fand sich in der metaanalytischen Auswertung von Pereira et al. (2020) kein Hinweis für einen Zusammenhang zwischen dem Vitamin-D-Status und der Anfälligkeit für eine SARS-CoV-2-Infektion. Auch ein aktuelles Update hierzu bestätigt das Ergebnis (Damascena et al. 2021). Was aber stimmt denn jetzt?

Problem: Viele der Metaanalysen werfen „Äpfel“ und „Birnen“ in einen „Datentopf“, indem sie nichtadjustierte und adjustierte Studienergebnisse gemeinsam auswerten. Ein aussagekräftiges Ergebnis ist bei einem solchen Vorgehen nicht zu erwarten. Eine qualitativ hochwertige Metaanalyse von Kazemi et al. (2021) ist deshalb anders vorgegangen, und hat zwei Gruppen von Studien separat ausgewertet: solche, die bei der Datenauswertung bekannte COVID-19-Risikofaktoren berücksichtigt haben (adjustierter Datenpool), und solche, die das nicht getan haben (unadjustierter Datenpool). Ergebnis: In beiden Fällen war ein Vitamin-D-Defizit mit einem um etwa 80 Prozent erhöhten Risiko für eine Infektion mit SARS-CoV-2 assoziiert (**Tab. 2**). Allerdings wurde der Grenzwert für ein Vitamin-D-Defizit in den eingeschlossenen Studien sehr unterschiedlich definiert (z. B. < 12 vs. < 30 ng Calcidiol/ml). Zudem wurden bei vielen Studien nur wenige der bekannten COVID-19-Risikofaktoren (z. B. das Lebensalter) bei der Datenauswertung berücksichtigt, was die Aussagekraft der Studien einschränkt.

### Schwere des Verlaufs einer COVID-19-Erkrankung

Die Metaanalysen von Pereira et al. (2021), Crafa et al. (2021), Ghasemian et al. (2021), Akbar et al. (2021) und Oscanoa et al. (2021) ergaben übereinstimmend: Bei Personen mit defizitärem Vitamin-D-Status (Cut Off

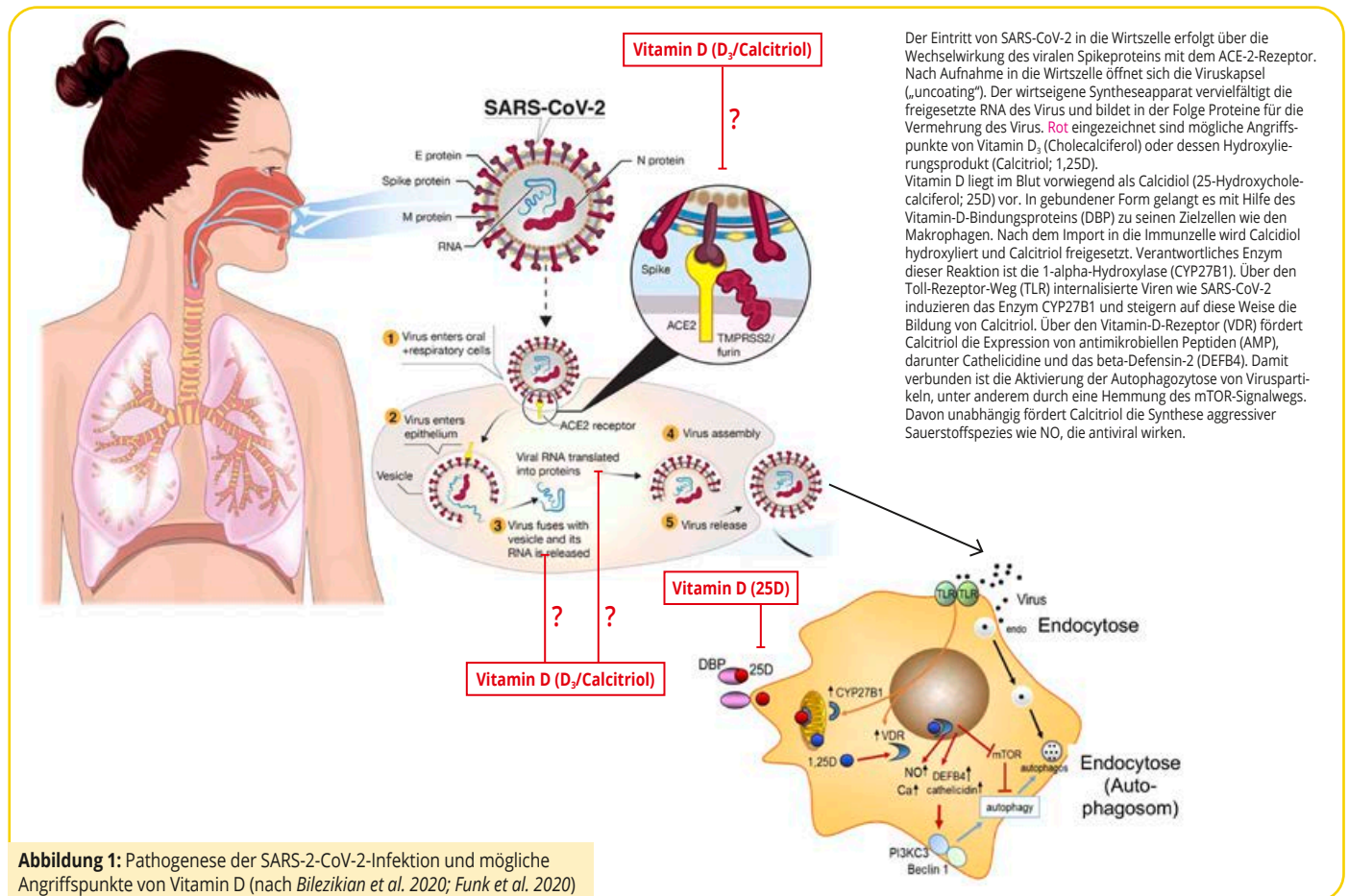


Abbildung 1: Pathogenese der SARS-2-CoV-2-Infektion und mögliche Angriffspunkte von Vitamin D (nach Bilezikian et al. 2020; Funk et al. 2020)



teils nicht definiert oder  $< 50$  oder  $< 75$  nmol/l) kommen schwere Verläufe etwa 1,6- bis 5-fach häufiger vor als bei ausreichend versorgten Personen. Auch steht ein Vitamin-D-Defizit mit einer erhöhten Sterblichkeit von COVID-19-Patienten in Zusammenhang (**Tab. 2**). Auffallend ist, dass das Ergebnis der Auswertung stark von der Art der statistischen Methode abhängt. So errechneten Kazemi et al. (2021) für Personen mit Vitamin-D-Mangel ein über zehnfach erhöhtes Risiko für einen schweren COVID-19-Verlauf. Wurden dagegen nur adjustierte Studien ausgewertet, schrumpfte die Assoziation auf ein OR von 2,5 zusammen. Das und die Tatsache, dass bei einigen Endpunkten eine breite Streuung der Effektmaße (erkennbar an einem weiten 95%-Konfidenzintervall) und eine ausgeprägte Studienheterogenität bestehen, lässt Zweifel an der Kausalität des Zusammenhangs aufkommen (**Tab. 2**).

● **Zwischenfazit.** Der Großteil der auf Beobachtungsstudien basierenden Metaanalysen zeigt, dass ein Vitamin-D-Defizit häufig mit einer SARS-CoV-2-Infektion und/oder einem schwereren Verlauf einer COVID-19-Erkrankung einhergeht.

### Vitamin D und COVID-19 – die Frage der Kausalität

Epidemiologisch abgesichert ist bislang: SARS-CoV-2-positive Personen sind im Allgemeinen häufiger von einem Vitamin-D-Mangel betroffen oder weisen einen niedrigeren Vitamin-D-Spiegel auf als nichtinfizierte Personen (Bassatne et al. 2021; Crafa et al. 2021; Ghasebian et al. 2021; Liu et al. 2021) (**Tab. 3**). Nicht geklärt ist die Frage: Was ist Ursache, was ist Wirkung? Denkbar sind drei Möglichkeiten (Bassatne et al. 2021; Raisi-Estabragh et al. 2021; **Abb. 2**).

### Hypothese 1: Vitamin D als Marker

Eine mangelhafte Versorgung mit Vitamin D spiegelt nach dieser Hypothese lediglich den schlechten Gesundheitszustand einer Person wider, so dass der Vitamin-D-Status als Gesundheitsindikator (Marker) fungiert. In diesem Fall würde ein Vitamin-D-Defizit, wie es bei den typischen Risikogruppen für einen schweren COVID-19-Verlauf (alte und gebrechliche Menschen, Übergewichtige und Personen mit Vorerkrankungen) weit verbreitet ist, lediglich anzeigen, dass ein erhöhtes Infektionsrisiko für SARS-CoV-2 und/oder einen schweren Krankheitsverlauf besteht. Der Vitamin-D-Spiegel wäre von prognostischem Wert, ohne die Erkrankung selbst zu beeinflussen (Cheung, Cheung 2021; Thacher et al. 2021).

Für diese These spricht das Ergebnis einer methodisch hochwertigen US-amerikanischen Kohortenstudie, die den Vitamin-D-Status der über 18.000 Teilnehmenden vor Beginn der COVID-Pandemie in den Jahren 2019 und 2020 bestimmt hatte: Wurden nur die Rohdaten analysiert, dann war ein Vitamin-D-Mangel mit einem deutlich erhöhten Infektionsrisiko assoziiert. Wurden jedoch Risikofaktoren wie Alter, Ethnie, Geschlecht, BMI und Rauchen bei der Auswertung berücksichtigt, verschwand der Zusammenhang.

Auch konnte die Arbeit herausstellen, dass – wie von der „Vitamin-D-Marker-Hypothese“ postuliert – Personen mit Übergewicht, Bluthochdruck und Nikotinkonsum auffällig oft von einem Vitamin-D-Mangel betroffen waren (Li et al. 2021).

### Hypothese 2: reverser Kausalzusammenhang

Ein Vitamin-D-Defizit ist dieser Hypothese nach die Folge einer SARS-CoV-2-Infektion oder Covid-19-Erkrankung. Der „Kausalitätspfeil“ zielt in diesem Fall von der Viruserkrankung in Richtung Vitamin-D-Spiegel, nicht aber umgekehrt (**Abb. 2**).

**Tabelle 2: Vitamin-D-Mangel und COVID-19-bezogene Endpunkte – epidemiologische Befunde einer Metaanalyse** (nach Daten von Kazemi et al. 2021)

Endpunkt	Anzahl der Studien (n)	Odds Ratio (OR) 95%-Konfidenz-Intervall	Studien-Heterogenität (I <sup>2</sup> in %)
SARS-CoV-2-Infektion			
• Nicht adjustiert	5	1,75 (1,44–2,13)	33,0
• Adjustiert	3	1,77 (1,24–2,53)	44,2
Schwere des Krankheitsverlaufs			
• Nicht adjustiert	5	10,61 (2,07–54,23)	33,0
• Adjustiert	7	2,57 (1,65–4,01)	44,2
Mortalität			
• Nicht adjustiert	5	2,62 (1,13–6,05)	47,9
• Adjustiert (MLR) <sup>1</sup>	4	2,50 (1,34–4,64)	83,7
• Adjustiert (Cox) <sup>2</sup>	5	7,67 (3,92–15,03)	0,0

Statistisch signifikante Ergebnisse sind grau hinterlegt. <sup>1</sup>MLR: Analyse mit Hilfe der multiplen linearen Regression; <sup>2</sup>COX: Ereigniszeitanalyse mit Hilfe der Cox-Regression

**Tabelle 3: Vitamin-D-Spiegel und COVID-19-bezogene Endpunkte – epidemiologische Befunde einer Metaanalyse**  
(nach Daten von *Kazemi et al. 2021*)

Endpunkt	Anzahl der Studien (n)	Gewichtete mittlere Differenz (Calcidiol in ng/ml) und 95%-Konfidenzintervall	Studien-Heterogenität (I <sup>2</sup> in %)
<b>SARS-CoV-2-Infektion<sup>1</sup></b>			
• Alle Studien	12	-7 (-9,49 bis -4,50)	92,4
• Vitamin-D-Status bestimmt vor der Infektion	4	-3 (-5,15 bis -0,86)	80,3
• Vitamin-D-Status bestimmt nach der Infektion	6	-10,28 (-14,41 bis -6,16)	90,1
<b>Schwere des Krankheitsverlaufs<sup>2</sup></b>	16	-7,17 (-9,99 bis -4,34)	87,6

Statistisch signifikante Ergebnisse sind grau hinterlegt. <sup>1</sup>Vergleich jeweils SARS-CoV-2-positive Personen mit negativ getesteten Personen; <sup>2</sup>Personen mit schwerem COVID-Verlauf vs. Personen mit leichtem Verlauf

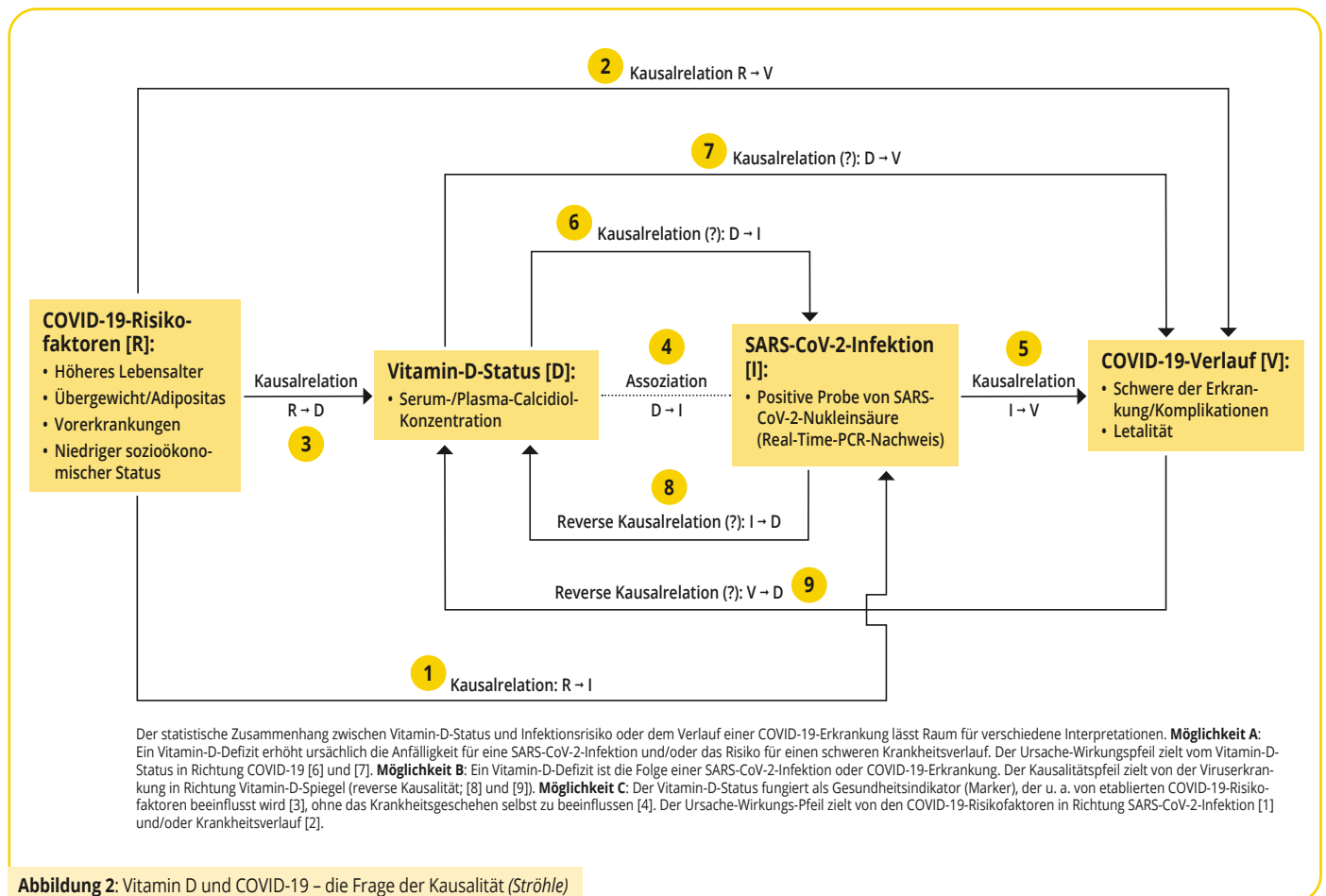
Tatsächlich ist seit Längerem bekannt, dass der Vitamin-D-Spiegel bei akuten Entzündungen rasch abfällt, um nach einigen Stunden oder Tagen wieder anzusteigen (*Chakhtoura 2021*). Auch im Fall von SARS-CoV-2 ließ sich ein solcher Effekt experimentell nachweisen (*Smolders et al. 2021*). Zudem zeigte sich: Der Vitamin-D-Spiegel ist nach einer SARS-CoV-2-Infektion deutlich niedriger als vor einer Infektion (**Tab. 3**).

**Hypothese 3: kausaler Zusammenhang**

Ein Vitamin-D-Defizit ist dieser Hypothese zufolge die Ursache für eine erhöhte Anfälligkeit für eine SARS-CoV-2-Infektion und mitverantwortlich für die Schwere des Krankheitsverlaufs. Entsprechend bildet der Vitamin-D-Status einen ätiologisch kausalen Faktor, der –

vereinfacht – den Unterschied zwischen „krank“ und „gesund“ ausmacht, unabhängig von anderen Einflussgrößen. Als Beleg hierfür wird auf jene Assoziationsstudien verwiesen, die zeigen konnten: Selbst wenn andere Risikofaktoren bei der Datenanalyse berücksichtigt wurden, sind Personen mit einem Vitamin-D-Defizit häufiger von einer SARS-CoV-2-Infektion betroffen als ausreichend mit Vitamin D versorgte Menschen. Gleiches trifft für den Endpunkt „Schwere des Krankheitsverlaufs“ zu (**Tab. 2**).

Abgesehen davon, dass ein Kausalnachweis prinzipiell nicht allein auf Basis von Assoziationsstudien erfolgen kann (*Lawlor 2016*), besteht im Fall von COVID-19 ein weiteres Problem: Viele der untersuchten Endpunkte (z. B. Schwere des COVID-19-Verlaufs) weisen hinsichtlich der Effektmaße eine breite Streuung auf, erkenn-



**Abbildung 2: Vitamin D und COVID-19 – die Frage der Kausalität (Ströhle)**

bar an einem weiten 95%-Konfidenzintervall. Auch die teilweise ausgeprägte Studienheterogenität lässt Zweifel an der Kausalität des Zusammenhangs aufkommen. Zweifel nähren auch zwei Analysen, die sich der Mendelschen Randomisierung bedient haben und keinen Zusammenhang zwischen einem genetisch bedingten erhöhten Calcidiolspiegel und dem Risiko für eine SARS-CoV-2-Infektion nachweisen konnten (Amin et al. 2021; Butler-Laporte et al. 2020). Problem hierbei: Die Mendelsche Randomisierung im Allgemeinen (Mukamal et al. 2020; Revez et al. 2020) und die mit Bezug auf Vitamin D und COVID-19 im Besonderen hat ihre Fallstricke (z. B. geringe Varianz des Calcidiolspiegels aufgrund von Genpolymorphismen; Boucher 2021).

● **Zwischenfazit.** Die in Beobachtungsstudien nachgewiesene Assoziation zwischen dem Vitamin-D-Status und dem Infektionsrisiko mit SARS-CoV-2 und/oder der Schwere des COVID-19-Verlaufs sagt allein noch nichts darüber aus, ob diese auch kausaler Natur ist – selbst dann nicht, wenn sie „statistisch signifikant“ und gemessen am Odds Ratio stark ausgefallen sein sollte.

## Vitamin D und COVID-19 – Befunde der experimentellen Epidemiologie

Ob tatsächlich ein kausaler Zusammenhang zwischen der Versorgung mit Vitamin D und dem Risiko, an COVID-19 zu erkranken, besteht, lässt sich grundsätzlich weder direkt beobachten noch ist ein Zusammenhang mit Hilfe eines biostatistischen Tests nachweisbar. Er lässt sich vielmehr nur indirekt erschließen (Lawlor 2016). Zu diesem Zweck werden alle verfügbaren Belege (Evidenzen) für oder gegen einen möglichen kausalen Zusammenhang systematisch gesichtet und im Licht der „Hill-Kriterien“ bewertet (Ströhle, Hahn 2010, Abb. 3). Eine wichtige Frage lautet dabei: Stützen entsprechende Interventionsstudien (RCTs) die Ergebnisse der Beobachtungsstudien? Tatsächlich gibt es bislang keine RCTs, die einen primärpräventiven Effekt einer Vitamin-D-Supplementierung bei COVID-19 belegen (Endpunkt: Infektionsrisiko für SARS-CoV-2 oder Krankheitsverlauf); entsprechende Untersuchungen laufen derzeit oder befinden sich in der Auswertung (Schuetz et al. 2021). Lediglich eine quasi-experimentelle Untersuchung bei multimorbiden älteren hospitalisierten Personen weist auf einen Vorteil einer Supplementierung mit Vitamin D<sub>3</sub> (1.250 µg/Monat oder 200–2.500 µg alle 2–3 Monate bis zu einem Jahr vor Diagnose der COVID-19-Erkrankung) bezüglich der Sterblichkeit hin (Annweiler et al. 2020).

Die therapeutische Wirkung einer Vitamin-D-Supplementierung bei hospitalisierten Patienten mit COVID-19 wurde bislang in drei RCTs (n = 356; Verum = 183) untersucht und von Ströhlein et al. (2021) im Rahmen einer Cochrane-Analyse ausgewertet. Ergebnis: Aufgrund der ausgeprägten Studienheterogenität war es nicht möglich, die Daten zu poolen und metaanalytisch zu quantifizieren. Zwar finden sich in einzelnen Studien Hinweise auf einen Vorteil der Vitamin-D-Supplementierung (weniger Bedarf für eine intensivmedizinische Behandlung). Aufgrund der Unterschiede bei der gewählten Vitamin-D-Form (Calcifediol [Handelsform von Calcidiol] vs. Cholecalciferol; Gabe als Bolus

oder verteilt über mehrere Tage) sowie methodischer Mängel (geringe Fallzahl; ungleiche Verteilung von vorerkrankten Personen in der Verum- und Kontrollgruppe; fehlende Adjustierung um relevante Confounder) ist derzeit offen, ob Vitamin D zusätzlich zur Standardtherapie einen Nutzen bietet (Ströhlein et al. 2021; Shah et al. 2021). Die aktuelle S3-Leitlinie „Empfehlungen zur stationären Therapie von Patienten mit COVID-19“ empfiehlt daher keine Supplementierung mit Vitamin D (Kluge et al. 2021; Malin et al. 2021). Eine großangelegte Untersuchung zur Wirkung einer Vitamin-D-Gabe auf den Krankheitsverlauf hospitalisierter COVID-19-Patienten läuft derzeit in Boston (USA) (Wang et al. 2021b).

● **Zwischenfazit.** Die RCT-basierte Evidenz zur Wirkung einer Vitamin-D-Supplementierung bei der Prävention einer SARS-CoV-2-Infektion oder zur Schwere des Krankheitsverlaufs ist derzeit unzureichend.

## Fazit und Empfehlung

Zugegeben, die These vom COVID-19-Schutzfaktor „D“ klingt verlockend. Und nicht wenige Daten scheinen diese auch zu stützen – zumindest auf den ersten Blick. Beschäftigt man sich jedoch näher mit dem Thema, mehren sich die Fragezeichen, und (vermeintlich) klare Zusammenhänge versinken im dialektischen Meer von „Pro“ und „Kontra“. Bleibt die Frage: Vitamin D – Corona-Hype oder Corona-Hope?

Hinreichend belegt ist derzeit nur: Personen mit Corona weisen häufig ein Vitamin-D-Defizit auf. Auch besteht ein (statistischer) Zusammenhang zwischen dem Vitamin-D-Spiegel und der Schwere des Krankheitsverlaufs. Ob es sich dabei um eine Ursache-Wirkungs-Beziehung handelt und ein „Mehr“ an Vitamin D ein „Mehr“ an Coronaschutz bietet, ist jedoch bis dato ungeklärt. Fachgesellschaften wie die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE 2021) oder das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR 2021) haben daher keine Empfehlung für eine Vitamin-D-Gabe zur Senkung des Risikos für eine SARS-CoV-2-Infektion oder der Schwere des Verlaufs einer COVID-19-Erkrankung ausgesprochen.

Allerdings: Die Empfehlung, bei fehlender Sonnenexposition Vitamin D zu supplementieren, um einen Calcidiolspiegel von mindestens 50 Nanomol je Liter zu erreichen, gilt für alle Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen – unabhängig von der COVID-19-Pandemie. Aus Sicht des BfR (2021) ist zudem „für Pflegeheimbewohnerinnen und -bewohner eine generelle Vitamin-D-Einnahme von bis zu 20 Mikrogramm pro Tag zu erwägen“ (BfR 2021).

Ein ausreichend gefüllter Vitamin-D-Speicher ist für die allgemeine Immunkompetenz von Bedeutung, gerade im COVID-19-Winter. Die derzeit bestverfügbare Evidenz auf Basis einer Metaregression von Individualdaten lautet:

Sollen 97,5 Prozent der Bevölkerung auch ohne Besorgung ausreichend versorgt sein (Calcidiolwert  $\geq 50$  nmol/l), ist eine Supplementierung mit etwa 25 Mikrogramm (1.000 I. E.) Vitamin D pro Tag erforderlich (Cashman et al. 2017). Für Personen mit dunkler Haut, wie Menschen



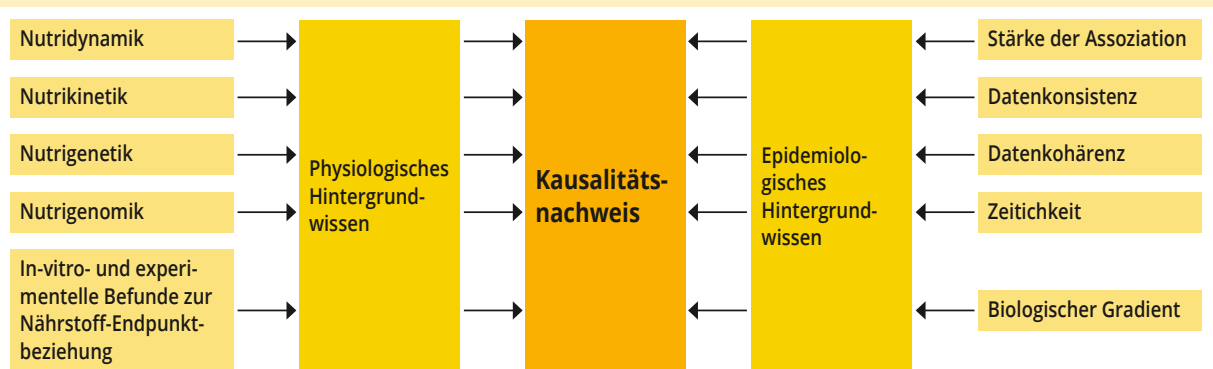
### Inferenz und Hill-Kriterien (Ströhle, Hahn 2010, 2014)

Eine der wichtigsten und schwierigsten Aufgaben der Ernährungsepidemiologie ist es herauszufinden, ob ein bestimmter Expositionsfaktor ursächlich das Erkrankungsrisiko beeinflusst, ob also tatsächlich eine Ursache-Wirkungs-Beziehung vorliegt. Kausalität allerdings lässt sich weder direkt beobachten, noch ist sie mit Hilfe eines biostatistischen Tests nachweisbar. In der Ernährungsepidemiologie kann eine Kausalrelation daher nur erschlossen werden (**Abb. 3**). Dieser indirekte Nachweis nennt sich Inferenz (von lat. inferre: folgern, schließen; engl.: inference). Dazu bedient man sich eines Kriterienkatalogs, der auf den englischen Biostatistiker Sir Austin Bradford Hill (1897–1991) zurückgeht. Mit Hilfe der Hill-Kriterien lassen sich die verfügbaren Belege (Evidenzen) für oder gegen einen möglichen kausalen Zusammenhang systematisch sichten und bewerten. Wichtige Fragen hierbei lauten:

- **Zeitliche Abfolge.** Geht die Exposition dem Endpunkt voraus? (Antezedenzprinzip: erst die Ursache, dann die Wirkung)
- **Stärke der Assoziation.** Existiert eine starke Beziehung zwischen Expositionsfaktor und Ereignis? Wenn ja, bleibt diese auch nach Berücksichtigung von Störgrößen (Confounder) bestehen?

- **Datenkonsistenz.** Ist die Beziehung einheitlich in verschiedenen Beobachtungsstudien zu finden? Stützen Interventionsstudien die Beziehung? Deuten die Ergebnisse der Interventions- und Beobachtungsstudien in dieselbe Richtung?
- **Dosiswirkungs-Beziehung.** Ist die Stärke der Exposition mit einer Zunahme des Ereignisses assoziiert? Gibt es eine Dosis-Wirkungs-Beziehung?
- **Datenkohärenz und biologische Plausibilität.** Ist die aufgedeckte Beziehung zwischen Exposition und Ereignis kompatibel mit dem (bio-)wissenschaftlichen Hintergrundwissen? Gibt es Daten aus der (Patho)Biochemie und (Patho)Physiologie, die auf eine mechanistische Beziehung zwischen Expositionsfaktor und Ereignis hindeuten? Lässt sich der beobachtete Zusammenhang biologisch erklären?

Allgemein gilt: Je mehr/je weniger der aufgeführten Kriterien zutreffen, desto stärker/desto schwächer ist die Evidenz für eine kausale Beziehung zwischen Expositionsfaktor und Ereignis.



**Abbildung 3:** Beitrag des physiologischen und epidemiologischen Wissensstands zur Ableitung von Aussagen zur Ursache-Wirkungs-Beziehung (Ströhle, Hahn 2010)

afrikanischer Herkunft, wurde sogar eine erforderliche Zufuhr von rund 67 Mikrogramm Vitamin D pro Tag (2.680 I. E.) abgeleitet, um während des nord- und mitteleuropäischen Winters eine ausreichende Versorgung ( $\geq 50$  nmol/l) sicherzustellen (Cashman et al. 2021).

Bis der Zusammenhang zwischen COVID-19 und Vitamin-D-Versorgung besser verstanden ist und entsprechende Ergebnisse aus den laufenden RCTs vorliegen, spricht also nichts gegen eine Vitamin-D-Supplementierung mit 1.000 Internationalen Einheiten pro Tag während der dunklen Jahreszeit. Eine ähnlich pragmatische Empfehlung hat Anfang des Jahres ein Schweizer Team von Medizinerinnen vorgelegt. Danach sprechen „aus volksgesundheitlicher Sicht mehr Argumente für eine präventive Gabe von 400 bis 1.000 Internationalen Einheiten Vitamin D am Tag im Rahmen einer COVID-19-Pandemie als dagegen“ (Bischoff-Ferrari et al. 2021).

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt bislang – unabhängig vom Hauttyp – bei unzureichender UVB-Exposition (fehlende endogene Synthese) täglich 20 Mikrogramm (800 I. E.) Vitamin D zuzuführen. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hält dagegen eine

Zufuhr von 15 Mikrogramm pro Tag (600 I. E.) für gesunde Personen (älter als ein Jahr) für ausreichend. Die maximale tägliche Gesamtzufuhr an Vitamin D, bei der langfristig keine gesundheitlichen Schäden zu erwarten sind, beträgt für Personen ab dem elften Lebensjahr 100 Mikrogramm oder 4.000 I. E. (EFSA 2012).

>> Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnis“ als kostenfreie pdf-Datei. <<



#### DER AUTOR

Dr. rer. nat. Alexander Ströhle ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Lebensmittelwissenschaft und Humanernährung der Leibniz Universität Hannover.

Sein wissenschaftliches Interesse gilt unter anderem evolutionsmedizinischen und präventivmedizinischen Themen mit ernährungswissenschaftlichem Bezug.

#### Dr. Alexander Ströhle

Leibniz Universität Hannover  
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Humanernährung  
Am Kleinen Felde 30, 30167 Hannover  
stroehle@nutrition.uni-hannover.de

## URTEILE

## VG Berlin: EU-Hygienerecht gilt bei Aktivitäten gegen die Lebensmittelverschwendung

**Die EU-Hygienevorschriften gelten auch für Personen, die Plätze zur kostenfreien Mitnahme aussortierter, aber genießbarer Lebensmittel bereitstellen, um auf diese Weise Lebensmittelabfälle zu reduzieren. Das hat das Verwaltungsgericht (VG) Berlin mit Beschluss vom 21. Oktober 2021 entschieden (Az. 14 L 453/21).**

Eine Privatperson hatte einen öffentlich zugänglichen Windfang zur Verfügung gestellt, damit dort auf Warentischen aussortierte Lebensmittel eines lokal ansässigen Biomarktes zur kostenfreien Mitnahme angeboten werden konnten. Darüber hinaus hatten Dritte die Möglichkeit, an Ort und Stelle ebenfalls Lebensmittel aus ihren privaten oder sonstigen Beständen unkontrolliert bereitzustellen. Die Verteilung der Waren war über Social-Media-Gruppen organisiert, an denen rund 750 Personen teilnahmen. Die örtliche Lebensmittelüberwachung untersagte die Umverteilung mit der Begründung, dass ihr ungekühlte, verdorbene sowie unangemessen gelagerte Lebensmittel aufgefallen wären. Der Antragsteller wandte sich im Eilverfahren gegen den Bescheid.

Er sei kein Lebensmittelunternehmer und für die Umverteilung nicht verantwortlich. Deshalb könnten die EU-rechtlichen Hygienevorgaben auf ihn keine Anwendung finden. Mit seinem Engagement wolle er die Lebensmittelverschwendung reduzieren.

Das VG Berlin wies den Eilantrag zurück: Der Antragstellende sei sehr wohl als Lebensmittelunternehmer zu beurteilen. Denn der Begriff erfasse laut EU-Lebensmittelrecht jede natürliche oder juristische Person, die im Vertrieb von Lebensmitteln tätig sei. Dabei komme es nicht darauf an, ob die Tätigkeit auf Gewinnerzielung ausgerichtet, öffentlich oder privat sei. Entscheidend sei vielmehr, dass der Antragstellende den Ort biete und es dulde, dass dort Lebensmittel durch Dritte verteilt würden. Die Art und Weise, wie dies geschehen sei, verstoße gegen die EU-rechtlichen Hygienevorgaben, da eine Gefährdung der Gesundheit nicht ausgeschlossen werden könne. Das persönliche Ziel, einen Beitrag zur Reduktion von Lebensmittelverschwendung leisten zu wollen, rechtfertige es nicht, Hygienevorgaben nicht einzuhalten.

Gegen den Beschluss kann vor dem Oberverwaltungsgericht Berlin-Brandenburg noch Beschwerde eingelegt werden. ●

*Dr. jur. Christina Remppe, Fachautorin, Berlin*

## LG Bamberg: Klarheitsgebot für Sternchenhinweise in der Werbung

**Ist eine Werbeaussage wie „8,8 Gramm Protein“ mit einem Sternchenhinweis versehen, muss die weiterführende Information problemlos auffindbar, klar und unmissverständlich sein. Andernfalls besteht die Gefahr der Irreführung, erklärte das Landgericht (LG) Bamberg mit Urteil vom 4. Mai 2021 (Az. 13 O 370/20).**

Die Beklagte vertrieb ein Produkt namens „High Protein Quarkriegel“. Auf der Packung befand sich eine beschreibende Bezeichnung des Produktes, die unter anderem einen hohen Proteingehalt des Produkts versprach. Dieser wurde zusätzlich auf der Schauseite der Packung durch den Hinweis „8,8 Gramm Protein\*“ werblich hervorgehoben. Weder auf der Schauseite noch auf der Rückseite des Produkts war das Sternchen aufgelöst.

Der Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) hält diese Nährwertangabe

für mehrdeutig und irreführend und forderte die Unterlassung der Werbeaussage. Es werde nicht klar, worauf sich die Angabe beziehe. Zudem hätte der Proteingehalt nur in der Nährwerttabelle auf der Verpackung stehen dürfen. Eine Wiederholung auf der Produktvorderseite sei nach der EU-Lebensmittelinformationsverordnung 1169/2011 (LMIV) in der dargestellten Form nicht zulässig. Die Beklagte argumentierte, die Angabe „8,8 Gramm Protein\*“ sei weder unklar, noch irreführend oder mehrdeutig. Der durchschnittliche Verbraucher gehe angesichts der Angabe davon aus, dass er ein Produkt mit 8,8 Gramm Protein erhalte. Bei der Angabe handle es sich um ein Synonym zu „enthält Protein“, das nach der Verordnung (EG) 1924/2006 über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben zulässig sei. Das LG Bamberg gab der Unterlassungsklage des vzbv statt. Nach Ansicht des Gerichts liegt eine Irreführung allein deshalb vor, weil nicht nachvollziehbar sei, wofür der Sternchenhinweis stehe. Ein solcher Hinweis müsse klar und unmissverständlich, gut lesbar und grundsätzlich vollständig sein. Er müsse außerdem der zu erläuternden Aussage

räumlich zugeordnet sein. Beides sei vorliegend nicht der Fall. Deshalb sei die Unterlassungsklage begründet, entschied das Gericht.

Die Rechtsfrage, ob eine Wiederholung der Proteinangabe außerhalb der Nährwerttabelle zulässig ist, war dann ohne Bedeutung. ●

*Dr. jur. Christina Remppe, Fachautorin, Berlin*



## Neue Höchstgehalte für Cadmium in Lebensmitteln

**Cadmium ist ein genotoxisches Schwermetall, das in der Erdkruste und ubiquitär in der Umwelt vorkommt.**

Über Verbrennungsprozesse, als Bestandteil von Klärschlamm und über Düngemittel kann es sich in der Umwelt verbreiten. Es wird für zahlreiche technische Anwendungen eingesetzt, etwa in Legierungen, Batterien, Farben und Korrosionsschutzlacken. Über Nutzpflanzen, die Cadmium über die Wurzeln aufnehmen und in ihren Geweben speichern, gelangt es in die Lebensmittelkette. Im tierischen und menschlichen Organismus reichert sich das Schwermetall vor allem in Leber und Nieren an, wo es seine toxischen Wirkungen entfaltet. Die Halbwertszeit im menschlichen Körper ist mit zehn bis 30 Jahren sehr lang.

In ihrer Stellungnahme vom 18. Januar 2011 bestätigte die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (TWI) von 2,5 Mikrogramm je Kilogramm ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) Körpergewicht aus dem Jahr 2009. Da sich das

Vorkommen von Cadmium in Lebensmitteln nicht vollständig vermeiden lässt, sind die Gehalte nach dem ALARA-Prinzip (as low as reasonably achievable) zu minimieren.

Die in der Verordnung (EG) 1881/2006 für Cadmium in bestimmten Lebensmitteln festgelegten Höchstgehalte wurden durch die neue Verordnung (EU) 2021/1323 vom 10. August 2021 (ABl. L 288 vom 11.08.2021, S. 13) aktualisiert.

„Kleinkindnahrung“ umfasst Getränke auf Milchbasis und gleichartige Erzeugnisse auf Proteinbasis, die für Kleinkinder bestimmt sind, aber nicht in den Geltungsbereich der Verordnung (EU) 609/2013 fallen.

- Höchstgehalte für Kleinkindnahrung aus Pflanzenproteinisolen (außer Sojaproteinisolen) oder gemischt mit Kuhmilchproteinen:
  - Pulver: 0,020 mg/kg
  - flüssige Erzeugnisse: 0,010 mg/kg
- Höchstgehalte für Getränke für Säuglinge und Kleinkinder, die mit diesem Verwendungszweck gekennzeichnet sind: 0,020 mg/kg
- Höchstgehalt für Reis, Quinoa, Weizenkleie und Weizengluten: 0,15 mg/kg

- Höchstgehalt für Hartweizen: 0,18 mg/kg
- Höchstgehalt für Salz: 0,50 mg/kg

Die folgenden Höchstgehalte wurden abgesenkt:

- Beeren und Kleinfrüchte von 0,050 auf 0,030 mg/kg (ausgenommen Himbeeren: 0,040 mg/kg)
- Fruchtgemüse von 0,050 auf 0,020 mg/kg (ausgenommen Auberginen: 0,030 mg/kg)
- Kohlgemüse von 0,050 auf 0,040 mg/kg
- Stängelgemüse von 0,050 auf 0,030 mg/kg (ausgenommen Lauch: 0,040 mg/kg und Sellerie: 0,10 mg/kg)
- Blattgemüse von 0,20 mg auf 0,10 mg/kg
- Der Höchstgehalt für Spinat von 0,20 mg/kg gilt nun auch für ähnliche Erzeugnisse wie Mangold- und Rübengrünblätter.

Die Verordnung (EU) 2021/1323 ist am 31. August 2021 in Kraft getreten. Lebensmittel, die vor dem Inkrafttreten rechtmäßig in Verkehr gebracht wurden, dürfen noch bis zum 28. Februar 2022 vermarktet werden. ●

*Dr. Annette Rexroth, Ministerialbeamtin, Remagen*

## Neue Höchstgehaltsregelungen für Blei in Lebensmitteln

Blei ist ein Schwermetall, das natürlicherweise in der Erdkruste vorkommt und früher für zahlreiche industrielle Zwecke wie Rohrleitungen, Plomben, Akkumulatoren und Farben verwendet wurde. Es wirkt bekanntermaßen nierentoxisch, steigert den Blutdruck und kann das Gehirn schädigen. Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) hat anorganische Bleiverbindungen 2006 als wahrscheinlich krebserregend für den Menschen eingestuft (Kategorie 2A). Daher legt die Verordnung (EG) 1881/2006 Höchstgehalte für Blei in bestimmten Lebensmitteln fest. Diese werden kontinuierlich überprüft und nach dem ALARA-Prinzip abgesenkt. Das in Artikel 2 der Verordnung (EG) 315/1993 verankerte ALARA (As low as reasonably achievable)-Prinzip besagt, dass die Gehalte von Kontaminanten in Lebensmitteln auf so niedrige Werte zu begrenzen sind, wie sie durch gute Praxis auf allen Stufen der Erzeugung, Herstellung, Verarbeitung, Behandlung und Lagerung sinnvoll erreichbar sind. Mit der Verordnung (EU) 2021/1317 vom 9. August 2021 (ABl. L 286 vom 10. August 2021, S. 1) hat die Europäische Kommission die jüngste Aktualisierung der Blei-Höchstgehalte für Lebensmittel, zunächst für die besonders sensible Verbrauchergruppe der Säuglinge und Kleinkinder, vorgenommen.

Der bisherige Höchstgehalt von 0,050 Milligramm je Kilogramm für pulverförmige Säuglingsanfangs- und Folgenahrung, Beikost sowie pulverförmige Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke, die speziell für Säuglinge und Kleinkinder bestimmt sind, wird auf 0,020 Milligramm je Kilogramm reduziert. Der Wert gilt zukünftig

ausdrücklich auch für spezielle Kleinkindnahrungsformulierungen, die als Pulver vermarktet werden.

Darüber hinaus wird der geltende Höchstgehalt für Getränke für Säuglinge und Kleinkinder bis drei Jahre gemäß der Verordnung (EU) 609/2013, die mit diesem Verwendungszweck gekennzeichnet und als trinkfertige Flüssigkeit verkauft werden, von 0,030 Milligramm je Kilogramm auf 0,020 Milligramm je Kilogramm abgesenkt. In diese Produktkategorie fallen zum Beispiel verzehrfertig angebotene Teegetränke, Säfte oder Mischungen aus diesen Getränken.

Für Getränke für Säuglinge und Kleinkinder, die vor dem Verzehr einer Zubereitung durch Aufgießen oder Abkochen bedürfen, sinkt der Höchstgehalt von 1,5 Milligramm je Kilogramm auf 0,50 Milligramm je Kilogramm. Zu dieser Produktkategorie gehört insbesondere Tee für Säuglinge und Kleinkinder, der als Trockenprodukt etwa in Form von Teebeuteln oder Granulat auf den Markt gelangt. Schließlich gibt es neue Blei-Höchstgehalte für Wildpilze (0,80 mg/kg), Gewürze (0,60 bis 2,0 mg/kg je nach Art des Gewürzes), Speisesalz (1,0 mg/kg und 2,0 mg/kg, z. B. „Fleur de sel“) und frischen Ingwer (0,80 mg/kg).

Der Höchstgehalt für Blei in Wein wird ab 2022 auf 0,1 Milligramm je Kilogramm gesenkt und ein neuer Höchstgehalt von 0,15 Milligramm je Kilogramm für Likörwein eingeführt.

Die neue Verordnung (EU) 2021/1317 ist am 30. August 2021 in Kraft getreten. Lebensmittel, die vor diesem Datum rechtmäßig in den Verkehr gebracht wurden, dürfen noch bis zum 28. Februar 2022 verkauft werden. ●

*Dr. Annette Rexroth, Ministerialbeamtin, Remagen*



## Fruchtsaft: Nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben

Wie „gesund“ Fruchtsaft in Deutschland beworben werden darf, ist gesetzlich streng geregelt.

Maßgeblich, und zwar für alle Lebensmittel, ist die EU-Verordnung 1924/2006. Nur die im Anhang dieser Verordnung aufgeführten 29 nährwertbezogenen Angaben dürfen verwendet werden sowie die 261 gesundheitsbezogenen Angaben, die in der Liste der EU-Kommission über die EU-Verordnung 432/2012 festgelegt sind. Allerdings belegen wissenschaftliche Studien immer wieder, dass vor allem die gesundheitlichen Wirkungen von Lebensmitteln deutlich über die zugelassenen Angaben hinausgehen (<https://fruitjuicesciencecentre.eu/de/forschung>).

Entsprechende Angaben dürfen jedoch nicht auf Lebensmitteln oder in der Werbung für Lebensmittel erscheinen, solange sie nicht ausdrücklich gesetzlich zugelassen sind. Aufgrund der sehr hohen Hürden schaffen das nur rund zehn Prozent der beantragten Claims ([https://ec.europa.eu/food/safety/labelling\\_nutrition/claims/register/public/?event=search](https://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/register/public/?event=search)).

### Übersicht 1: Rechtlich festgesetzte Nährstoffbezugswerte (NRV, %) und signifikante Mengen (%) zur Auslobung von Vitaminen und Mineralstoffen in Fruchtsäften (Anhang XIII LMIV EU 1169/2011)

Nährstoff	NRV (100 %)	signifikante Menge (7,5 %)
Vitamin A (µg)	800	60
Vitamin D (µg)	5	0,375
Vitamin E (mg)	12	0,9
Vitamin K (µg)	75	5,625
Vitamin C (mg)	80	6
Thiamin (mg)	1,1	0,0825
Riboflavin (mg)	1,4	0,105
Niacin (mg)	16	1,2
Vitamin B <sub>6</sub> (mg)	1,4	0,0825
Folsäure (µg)	200	15
Vitamin B <sub>12</sub> (µg)	2,5	0,19
Biotin (µg)	50	3,75
Pantothensäure (mg)	6	0,45
Calcium (mg)	800	60
Chlorid (mg)	800	60
Chrom (µg)	40	3
Eisen (mg)	14	1,05
Fluorid (mg)	3,5	0,265
Jod (µg)	150	11,25
Kalium (mg)	2000	150
Kupfer (mg)	1	0,075
Magnesium (mg)	375	28,15
Mangan (mg)	2	0,15
Molybdän (µg)	50	3,75
Phosphor (mg)	700	52,5
Selen (µg)	55	4,125
Zink (mg)	10	0,75

### Beispiele für zugelassene gesundheitsbezogene Angaben

(VO (EU) 432/2012)

- Vitamin C trägt zu einer normalen Funktion des Immunsystems während und nach intensiver körperlicher Betätigung bei.
- Folat trägt zu einer normalen Funktion des Immunsystems bei.
- Vitamin B<sub>6</sub> trägt zur Verringerung von Müdigkeit und Ermüdung bei.

### Beispiele für zugelassene nährwertbezogene Angaben

- Vitamin-C-Quelle (mind. 7,5 % NRV)
- Hoher Kaliumgehalt (mind. 15 % NRV)
- ohne Zuckerzusatz (keine zugesetzten Mono- oder Disaccharide)

Um gesundheitsbezogene Angaben verwenden zu dürfen, muss der gesetzliche Vorgabe entsprechend der betreffende Nährstoff mindestens in „signifikanter Menge“ enthalten sein, das sind mindestens 7,5 Prozent des Nährstoffbezugswerts (NRV) (**Übersicht 1**). Wird bei Fruchtsaft der Gehalt an Vitaminen ausgelobt, sind in der Regel 15 Prozent oder mehr bezogen auf den Bezugswert enthalten. Der jeweilige Nährstoffbezugswert ergibt sich für die einzelnen Nährstoffe aus Anhang XIII der EU-Lebensmittelinformationsverordnung (LMIV; EU 1169/2011). Die Nährwertinformation, die auf jedem Etikett verpflichtend ist, zeigt, welche Mengen konkret enthalten sind.

Das Beispiel „Kalium“ zeigt für ausgewählte Fruchtsäfte den möglichen Beitrag zur Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen. Die signifikante Menge beträgt 150 Milligramm je 100 Milliliter. Das rechtfertigt die Angaben „Kaliumquelle“ und „Kalium trägt zu einer normalen Funktion des Immunsystems bei“. Eine Menge ab 300 Milligramm je 100 Milliliter ermöglicht den Claim „enthält viel Kalium“ (**Übersicht 2**).

Auf dem Markt sind neben 100-Prozent-Fruchtsäften auch zahlreiche Fruchtgetränke zu finden, die einen geringeren Fruchtgehalt aufweisen. Ob es sich um einen reinen Fruchtsaft oder beispielsweise um einen Fruchtnektar oder ein Fruchtsaftgetränk handelt, ist eindeutig dem Zutatenverzeichnis zu entnehmen, denn Fruchtsaft ist kein Wasser zugesetzt. Er darf nur durch physikalische Verfahren aus reifen und gesunden Früchten gewonnen werden. Der Zusatz von Zucker ist verboten. Ausschließlich der natürlicherweise in der Frucht vorkommende Zucker ist im Saft enthalten.

Die EU-Fruchtsafrichtlinie 2001/112 stellt die hohe Qualität von Fruchtsäften in der gesamten EU sicher. In Deutschland ist die EU-Richtlinie verbindlich durch die „Verordnung über Fruchtsaft, Fruchtnektar, koffeinhaltige Erfrischungsgetränke und Kräuter- und Fruchttetees für Säuglinge und Kleinkinder (Fruchtsaft- und Erfrischungsgetränke- und Teeverordnung – FrSaftErfrischGetrTeeV)“ umgesetzt.

### Übersicht 2: Kaliumgehalt ausgewählter Fruchtsäfte (VdF)

Fruchtsaft	Kalium mg/100 ml
Apfel	90–150
Birne	100–200
Mandarine	100–230
Orange	130–250
Kirsche	160–350
Schwarze Johannisbeere	200–410
Banane	290–420

Judith Hausner, Verband der deutschen Fruchtsaft-Industrie (VdF) e. V., Bonn

# Mit Vitaminen & Co. gegen COVID-19?

DR. ANNETTE REXROTH

**COVID-19 ist ein ungebetener Gast, der es sich bei uns gemütlich gemacht hat und partout nicht wieder gehen will. Bereits zwei Jahre lang tummelt sich das Virus unter uns und fährt allen Bemühungen, zu einem normalen Alltagsleben zurückzukehren, wieder und wieder in die Parade.**

Angaben des Robert Koch-Instituts zufolge hat die Zahl der Corona-Toten am 25. November 2021 den Wert von 100.000 überschritten ([www.rki.de](http://www.rki.de)). Ein Ende ist nicht in Sicht. Wie jede Notsituation wird auch die COVID-19-Pandemie von findigen Geschäftemachern ausgenutzt. Natürlich möchten wir alle gesund bleiben und so ist die Nachfrage nach Lebensmitteln und Produkten, die das Immunsystem stärken, seit Beginn der Pandemie kräftig gestiegen ([www.pharmazeutische-zeitung.de/nahrungsergaenzungsmittel-sind-gefragt-119776/](http://www.pharmazeutische-zeitung.de/nahrungsergaenzungsmittel-sind-gefragt-119776/)).

Aber was genau stärkt das Immunsystem? Obst? Gemüse? Probiotischer Joghurt? Oder der Body Guard Immunity Complex?

Wir erinnern uns zunächst daran, dass gesundheitsbezogene Angaben bei Lebensmitteln nur dann verwendet werden dürfen, wenn sie die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) geprüft und genehmigt hat. Die EFSA genehmigt nur solche Angaben, für die es wissenschaftliche Beweise gibt. Das gilt ganz besonders für Behauptungen hinsichtlich des Risikos, an COVID-19 zu erkranken. Angaben, die das Prüfverfahren überstehen – und auch solche, die es nicht überstehen – kommen in das EU-Health Claims-Register, das für alle zugänglich ist: [https://ec.europa.eu/food/safety/labelling\\_nutrition/claims/register/public?event=search](https://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/register/public?event=search).

Wie wir uns dort leicht überzeugen können, ist bisher keine einzige Angabe mit Bezug zu COVID-19 zugelassen. Freilich muss das nicht zwingend bedeuten, dass es keine geeigneten Lebensmittel gäbe. Offenbar hat aber kein Hersteller bei der EFSA die nötigen Nachweise vorgelegt und eine Zulassung erhalten.

Auch die Zahl genehmigter Health Claims zu Inhaltsstoffen von Lebensmitteln ist aktuell überschaubar: Nur für die Vitamine C, D, B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub>, Zink, Eisen, Folat, Selen und Kupfer darf man behaupten, dass sie „zu einer normalen Funktion des Immunsystems beitragen“. Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) stellt klar, dass Nahrungsergänzungsmittel COVID-19-Erkrankungen weder verhindern noch heilen können ([www.bvl.bund.de](http://www.bvl.bund.de)).

Und auch die Verbraucherzentralen raten zur Vorsicht vor unlauteren Angeboten ([www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/coronanahrungsergaenzungsmittel-das-tun-die-behoerden-54073](http://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/coronanahrungsergaenzungsmittel-das-tun-die-behoerden-54073)).

Schließlich ist das menschliche Immunsystem ein kompliziertes Zusammenspiel aus Organen, Geweben, Zellen und anderen Akteuren. Bis heute liegt seine Funktionsweise noch zu einem guten Teil im Dunkeln. Es gibt keine einfache Messmethode dafür, wie gut ein Immunsystem bei der Abwehr von Infektionskrankheiten funktioniert – oder nicht. Noch schwieriger ist es herauszufinden, wie eine einzelne Substanz unser Immunsystem beeinflusst.

Jedenfalls benötigt unser Immunsystem bestimmte Vitamine (z. B. Vitamin C und D) und Mineralstoffe (z. B. Zink), damit es gegenüber Angreifern schlagkräftig bleibt. Diese Substanzen fungieren zum Teil als Cofaktoren für Enzyme. Eine Unterversorgung kann zu Mangel-



Foto: © contrastwerkstatt/stock.adobe.com

erscheinungen führen und die Empfindlichkeit gegenüber Infektionskrankheiten erhöhen.

Vitamin D ist hier ein besonderer Kandidat: Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) kommt zu dem Schluss, dass die Zufuhr über die Ernährung mit den üblichen Lebensmitteln nicht ausreicht, um bei fehlender endogener Synthese im Sonnenlicht eine angemessene Zufuhr zu erreichen ([www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-d/](http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-d/)).

Vor allem in der dunklen Jahreszeit dürfte das für viele Menschen zutreffen. Damit im Einklang zeigen jüngere Daten des Robert Koch-Instituts, dass nur 44 Prozent der Erwachsenen und 54 Prozent der Kinder und Jugendlichen in Deutschland ausreichend mit Vitamin D versorgt sind ([www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Vitamin\\_D/Vitamin\\_D\\_FAQ-Liste.html](http://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/Vitamin_D/Vitamin_D_FAQ-Liste.html)).

Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen einer unzureichenden Zufuhr an Vitamin D und einer erhöhten Anfälligkeit für COVID-19 ist laut DGE jedoch nicht etabliert ([www.aerzteblatt.de/nachrichten/120869/Zusammenhang-zwischen-Vitamin-D-Spiegel-und-Coronainfektion-offenbar-unklar](http://www.aerzteblatt.de/nachrichten/120869/Zusammenhang-zwischen-Vitamin-D-Spiegel-und-Coronainfektion-offenbar-unklar)).

Vor diesem Hintergrund ziehen die US-amerikanischen National Institutes of Health (NIH) den Schluss, dass die vorliegenden Daten nicht ausreichen, um darauf Empfehlungen für oder gegen die Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln zur Verhütung oder Heilung einer COVID-19-Infektion zu stützen (<https://ods.od.nih.gov/factsheets/COVID19-HealthProfessional/>).

**Fazit:** Man weiß noch viel zu wenig und Wundermittel gibt es nicht. Der beste Weg, dem Virus die Stirn zu bieten und sowohl sich selbst als auch andere zu schützen, ist die Impfung! Anders als teure Nahrungsergänzungsmittel ist diese zudem für die Verbraucherinnen und den Verbraucher kostenlos. ●



## DIE AUTORIN

Dr. Annette Rexroth ist Diplom-Chemikerin und staatlich geprüfte Lebensmittelchemikerin. Als Referentin für Rückstände und Kontaminanten in Lebensmitteln ist sie beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft in Bonn tätig.

Dr. Annette Rexroth  
Oedinger Straße 50, 53424 Remagen  
ar707@outlook.de



## Darmbakterien schärfen Gedächtnis bei Hummeln

**Auch bei Insekten spielt die Darmmikrobiota eine vielschichtige Rolle für den Organismus. So wurden bei Hummeln spezielle Darmbakterien identifiziert, die ihre Gedächtnisleistungen beim Nektarsammeln fördern.**

Aus früheren Studien ist bekannt, dass auch Insekten wie Bienen und Hummeln Darmbakterien beherbergen. Deren Zusammensetzung kann sich auf unterschiedliche Körperfunktionen auswirken. Gleichzeitig zeigten zahlreiche Untersuchungen, dass Insekten zu teils erstaunlichen kognitiven Leistungen fähig sind. Diese britisch-chinesische Studie lotete aus, welchen Einfluss spe-

zifische Darmmikroben auf kognitive Unterschiede zwischen einzelnen Hummeln ausüben könnten.

Für die Erforschung der Darm-Hirn-Achse ist ein spezieller Aspekt bei Insekten bedeutsam: Sie haben im Vergleich zu Säugetieren eine eher einfach zusammengesetzte Darmmikrobiota. Das macht sie zu einem idealen Modell für die Untersuchung spezifischer Darmbakterien.

Um die individuellen Gedächtnisleistungen von Hummeln zu erfassen, führten die Forschenden Tests mit verschiedenfarbigen Kunstblumen durch: Bei fünf Farben fanden die Versuchstiere eine süße Zuckerlösung vor, bei fünf anders kolorierten Blüten war der Saft mit einer bitter schmeckenden Substanz vergällt. Wie sich zeigte, konnten die Versuchstiere die Bedeutung der Farbe lernen: Sie flogen zu den positiv assoziierten Kunstblumen und mieden Versionen mit einer Farbe, bei der sie zuvor Negativerfahrungen gemacht hatten. Drei Tage später konfrontierten die Wissenschaftler die markierten Hummeln erneut mit den farbenfrohen Kunstblumen und erfassten, inwieweit sie sich an das Erlernte erinnerten. Parallel dazu untersuchten sie mit genetischen Methoden die Zusammensetzung der Darmbakterien bei den Hummeln.

Es zeigte sich: Je stärker der Darm einer Hummel von einer speziellen Art der Laktobazillen besiedelt war, desto besser war ih-

re individuelle Gedächtnisleistung. Um den vermuteten Zusammenhang zu bestätigen, erhielten die Hummeln gezielt die spezielle Laktobazillenart mit der Nahrung, um ihren Anteil an der Darmmikrobiota zu steigern. Weitere Untersuchungen ergaben, dass bestimmte Stoffwechselprodukte der Laktobazillen den Effekt auf Gehirn und Gedächtnisleistung der Hummeln verursacht hatten.

Die Resultate der Studie deuten darauf hin, dass die natürliche Variation in der Menge eines bestimmten Darmbakteriums das Gedächtnis beeinflusst und dass ein kausaler Zusammenhang vorliegt: Die Zugabe der gleichen Bakterienart zur Nahrung der Hummeln konnte ihr Gedächtnis verbessern.

Die Ergebnisse ergänzen die wachsenden Belege für die Relevanz der Wechselwirkungen zwischen Darmmikrobiota und Gehirn – auch beim Menschen. Bestimmte Merkmale der menschlichen Mikrobiota stehen etwa mit der Entwicklung von Demenzerkrankungen oder Depressionen in Verbindung. Die Bedeutung der Darm-Hirn-Achse ist deshalb ein zunehmend wichtiges Forschungsfeld.

© wissenschaft.de - Martin Vieweg

**Quelle:** Queen Mary University of London, Fachartikel: Nature Communications; doi: 10.1038/s41467-021-26833-4

## Adipositas: Familiäre Vorbelastung zeigt sich im Gehirn

**Bei Menschen mit familiärer Vorbelastung für Adipositas ist einer finnischen Studie zufolge der Hirnstoffwechsel verändert: Appetit und Sättigungsgefühl werden aufgrund einer reduzierten Funktion des Opioid- und Cannabinoidsystems sowie abweichender Reaktionen auf Insulin unzureichend reguliert.**

Die Ergebnisse einer Untersuchung an 22 jungen Männern mit hohem Risiko für Adipositas im Vergleich zu 19 Männern der gleichen Altersgruppe ohne Risikofaktoren verdeutlichen, dass Menschen mit hohem Risiko für künftige Fettleibigkeit eine erhöhte insulinstimulierte Glukoseaufnahme im Gehirn haben. Besonders deutlich zeigte sich das in Regionen, die für das Hungergefühl zuständig sind wie dem Hypothalamus und der Insula. Zudem war ein erhöhtes familiäres Risiko für Fettleibigkeit mit einer geringeren Dichte an Rezeptoren für Opioid- und Cannabinoide verbunden.

Ähnliche Muster wurden zuvor bei Personen mit Adipositas und Binge-Eating-Störung festgestellt: Eine Herunterregulierung der Opioidrezeptoren machte empfindlicher für belohnende Nahrungsmittelreize in der Umwelt. Entsprechend könnten auch Menschen mit einer erblichen Veranlagung dafür empfindlicher auf Nahrungsmittelreize reagieren. Denkbar ist alternativ, dass Personen mit weniger Opioidrezeptoren mehr essen, um eine ausreichende Belohnungsreaktion herbeizuführen, damit sie die Nahrungsaufnahme beenden können.

Die Ergebnisse könnten die Entwicklung von Präventions- und Therapiemaßnahmen für Adipositas beeinflussen. Sie zeigen, dass Gehirn und zentrales Nervensystem wichtige Ansatzpunkte bei der Behandlung von Fettleibigkeit sind.

© wissenschaft.de - Elena Bernard

**Quelle:** Kantonen T (Universität Turku, Finnland) et al.: International Journal of Obesity; doi: 10.1038/s41366-021-00996-y



## Bitterschokolade macht froh

**Wer täglich dunkle Schokolade isst, verbessert sein emotionales Befinden. Dafür könnten Veränderungen der Darmmikrobiota verantwortlich sein.**

An der Studie der Universität Seoul in Korea beteiligten sich 46 gesunde Frauen und Männer im Alter zwischen 20 und 30 Jahren. Einige erhielten abgewogene Portionen von Schokolade mit einem Kakaoanteil von entweder 70 oder 85 Prozent. Jede dieser Testpersonen aß drei Wochen lang morgens, mittags und abends jeweils 10 Gramm der zugeteilten Schokolade. Eine dritte Gruppe, die im gleichen Zeitraum keine Schokolade verzehrte, diente als Kontrolle. Stuhlproben vor Beginn und am Ende der Testphase wurden molekularbiologisch analysiert, um die individuelle Darmmikrobiota jedes Teilnehmenden zu ermitteln. Mit Hilfe standardi-

sierter Fragebögen gaben alle Probanden vorher und nachher Auskunft über ihre Stimmungslage.

Ergebnis: Zwischen der Kontrollgruppe und denen, die Schokolade mit 70 Prozent Kakaoanteil gegessen hatten, zeigte sich kein Unterschied in den Veränderungen des emotionalen Befindens. Wurde dagegen Schokolade mit 85 Prozent Kakaogehalt konsumiert, ergab sich eine statistisch relevante positive Veränderung der Stimmung.

Die Personen dieser Testgruppe nahmen pro Tag etwa 400 Milligramm Polyphenole mit der Schokolade auf. Bei der anderen Testgruppe waren es nur 250 Milligramm. Aus früheren Studien ist bekannt, dass eine antidepressive Wirkung direkt verabreichter Polyphenole erst ab einer Dosis über 250 Milligramm pro Tag feststellbar ist.

Der Schokoladeneffekt könnte also auf den im Kakao enthaltenen Polyphenolen, vor allem Catechin und Epicatechin, beruhen. Diese Inhaltsstoffe können die Blut-Hirn-Schranke überwin-

den und als Antioxidans Neuronen vor oxidativem Stress schützen.

Vergleichende Analysen des Darmmikrobioms zeigten, dass der Konsum der Bitterschokolade die Artenvielfalt der Darmbakterien erhöht hatte. Außerdem war der Anteil an *Blautia obeum* gestiegen, während der Anteil an *Faecalibacterium prausnitzii* gesunken war. Je stärker sich das Artenspektrum verbreiterte und je deutlicher der *Blautia*-Anteil stieg, desto merklicher verbesserte sich die Stimmung. *Blautia*-Bakterien setzen Buttersäure frei, die im Gehirn wahrscheinlich antidepressive Wirkungen entfaltet. Die Vermehrung dieser Bakterien anzuregen, wäre nach Ansicht der Forschenden eine Möglichkeit, um depressive Störungen zu behandeln. ●

*Dr. Joachim Czichos, Wissenschaft aktuell*

**Quelle:** S J-H et al.: Consumption of 85 % cocoa dark chocolate improves mood in association with gut microbial changes in healthy adults: a randomized controlled trial. *Journal of Nutritional Biochemistry*; doi: 10.1016/j.jnutbio.2021.108854

## Von der hochkalorischen Diät zum erhöhten Risiko für Magen-Darm-Krebs

**Adipositas, Diabetes und Magen-Darm-Krebs stehen oft mit einer ungesunden Ernährung in Verbindung. Welche molekularen Mechanismen dafür verantwortlich sind, ist nicht vollständig geklärt.**

Der Darm ist essentiell für die Aufrechterhaltung des Energiehaushaltes und ein Meister darin, schnell auf Veränderungen in der Ernährung und im Nährstoffhaushalt zu reagieren. Dies macht er mit Hilfe von Darmzellen, die unter anderem auf die Absorption der Nahrungsbestandteile oder die Sekretion von Hormonen spezialisiert sind. Beim erwachsenen Menschen bilden sich die Darmzellen alle fünf bis sieben Tage neu. Die Fähigkeit zur ständigen Erneuerung und Ausbildung unterschiedlichster Darmzellarten aus Darmstammzellen ist entscheidend für die natürliche Anpassungsfähigkeit des Organs. Eine dauerhafte stark zucker- und fettreiche Ernährung stört diese Anpassung und kann zur Entwicklung von Adipositas, Typ-2-Diabetes und Magen-Darm-Krebs beitragen. Das untersuchten die Forschenden des Helmholtz Zentrums München mit Hilfe eines Mausmodells. Erstens stellten die Forschenden fest, dass sich der Dünndarm bei der hochkalorischen Diät stark vergrößert und sich die Darmstammzellen bei den Mäusen mit ungesunder Diät deutlich schneller teilen und differenzieren. Die Forschenden gehen davon aus, dass diese Effekte auf eine Hochregulierung der entsprechenden Signalwege zurückzuführen sind, die bei vielen Krebsarten mit einer Beschleunigung des Tumorwachstums in Verbindung steht.

Mit Hilfe einer hochauflösenden Technik konnten die Forschenden zweitens seltene Zellarten im Darm (z. B. hormonabsondernde Zel-

len) untersuchen. Es zeigte sich, dass eine ungesunde Diät zu einer Verringerung der Serotonin produzierenden Zellen im Darm führt. Das kann unter anderem Darmträgheit zur Folge haben (typisch für Diabetes mellitus) oder den Appetit erhöhen.

Drittens zeigte die Studie, dass sich die absorbierenden Zellen an die fettreiche Diät anpassen und ihre Funktionalität erhöhen. So begünstigen sie direkt eine Gewichtszunahme.

Bisher gibt es noch keinen pharmakologischen Ansatz, um Übergewicht und Diabetes zu verhindern, aufzuhalten oder rückgängig zu machen. Neue Therapien könnten auf hormoneller Ebene ansetzen, beispielsweise bei der Regulation des Serotoninspiegels. ●

*Helmholtz Zentrum München*

**Originalpublikation:** Aliluev et al.: Diet-induced alteration of intestinal stem cell function underlies obesity and prediabetes in mice. *Nature Metabolism* (2021); doi: 10.1038/s42255-021-00458-9





## Kinder und Jugendliche: Gewichtsentwicklung und Freizeitverhalten im Lockdown

**Lockdown macht Kinder dick – und er macht dicke Kinder noch dicker. Das ist das Ergebnis einer US-amerikanischen Studie, die die Gewichtsentwicklung von über 191.000 Kindern und Jugendlichen in Südkalifornien vor und während der Covid-Pandemie verfolgte.**

An der Studie nahmen alle Patientinnen und Patienten mehrerer Kinderkliniken teil, bei denen zwischen März 2019 und Januar 2020 (Präpandemie) und zwischen März 2020 und Januar 2021 (nach Beginn des ersten großen Lockdowns in Kalifornien) an jeweils mindestens zwei Terminen der Body Mass Index (BMI) bestimmt wurde. Verschiedene äußere Einflüsse wie Körpergröße, Geschlecht, Ethnie, aber auch Grünflächen im Wohngebiet wurden bei der Auswertung berücksichtigt. Die Altersgruppen fünf bis elf Jahre, zwölf bis 15 Jahre und 16 bis 17 Jahre wurden getrennt betrachtet.

Es zeigte sich, dass die Kinder zwischen zwei Besuchen während der Pandemie mehr Gewicht zulegten als vor der Pandemie. So nahmen die Fünf- bis Elfjährigen und die Zwölf- bis 15-Jährigen von einem Arzttermin zum nächsten während des Lockdowns im Schnitt jeweils

rund 2,3 Kilogramm mehr zu als im Jahr zuvor, und die 16- bis 17-Jährigen gut ein Kilogramm mehr. Übergewicht und Fettleibigkeit traten ebenfalls häufiger auf. Am stärksten war die Gruppe der Fünf- bis Elfjährigen betroffen. Der Anteil der Übergewichtigen oder Fettleibigen stieg im Beobachtungszeitraum während der Pandemie um 8,5 Prozentpunkte mehr als im selben Zeitraum vor der Pandemie. Bei den Zwölf- bis 15-Jährigen betrug die Steigerung 5,2 und bei den 16- bis 17-Jährigen drei Prozentpunkte. Dabei wuchs die Gruppe der Kinder und Jugendlichen mit einem BMI über der 95. Perzentile in allen Altersgruppen während der Pandemie besonders stark. Am stärksten war auch hier die jüngste Altersgruppe betroffen.

Die Studie trifft keine Aussage über die Ursache dieser Beobachtungen. Eine mögliche Erklärung könnten veränderte Essgewohnheiten sein (vgl. z. B. Profeta et al.: *Ernährung im Fokus 02\_2021*, S. 118). Eine weitere ist die zunehmende Verlagerung der Freizeitaktivitäten hin zu bewegungsarmen Beschäftigungen während der Lockdown-Phasen.

Hinweise dazu liefert eine Untersuchung zum Computerspielverhalten von Kindern und Jugendlichen, die das Deutsche Zentrum für Suchtfragen des Kindes- und Jugendalters am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf in Zusammenarbeit mit der DAK durchführte.

Für die Studie wurden 1.200 Familien bundesweit mehrfach zu ihrem Nutzungsverhalten bei digitalen Medien befragt. Demnach stieg die durchschnittliche Zeit, die deutsche Kinder und Jugendliche unter der Woche mit Computerspielen verbrachten, von 83 Minuten am Tag vor der Pandemie auf 132 Minuten im ersten Lockdown. Im Mai 2021 war die Zeit dann auf 109 Minuten zurückgegangen. Parallel verlief die Entwicklung für die Zeit, die Kinder mit Sozialen Medien (z. B. Chats oder Soziale Netzwerke) verbrachten: Von 116 Minuten wochentags vor der Pandemie über 189 Minuten im ersten Lockdown auf 139 Minuten im Mai 2021.

Die starke Zunahme im ersten Lockdown ist eventuell dadurch erklärbar, dass „soziale Kontakte“ mit 73 Prozent die am häufigsten genannte Motivati-

on für die Nutzung von Sozialen Medien und Online-Computerspielen war, dicht gefolgt von „Langeweile bekämpfen“. Aber auch „Stress abbauen“ und „Sorgen vergessen“ standen bei etwa jedem dritten befragten Kind hoch im Kurs.

Parallel nahm die pathologische Computernutzung stark zu. Dieses Muster ist zum Beispiel von Kontrollverlust bezüglich der Spieldosierung, dem Rückzug aus dem realen Leben und Beibehalten der Nutzungsgewohnheiten trotz negativer Konsequenzen im Alltag gekennzeichnet. Der Anteil der pathologischen Spielnutzung in der befragten Stichprobe stieg von 2,7 Prozent vor auf 4,1 Prozent nach der Pandemie. Hochgerechnet entspricht das rund 220.000 Kindern bundesweit. Für die Sozialen Medien stieg der Anteil von Kindern mit pathologischem Nutzungsverhalten von 3,2 auf 4,6 Prozent (rund 250.000 Betroffene bundesweit). Auch hier waren, wie bei der Gewichtsentwicklung, die jüngeren Teilnehmenden (10–14 Jahre) deutlich häufiger betroffen als die älteren (15–19 Jahre). Hier könnte die psychische Verfassung ein auslösender Faktor sein. So klang in der Diskussion zur Studienpräsentation an, dass Motivationen wie „Stressabbau“ oder „Sorgen vergessen“ bei Kindern mit riskantem oder pathologischem Nutzungsverhalten häufiger auftraten als in der Gesamtstichprobe.

### Hilfe für Betroffene

[www.computersuchthilfe.info](http://www.computersuchthilfe.info)

Mit umfangreichen Informationsmaterialien, Fragebögen für Betroffene und Angehörige zur Selbstdiagnose sowie eine bundesweite Adressliste kompetenter Suchtberatungsstellen.

**Fazit.** Die Corona-Pandemie hatte sowohl in den USA wie in Deutschland weitreichende Auswirkungen auf die Gewichtsentwicklung sowie das Mediennutzungsverhalten von Kindern und Jugendlichen. Besonders betroffen waren jeweils die jüngeren Altersgruppen (5–14 Jahre). ●

Dr. Margit Ritzka, Dipl. Biochem., Meerbusch

>> Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnis“ als kostenfreie pdf-Datei. <<

## Messesplitter Anuga

Mehr Fleischersatzprodukte, mehr umweltfreundliche Verpackungen

**Die alle zwei Jahre stattfindende Allgemeine Nahrungs- und Genussmittel-Ausstellung, kurz Anuga, schloss vor Kurzem in der Messe Köln ihre Tore. Als weltgrößte Fachmesse der Ernährungswirtschaft und Nahrungsmittelindustrie ist sie nicht nur die führende Businessplattform für die Branche, sie ist auch ein Stimmungsbarmeter für Produktinnovationen und die neuesten Trends im Handel mit Lebensmitteln.**

An der 36. Anuga 2021 beteiligten sich 4.643 Unternehmen (2019: 7.500) aus 98 Ländern (2019: 201). Darunter befanden sich 400 Aussteller aus Deutschland sowie 4.243 Aussteller aus dem Ausland. Der Auslandsanteil betrug damit 92 Prozent. Zur diesjährigen Messe kamen mehr als 70.000 Fachbesucher (2019: 170.000) aus 169 Ländern, wobei der Auslandsanteil auf Besucherseite auf einem gleichbleibend hohen Niveau von 76 Prozent lag. Neu in diesem Jahr war mit der Anuga @home der hybride Ansatz. Insgesamt gab es 353 Beiträge an drei Messetagen. Die digitale Plattform bot vor allem denjenigen, die nicht zur Messe reisen konnten, eine gute Möglichkeit, sich über Fachthemen zu informieren und intensives Networking zu betreiben. „Das hat sehr gut funktioniert und fand großen Zuspruch. Deshalb soll das Konzept auch in Zukunft fortgeführt werden“, sagte Gerald Böse, Vorsitzender der Geschäftsführung der Koelnmesse GmbH.

Bioprodukte, „Health and Functional Food“, koschere und Halal-Produkte, vegane und vegetarische Erzeugnisse sowie fair gehandelte Lebensmittel sind Haupttrends, die auch schon vor zwei Jahren breiten Raum eingenommen haben. Auch „Clean Labeling“ ist nach wie vor ein wichtiges Thema: Hersteller bewerben ihre Lebensmittel mit dem Hinweis auf die Nichtverwendung bestimmter Zutaten wie Lebensmittelzusatzstoffe oder Aromen. Das kommt dem Wunsch vieler Verbraucherinnen und Verbraucher nach mehr Transparenz und nach Natürlichkeit und Nachhaltigkeit entgegen. Stärker noch als bei der vorhergehenden Anuga war – zumindest dem subjektiven Eindruck nach – die explizite Auslobung von Fleischersatzprodukten; „100 % meat free“ war das Schlagwort. Dass der Markt für

Fleischersatzprodukte wächst, korrespondiert auch mit den Prognosen des Statistikportals statista. Dieser Markt wird nicht nur durch Vegetarier und Veganer befeuert, sondern auch von vielen anderen, die ihren Fleischkonsum reduzieren möchten. Den größten Anteil haben dabei Ersatzprodukte auf Getreide- und Hülsenfrüchte-Basis, die als Burger, Grillgut oder Würstchen im Angebot sind. Ersatzprodukte auf Pilz-Basis (Champignons) erinnern geschmacklich dann doch eher weniger an das zu ersetzende Original.

Zudem tüfteln Start-ups und Wissenschaftler weltweit seit einigen Jahren an der Gewinnung von *In-vitro*-Fleisch: durch Muskelbiopsie entnommene Muskelstammzellen von Rindern, Schweinen oder Hühnern werden im Labor isoliert und kultiviert, um anschließend in großem Stil in Bioreaktoren gezüchtet und zu Zellmasse verarbeitet zu werden. Im Anschluss werden sie etwa zu Patties geformt. In Vorreiter-Ländern kommen derart hergestellte Chicken Nuggets bereits auf den Teller in Restaurants. Mit den Labor-Burgern ließe sich der wachsende Fleischhunger der Menschheit stillen, lautet das Kalkül. Denn laut Welternährungsorganisation FAO wird die Fleischnachfrage bis 2050 um 70 Prozent steigen. Freilich sind viele Aspekte dieser Innovation bis dato noch unklar; etwa die tatsächlichen ökologischen Vorteile, die gesellschaftliche Akzeptanz und die kulturellen Auswirkungen auf Landwirtschaft und Ernährung.

Hanferzeugnisse bilden ebenfalls einen Wachstumsmarkt: Öl, Proteinpulver, Back- und Teigwaren, Bier und Erfrischungsgetränke sowie Kräutertees auf Hanfbasis enthalten Cannabidiol (CBD), das im Gegensatz zu Tetrahydrocannabinol (THC) nicht psychotrop wirkt.

Auch nicht neu, aber nicht minder aktuell ist der Trend, Verpackungen zu optimieren. Bei der Messeausgabe 2019 war insbesondere die Tendenz erkennbar, den Kunststoffanteil in Verpackungen zu minimieren. Das ist zum Beispiel jetzt bei verpacktem Fleisch im Handel Realität, jedenfalls teilweise. Bei der diesjährigen Anuga warben viele Aussteller mit nachhaltigen Verpackungssystemen. So offeriert ein Hersteller sein Hanföl in einer kompostierbaren Verpackung aus Hanffasern; Wasserspezialitäten gibt es in kompostierbaren Kunststoffflaschen, Kartonverpackungen zu 100 Prozent aus nachwachsenden Rohstoffen.

Die „Anuga taste Innovation Show“ versteht sich als Trendbarometer und Impuls-



geber. Hier konnten die Fachbesucher und Medienvertreter die wichtigsten Neuheiten der Anuga kennenlernen, ausgewählt von einer Jury aus internationalen Fachjournalisten und Market Research Analysten. Insgesamt hatten sich 418 Unternehmen mit mehr als 1.332 Ideen um die Aufnahme in die Sonderschau beworben. Die Jury wählte daraus 67 Produkte und Konzepte aus, die in punkto Idee, Innovation, Nachhaltigkeit und kreativer Umsetzung überzeugten – quer durch die unterschiedlichen Fachmessen der Anuga. Zusätzlich zeichneten sich darunter zehn Produkte als besonders innovativ aus.

Bei einigen Innovationen fragt sich der kritische Betrachter allerdings schon, ob die Welt das braucht – etwa Snacks aus dem 3D-Drucker. Da haben vielleicht Chips aus Lachshaut mit Raucharoma bessere Chancen. Aber natürlich entscheidet letztlich der Markt darüber, was kommt, was bleibt und was geht. ●

Rüdiger Lobitz, Dipl. Oecotroph., Meckenheim

### Weitere Informationen:

- [https://taste.anuga.de/neuheitendatenbank/index.php?utm\\_source=mailingwork&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=B\\_0025\\_BW\\_NL28\\_5Messtetag\\_DE&utm\\_term=Neuheiten\\_DE](https://taste.anuga.de/neuheitendatenbank/index.php?utm_source=mailingwork&utm_medium=email&utm_campaign=B_0025_BW_NL28_5Messtetag_DE&utm_term=Neuheiten_DE)
- <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1100436/umfrage/marktentwicklung-von-fleischersatzprodukten-nach-produktgruppen/>





Foto: © barmalini/stock.adobe.com

# Ernährung und Immunsystem im Ayurveda

WIN SILVESTER

Die aktuell (wieder) herrschenden Corona-Regeln schützen nicht nur vor Covid-19, sondern auch vor vielen Erkrankungen, die über Tröpfchen oder Aerosole übertragen werden. Zur Stärkung des Immunsystems tragen diese Maßnahmen allerdings nicht bei. Im Ayurveda, der traditionellen indischen Medizin, spielt die Ernährung für Prävention und Gesundheitsförderung eine herausragende Rolle. Die Verbesserung der Immunkraft durch den Verzehr von Gemüse und Obst, Gewürzen, Heilpflanzen und Wurzeln steht dabei im Mittelpunkt.

Zur Verbesserung der Gesundheit und zur Optimierung der Immunkraft steht eine breite Palette an Früchten, Gewürzen, Pflanzen und Wurzeln zur Verfügung. Etwa 6.000 Pflanzen kommen in der indischen traditionellen Medizin zum Einsatz (vgl. *Deb et al. 2016*). Viele davon entfalten eine immunmodulierende Wirkung (*Sharma, Chaudary 2016*). Einige davon waren schon vor Jahrhunderten auch in der europäischen Kräuterheilkunde geschätzt.

## Anwendung des Ayurveda zur Stärkung des Immunsystems

Aktuell in Deutschland erhältliche Produkte lassen sich als Kur oder dauerhaft in die tägliche Ernährung integrieren. Die meisten sind als Pulver oder in Kapselform erhältlich. Manche sind „normale“ Gewürze oder Kräuter, die in der Alltagsküche zum Einsatz kommen können. Zudem werden viele der immunstärkenden Zutaten inzwischen auch in Europa angebaut, sodass einer ökologisch vertretbaren Nutzung nichts im Wege steht.

## Der Ayurveda

Der Ayurveda, die Lehre vom langen, gesunden und glücklichen Leben, ist ein von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) anerkanntes Naturheilkundensystem, das bereits seit mehreren tausend Jahren in Südasien praktiziert wird - inzwischen auch weltweit. Ähnlich der modernen Schulmedizin gibt es verschiedene Fachgebiete wie Innere Medizin, Gynäkologie oder Kinderheilkunde. Der Ayurveda greift auf ein breites Spektrum verschiedener Therapieformen und -methoden zurück. Ernährung und Pflanzenheilkunde sind wichtige Bestandteile davon.



Triphala

Foto: © Swajani/stock.adobe.com

## Triphala

Triphala ist ein Immunbooster, der aus drei (tri) Früchten (phala) besteht, die im Ayurveda für Langlebigkeit, Vitalität und Immunkraft stehen:

- Amla
- Bibhitaki
- Haritaki

### Amla (*Embllica officinalis*, *Phyllanthus emblica*, die indische Stachelbeere)

Der Ayurveda empfiehlt die Amla-Frucht zur Stärkung der Widerstandskraft. Sie ist reich an Vitamin C und enthält zahlreiche sekundäre Pflanzenstoffe wie Tannine und Flavonoide. Die indische Stachelbeere reguliert das Immunsystem, ist antibiotisch und antimykotisch (*Belapurkar et al. 2014*).

Außerdem wirkt sie

- antioxidativ,
- fiebersenkend,
- hustenstillend (antitussiv),
- radio-protektiv (schützt vor radioaktiver Strahlung) (*Sharma, Pandey 2011*),
- krebshemmend (antikanzerogen), zellschützend (zytoprotektiv).

*Embllica officinalis* wurde schon 1485 im „Gart der Gesundheit“ erwähnt, einem der ersten gedruckten Kräuterbücher in deutscher Sprache.

### Bibhitaki (*Terminalia bellerica*, die belerische Myrobalane)

*Terminalia bellerica* ist auf dem gesamten indischen Subkontinent, auf Sri Lan-

ka und in ganz Südostasien weit verbreitet. Ihre Pflanzenteile kommen auch in der traditionellen chinesischen Medizin (TCM) zum Einsatz. Bibhitaki enthält unter anderem Glucoside, Tannine und anderen sekundäre Pflanzenstoffe. Die Pflanzenextrakte erhöhen die Aktivität der Makrophagen und verstärken die Zellteilungsaktivität von T-Zellen. Bibhitaki wirkt

- antibakteriell, (schützt vor Streptokokken, Salmonellen und Würmern),
- antioxidativ,
- entzündungshemmend,
- blutdrucksenkend,
- bronchienerweiternd und krampflösend,
- fiebersenkend,
- wundheilend,
- immunmodulierend,
- schmerzstillend,
- blutreinigend und leberschützend.

### Haritaki (*Terminalia chebula*), chebulische Myrobalane

Aufgrund einiger biologisch aktiver Verbindungen werden die Früchte der „Königin der Heilpflanzen“ in der traditionellen Medizin zur Bekämpfung einer Reihe von Erkrankungen der oberen Atemwege, des Magen-Darm-Trakts, der Harnwege und der Haut verwendet. Haritaki wirkt

- antibiotisch,
- antimykotisch,
- antiviral,
- antioxidativ,
- antimutagen,
- entzündungshemmend,
- aktivierend bei der Wundheilung.



Amla

Foto: © Arundhati/stock.adobe.com

Zusammen entfalten die drei Früchte im Triphala vielfältige immunmodulierende Wirkungen. Sie beeinflussen

- die Ausschüttung von Zytokinen und Histamin,
- die Produktion von Immunglobulinen,
- die Teilung von Lymphozyten,
- die Aktivität der Makrophagen,
- die Aktivität des Darms,
- die Rezeptoren auf Zellmembranen, die Andockstellen möglicher Krankheitserreger.

Triphala wirkt antimikrobiell, antibakteriell, antioxidativ, antimutagen und antientzündlich. Es senkt Blutzucker und -fette, reduziert Übersäuerung und beugt Karies vor. Zudem moduliert Triphala das Darmmikrobiom: Es fördert das Wachstum von nützlichen Darmbakterien wie Bifidobakterien und Laktobazillen und hemmt gleichzeitig das Wachstum unerwünschter Mikroben.



Ashwagandha

Foto: © Gummy Bear/stock.adobe.com

### Ashwagandha (*Withania somnifera*, indischer Ginseng)

Der Sanskrit-Name (ashwa = Pferd, gandha = Geruch) weist auf die Kraft dieser Pflanze hin, Menschen die Vitalität eines Pferdes zu schenken. Ashwagandha wird seit über 3.000 Jahren in ayurvedischen und indigenen medizinischen Systemen verwendet. Es besitzt GABA-mimetische Eigenschaften und kann helfen, mit Stress besser umzugehen.





Brahmi

**GABA (Gamma-Amino-Buttersäure)** ist ein wichtiges Molekül des Nervensystems. Es wirkt als Neurotransmitter und hemmt die Reizweiterleitung. Unter Stress verbraucht der Körper mehr davon.

Ashwagandha ist unabhängig von der stressreduzierenden Wirkung auch selbst ein starker Immunmodulator (Ziauddin et al. 1996). Klinische Studien belegen die Wirkung von Ashwagandha bei Entzündungen und Immunsuppression (Rao et al. 2011). Klassisch wird Ashwagandha als Abkochung mit Milch angewandt.

### **Brahmi (*Bacopa monnieri*, kleines Fettblatt)**

Brahmi (*Bacopa monnieri*) enthält vor allem verschiedene Flavonoide, Saponine, Phythosterine und Triterpene. Es

- unterstützt die Produktion von Immunglobulinen und wirkt auf die Zytokinproduktion im Körper (Yamada et al. 2011),
- stimuliert die Freisetzung von Immunglobulinen in das extrazelluläre Plasma,
- hemmt die Freisetzung von proinflammatorischen Zytokinen aus Mikrogliazellen im Gehirn,
- hemmt Enzyme, die mit Entzündungen im Gehirn einhergehen.

Brahmi (*Bacopa monnieri*) kann Entzündungen im zentralen Nervensystem begrenzen (Nemetchek et al. 2018). Neben seinen Wirkungen auf das Immunsystem dient die Pflanz-

ze vor allem als Nerventonicum. In klinischen Studien verringerte *Bacopa-monni-eri*-Extrakt bei gesunden älteren Personen Angstzustände und Depressionen. Gleichzeitig stieg das Erinnerungsvermögen.

*Bacopa-monni-eri*-Extrakt verbessert auch bei jungen Menschen signifikant die Geschwindigkeit der visuellen Informationsverarbeitung, die Lernrate sowie die Gedächtniskonsolidierung. Das macht das kleine Fettblatt sowohl für junge Lernende als auch für ältere Menschen zur Demenz-Prophylaxe interessant.

### **Kurkuma**

Kurkuma (*Curcuma longa*) wird aufgrund seiner leuchtend gelben Farbe auch „indischer Safran“ genannt. Er gehört zur Familie der Ingwergewächse. Curcumin ist der orange-gelbe Farbstoff des Kurkuma. Curcumin

- moduliert die Aktivierung verschiedener Immunzellen (T- und B-Zellen, Makrophagen, Neutrophilen und natürlichen Killerzellen),
- reguliert die Ausschüttung von Zytokinen und Chemokinen,
- wirkt antioxidativ,
- antientzündlich,
- verstärkt die Antikörperreaktionen (Jagetia, Aggarwal 2007),
- wirkt antibakteriell,
- antiviral,
- antimykotisch,
- anticancerogen,

- hemmt resistente Bakterienstämme wie *Staphylococcus aureus* oder *Helicobacter pylori* (Ramani et al. 2018),
- erhöht die Bildung schützenden Schleims im Magen-Darm-Trakt.

Curcumin ist auch hilfreich bei Diabetes, Übergewicht und Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Bluthochdruck.

Da Diabetes mellitus, Adipositas und Hypertonie als **Risikofaktoren** zum Beispiel für Covid-19 gelten, ist es sinnvoll, sie im Rahmen der Prävention mit zu berücksichtigen.

Alle genannten Erkrankungen sind meist mit niederschweligen (latenten) Entzündungen verbunden. Curcumin

- verringert signifikant die Serumkonzentrationen an proinflammatorischen Zytokinen,
- verbessert den Zuckerstoffwechsel,
- unterdrückt die Entstehung neuer Fettzellen,
- optimiert den Fettstoffwechsel,
- senkt den Blutdruck.

Kurkuma ist ein hervorragendes Beispiel für ein Gewürz, das täglich verwendet werden kann und „aus dem Kochtopf heraus“ die Immunkraft stärkt. Isoliertes Curcumin ist schlecht bioverfügbar. In Kombination mit Piperin, der wichtigsten aktiven Komponente des schwarzen Pfeffers, erhöht sich die Bioverfügbarkeit von Curcumin nachweislich um 2.000 Prozent (Shoba et al. 1999).



Kurkuma





Guduchi

Foto: © fernandob2015/istock.adobe.com

### Trikatu

„Die drei (tri) Scharfen (katu)“ Ingwer, langer Pfeffer (pippali) und schwarzer Pfeffer gehören nach ayurvedischem Verständnis in jede Küche.

- Ingwer lindert Husten, Erkältungen und Atembeschwerden und reduziert Entzündungen, sodass er medizinisch auch zur Behandlung von Arthritis dient.
- Der Wirkstoff Piperin aus schwarzem Pfeffer wirkt ebenfalls immunmodulierend, antioxidativ, anticarcinogen, antientzündlich und antimikrobiell. Er unterstützt die Entgiftung und erhöht die Bioverfügbarkeit anderer Substanzen (Meghwal, Goswami 2013).
- Pippali (*piper longum*) hat ebenfalls eine immunmodulierende Wirkung (Choudhary, Singh 2018).

### Tulsi (*Ocimum sanctum*)

Tulsi, der heilige Basilikum,

- hat antimikrobielle Breitbandwirkung,
- wirkt antiviral,
- antimykotisch,
- antiinflammatorisch,
- antiprotozoisch,
- antimalarial,
- antihelminthisch (gegen Würmer),
- mückenabweisend.

Daher wird Tulsi als Hand-Desinfektionsmittel, Mundwasser und Wasserreiniger, zur Wundheilung, Konservierung von Nahrungsmitteln, in der Tierhaltung und zur Gesunderhaltung auf Reisen eingesetzt (Cohen 2014).

Tulsi senkt Entzündungen genauso effektiv wie Ibuprofen oder Aspirin. Der heilige Basilikum ist außerdem eine Anti-Stress-Pflanze (Jahmshidi, Cohen 2017). Er lässt sich als Kraut frisch oder getrocknet und als Tee genießen.

### Guduchi

Guduchi ist ein Sanskrit-Wort. Es bedeutet „die den Körper vor Krankheiten schützt“. Ein anderer Name für dieses Kraut ist Amrita, der himmlische Nektar. Es wirkt (Rewat, Roushan 2018)

- antidiabetisch,
- antientzündlich,
- antiviral,
- wundheilend,
- angstlösend,
- beruhigend.

Der Sage nach rettete Guduchi himmlische Wesen vor dem Altern und hielt sie ewig jung. In einer aktuellen Studie (Pathak et al. 2016) verlängerte Guduchi die Lebensdauer von Fliegen (*Drosophila melanogaster*). Die Verlängerung der Lebensdauer setzte sich sogar in der folgenden Generation fort.

### Aloe vera (*Aloe vera*)

*Aloe vera* wird seit über 2.000 Jahren in der Volksmedizin verwendet und ist ein wichtiger Bestandteil der traditionellen Medizin vieler Kulturen, auch außerhalb Indiens. Die Pflanze besteht zu 99 Prozent aus Wasser. Das feste Material enthält über 75 verschiedene, potenziell aktive Verbindungen, darunter wasser- und fettlösliche Vitamine, Mineralstoffe,

Enzyme, Polysaccharide, Phenolverbindungen und organische Säuren.

Man unterscheidet über 400 Arten. *Aloe* ist also nicht gleich *Aloe* (*Rahda*, *Laxmipriya* 2015).

- *Aloe vera* entfaltet antimikrobielle Wirkungen, indem sie den Stoffwechsel von Bakterien blockiert. Sie stimuliert die Aktivität von Phagozyten, die Bakterien zerstören und enthält Phenole, die toxisch auf Mikroorganismen wirken. Eine Studie (Cellini et al. 2014) verdeutlichte, dass das Gel des Blattinneren der *Aloe vera* antibakterielle Eigenschaften sowohl gegen anfällige als auch gegen resistente *Helicobacter pylori*-Stämme aufweist. Die Autoren schlagen das Gel als neuartiges natürliches Mittel in Kombination mit Antibiotika zur Behandlung von *Helicobacter pylori*-Mageninfektionen vor.
- *Aloe vera* kann das Anheften oder Eindringen von Viren in Wirtszellen verhindern. Eine *In-vitro*-Studie (Zandi et al. 2007) konnte zeigen, dass der Rohextrakt von *Aloe-vera*-Gel antivirale Aktivität gegen den *Herpes simplex*-Virusstamm Typ 2 entfaltet. Bestimmte Bestandteile hemmen die Replikation des Influenza-A-Virus (Sun et al. 2018).
- *Aloe-vera*-Gel wirkt immunmodulierend.
- *Aloe vera* verbessert die Resorption anderer Pflanzenstoffe, da sie deren Verweildauer im extrazellulären Plasma verlängert.
- *Aloe-vera*-Gel enthält mindestens fünf verschiedene Phytosterole, die in der Lage sind, die Ansammlung von viszeralem Fett (Bauchfett) zu reduzieren. In einer randomisierten kontrollierten Studie (Misawa et al. 2008) reduzierte



Aloe vera

Foto: © sommal/istock.adobe.com



Chyavanprash

Foto: © StockImageFactory/stock.adobe.com

## Immunstärkung durch Ayurveda

- Trinken Sie den ganzen Tag über warmes Wasser.
- Üben Sie täglich Yoga-Asana (Körperhaltungen), Pranayama (Atemübungen) und Meditation für mindestens 30 Minuten.
- Verwenden Sie beim Kochen Gewürze wie Kurkuma, Kreuzkümmel, Koriander und Knoblauch.
- Nehmen Sie morgens zehn Gramm (= 1 Teelöffel) Chyavanprash ein. Chyavanprash ist ein Fruchtmus mit über 50 Gewürzen und Kräutern. Hauptbestandteil ist die Amla-Frucht. Außerdem enthält es Ashvagandha, Brahmi, Guduchi und viele mehr. Es sieht wie Rübensirup aus und schmeckt angenehm süß-würzig. Laut den klassischen Schriften ist Chyavanprash die erste Wahl zur Linderung von Husten, Asthma und anderen Atemwegserkrankungen. Diabetiker sollten zuckerfreies Chyavanprash wählen.
- Trinken Sie einmal oder zweimal täglich Kräutertee und Abkochungen aus Tulsi (Basilikum), Zimt, schwarzem Pfeffer, getrocknetem Ingwer und Rosinen.

ein *Aloe-vera*-Komplex das Körpergewicht, die Körperfettmasse insbesondere im Bauchraum sowie die Insulinresistenz bei adipösen Prädiabetikern und frühen, nicht behandelten Diabetikern.

*Aloe vera* enthält beträchtliche Mengen an Antioxidantien, darunter alpha-Tocopherol (Vitamin E), Ascorbinsäure (Vitamin C), Carotinoide, Flavonoide und Tannine. Diese Inhaltsstoffe könnten mit dafür verantwortlich sein, warum *Aloe vera* traditionell so vielseitig angewendet wird.

### Zimt (*Cinnamomum verum*, *Cinnamomum cassia*)

Zimt ist ein Gewürz aus der inneren Rinde der Zimtbäume (*Cinnamomum*). Die innere Rinde wird extrahiert und die holzigen Teile werden entfernt. Wenn die Rinde trocknet, bilden sich Streifen,

die sich zusammenrollen (Zimtstangen). Diese können zu Zimtpulver vermahlen werden.

Zimt enthält große Mengen hochwirksamer Polyphenol-Antioxidantien. Der ausgeprägte Geruch und Geschmack ist auf den öligen Anteil zurückzuführen, der einen sehr hohen Gehalt an Zimtaldehyd aufweist. Diese Verbindung scheint für die meisten der starken Wirkungen von Zimt auf Gesundheit und Stoffwechsel verantwortlich zu sein. Zimtaldehyd wirkt

- antimykotisch,
- antibakteriell,
- entzündungshemmend,
- bekämpft Karies und Mundgeruch.

Ein weiterer wichtiger Aromastoff in Zimt ist Eugenol. Es findet sich zum Beispiel auch in Gewürznelken. In der Zahnmedizin und im klassischen Ayurveda werden Gewürznelken ebenfalls

als schmerzstillendes, antibakterielles und entzündungshemmendes Mittel eingesetzt.

Es gibt zwei Hauptsorten:

- Ceylon-Zimt *Cinnamomum verum*, auch bekannt als „echter“ Zimt
  - Cassia-Zimt *Cinnamomum cassia*, die heute gebräuchlichere Sorte
- Cassia* enthält erhebliche Mengen Cumarin, das in hohen Dosen leberschädlich wirkt. Es empfiehlt sich daher, bevorzugt Ceylon-Zimt zu nutzen.

### Kupfer

Die Verwendung von Kupfer(gefäßen) in der menschlichen Zivilisationen geht auf die Zeit zwischen dem vierten und sechsten Jahrtausend vor Christus zurück. Metalle und Mineralien waren schon sehr früh integraler Bestandteil ayurvedischer Therapeutik (*Chaudhari et al. 2014*). In *In-vitro*-Tests töteten feste

## REZEPT

### Goldene Milch

Lösen Sie einen Teelöffel Kurkumapulver in 150 Milliliter heißer Milch auf, geben Sie eine Messerspitze schwarzen Pfeffer dazu und trinken Sie diese Mischung einmal oder zweimal täglich.



Foto: © tenkender/stock.adobe.com





Foto: © danyanedoniamystock.adobe.com

## Ayurveda und Corona-Pandemie – Das Beispiel Indien

Die indische Regierung suchte im Rahmen der Corona-Pandemie sehr früh die enge Zusammenarbeit mit der Naturheilkunde.

### Staatliche Maßnahmen

Das für Naturheilkunde zuständige Ministerium (AYUSH) entwickelte in der Folge Leitlinien zur Stärkung der Immunabwehr unter besonderer Berücksichtigung der Atemwege (Ayush, <https://www.ayush.gov.in/docs/123.pdf>). Die Empfehlungen wurden parallel in groß angelegten Studien auf ihre Wirksamkeit überprüft. Ein Beispiel: Fast 80.000 Polizisten, die in Indien zur Hochrisiko-Gruppe zählen, erhielten ayurvedische Präparate und Hinweise zu deren Verwendung. Rajesh Kotecha, Staatssekretär des AYUSH-Ministeriums, stellte im Rahmen des 22. Internationalen Ayurveda Symposiums der Europäischen Akademie für Ayurveda erste beindruckende Ergebnisse vor (Rosenberg 2020). Tatsächlich ließen sich starke präventive Effekte erkennen. Im Vergleich zur rasanten Ausbreitung von Covid-19 in der Bevölkerung blieben die Beamten überdurchschnittlich häufig verschont und hatten, wenn sie doch erkrankten, deutlich kürzere und mildere Krankheitsverläufe. Auch in Kliniken konnte sich das medizinische Personal durch ayurvedische Präventionsmaßnahmen erfolgreich vor Ansteckung und Erkrankung schützen. Daher übernahm das indische Gesundheitsministerium die Empfehlungen von AYUSH in Teilbereichen für die gesamte Bevölkerung (MoH 2020).

Außerdem launchte AYUSH eine Smartphone-App (Ayush Sanjivani App), um der Bevölkerung einfach umzusetzende Präventionsmaßnahmen näherzubringen, die Akzeptanz naturheilkundlicher Empfehlungen zu erfassen und die Wirksamkeit der Empfehlungen nachzuvollziehen. Auch hier bestätigte sich, dass die ayurvedischen Maßnahmen, wenn sie angewandt wurden, die Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung deutlich verringern und ihren Verlauf erfolgreich abmildern konnten.

Kupferoberflächen innerhalb von zwei Stunden nach Kontakt 99,9 Prozent der darauf befindlichen Mikroorganismen ab. Auch Viren zerfallen bei Kontakt mit Kupfer (Warnes et al. 2015). In den USA ist Kupfer von der Umweltschutzbehörde (US EPA) als erstes antimikrobiell wirkendes Metall anerkannt. Studien in Krankenhäusern zeigten, dass sich durch Oberflächen aus Kupfer die mikrobielle Belastung für Patientinnen und Patienten sowie das medizinische Personal signifikant reduzieren lässt (Schmidt et al. 2012).

### Allgemeine Hinweise aus dem Ayurveda

Neben der ausgiebigen Anwendung von Kräutern und Gewürzen empfiehlt der Ayurveda frisch zubereitete Speisen. Auch aus immunologischer Sicht erscheint diese Empfehlung sinnvoll: Das angeborene oder unspezifische Immunsystem begleitet uns seit dem ersten Lebenstag. Es ist für rund 90 Prozent aller Immunaufgaben verantwortlich. Dazu nutzt es Informationen, die unsere Vorfahren über Jahrtausende in der Auseinandersetzung mit Krankheitserregern gesammelt und immer weiter vererbt haben. Die Abwehr richtet sich gegen Strukturen auf der Oberfläche von häufig vorkommenden Krankheits-

erregern, den PAMPs („pathogen-associated molecular patterns“ oder „krankheitserreger-assoziierte molekulare Muster“). Statt sich mit einer Unzahl von Angreifern zu beschäftigen, analysiert das Immunsystem die häufigsten gemeinsamen Oberflächenmerkmale (Antigene) und bekämpft sie. Diese Methode war bislang hoch effizient.

Die moderne Lebensmittelverarbeitung bringt das etablierte System allerdings durcheinander: PAMPs entstehen durch bakterielles Wachstum in der Zeit zwischen Lebensmittelzubereitung und Wärmebehandlung. Industriell hergestellte Lebensmittel können daher größere Mengen PAMPs enthalten. Da diese hitzestabil sind, werden die Bakterien abgetötet, ihre molekularen Strukturen bleiben aber im fertigen Produkt erhalten. So kann das angeborene Immunsystem bei empfindlichen Personen „Alarm schlagen“, obwohl kein wirklicher Angriff stattfindet. Dieser Fehlalarm aktiviert das gesamte Immunsystem.

Die Autoren einer norwegischen Studie (Zinöcker, Lindseth 2018) konstatierten, dass das Vorhandensein entzündungsauslösender Bakterienstrukturen in Fertiggerichten ein potenzielles Problem der Lebensmittelsicherheit sein könnte, das (bislang) keine Beachtung fand.

### Fazit

Alle genannten Vorsorgemaßnahmen aus dem Ayurveda können auch in unseren Breitengraden helfen, die Gesundheit zu erhalten – vor allem in der klassischen Erkältungszeit. ●

**Hinweis des Autors:** Alle Aussagen stellen grobe Vereinfachungen und ausschließlich Annäherungen an das vielschichtige System des Ayurveda dar. Jede Beschreibung in diesem Artikel beleuchtet modellhaft nur Teilaspekte des Gesamtbilds. Entsprechend sind Wirkaussagen nur begrenzt und im Zusammenhang mit der ayurvedischen Gesundheitslehre und deren Terminologie gültig.

>> Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnis“ als kostenfreie pdf-Datei. <<



#### DER AUTOR

Win Silvester, M. A. Gesundheitsmanagement (univ.) und medizinischer Ayurveda-Spezialist (EAA), ist Autor, Dozent an der Europäischen Akademie für Ayurveda sowie Mentalcoach im Spitzensport und für Führungskräfte sowie Berater in der betrieblichen Gesundheitsförderung.

#### Win Silvester

Saarbrückenerstr. 66, 53117 Bonn  
info@win-silvester.de





# Wo bleibt die Trendwende im globalen Ernährungssystem?

## Der United Nations Food System Summit 2021

DR. HARRY HOFFMANN • ASJA HANANO • LISA MARIA KLAUS

**Weltweit werden mehr Lebensmittel produziert als je zuvor. Trotzdem steigen die Hungerzahlen seit sechs Jahren wieder und drohen sich bis 2030 sogar der Milliardengrenze zu nähern. Der United Nations Food System Summit (UNFSS) hat sich kürzlich dem notwendigen Wandel unseres globalen Ernährungssystems gewidmet.**

Der United Nations Food System Summit (UNFSS) war ein groß angelegter UN-Gipfel, der Ende September 2021 im Rahmen der UN-Generalversammlung in New York stattfand.

### Konzept

Dieser Gipfel war der erste, der auf dem Konzept des „Multistakeholder-Ansatzes“ basierte und auch der erste von insgesamt sechs Ernährungsgipfeln der UN (von Braun 2021), der Ernährungssysteme holistisch adressiert. Neben Staatenvertretungen saßen auch Repräsentierende aus Wissenschaft, Privatsektor und Zivilgesellschaft mit am Tisch.

Der Begriff **Ernährungssystem** ist komplex (von Braun et al. 2021a; Nguyen 2018). Er umfasst die Art und Weise, wie Nahrungsmittel produziert, gehandelt, verarbeitet und konsumiert werden inklusive der beteiligten Akteurinnen und Akteure und den entsprechenden sozioökonomischen und ökologischen Auswirkungen ihres Handelns (Welthungerhilfe 2019).

Bereits seit der Ankündigung des Gipfels im Oktober 2019 arbeitete eine Vielzahl von Fachkräften in unterschiedlichen Arbeitssträngen und Themenbereichen.

So fanden über 1.500 verschiedene Dialoge statt, an denen – laut Veranstaltenden – über 100.000 Teilnehmende beteiligt waren (United Nations Food System Summit 2021a), und deren Ergebnisse in den Gipfel einfließen sollten (Patton et al. 2021). Zudem flankierte ein hochkarätiges Wissenschaftsgremium den Gipfel, das dafür sorgen sollte, dass wissenschaftliche Erkenntnisse angemessen in den Verhandlungen wiederspiegelt und aufgegriffen werden (von Braun et al. 2021b). Dies beinhaltete zum Beispiel auch eine (Neu-)Definition des Begriffs „Healthy Diet“ (Neufeld et al. 2021). Dieses Gremium veröffentlichte eine Reihe von Publikationen (United Nations Food Systems Summit – Scientific group 2021), organisierte die „Science days“ und ermöglichte die Organisation von wissenschaftlichen Fachpodien, deren Ergebnisse als „independent dialogues“ in die Ausgestaltung des Gipfels einfließen.

Das große Interesse an diesem Prozess kumulierte in einem virtuellen Vorgipfel Ende Juli in Rom mit 22.000 Teilnehmenden und im Hauptgipfel in New York, zu dem 157 Delegierte der UN-Mitgliedsstaaten auf Einladung von UN-Generalsekretär António Guterres zugeschaltet waren.

Beim Hauptgipfel verpflichteten sich über 150 Staaten in „national pathways“ dazu, ihr eigenes nationales Ernährungssystem auf die jeweils passende Weise und in der ihnen vorschwebenden Tiefe zu transformieren.

Zudem wurden nichtstaatliche Akteure aufgerufen sich zu äußern, wie ihr verpflichtender Beitrag zur Verbesserung der Ernährungssysteme aussehen wird.

## Kritik

Seit den frühesten Planungen gab es von verschiedenen Seiten und aus verschiedenen Gründen Kritik am UNFSS-Prozess. Wichtigster Punkt war das Multiakteursformat. Dieser für UN-Verhältnisse neue Ansatz nimmt Nationalstaaten aus der direkten Verantwortung, eine Systemwende zu initiieren sowie zu kanalisieren, und definiert unter anderem Vertretende von Konzernen, die maßgeblich an nichtnachhaltigen Systemen beteiligt sind, zu legitimen Verhandlungspartnern.

Dieser und weitere Kritikpunkte führten zu einem „Gegengipfel“ (*Food Systems 4 People 2021*) im Juli 2021, an dem rund 9.000 Menschen teilnahmen. Dort diskutierten vor allem Vertretungen zivilgesellschaftlicher Organisationen und indigener Gruppen alternative Wege für eine Transformation des globalen Ernährungssystems. Im Zentrum standen menschenrechtsbasierte und agrarökologische Ansätze, Nutzen und Anwendung traditionellen Wissens sowie Ernährungssouveränität.

## Der Gipfel

Der Gipfel selbst war als fundamentaler „game-changer“ angekündigt worden: Er sollte die Pole des globalen Ernährungssystems radikal neu ausrichten und wesentlich zu seiner nachhaltigeren Ausgestaltung beitragen. Aber

die Erwartungen an den Gipfel waren zu hoch, die von allen erwartete Weichenstellung für ein neues globales Ernährungssystem blieb aus.

## Offene Fragen

Wesentliche Probleme des Gipfels sind

- die Freiwilligkeit der Verpflichtungen,
- die von ganz unterschiedlichen Akteuren und Akteursgruppen abgegebene Vielfalt an „commitments“ zu einzelnen Aktionen/Veränderungen,
- die Umsetzungskontrolle der Selbstverpflichtungen,
- die Gefahr, dass Staaten ihrer Verantwortung nicht gerecht werden und sich nicht in der Pflicht sehen, die Weichenstellungen für eine tatsächliche Systemtransformation vorzunehmen,
- das Fehlen einer radikalen systemischen Neuordnung zugunsten zahlreicher nationaler Aktionspläne – Lösungsstrategien, die auf die jeweiligen nationalen Belange ausgerichtet sind.

## Diskussion

Zwar ist es richtig und wichtig, kontextspezifische Lösungen zu entwickeln, die auch kulturelle und naturräumliche Faktoren als Kernelemente beinhalten, die Herausforderungen unserer Ernährungssysteme aber enden nicht an Staatsgrenzen. Wesentliche Aspekte wie internationale Handelsströme, Wasser- und Stoffkreisläufe, jedoch auch finanzielle und politische Ungleichgewichte zwischen Staaten und Regionen müssen zentral mitgedacht werden.

Um den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts wirkungsvoll zu begegnen, darf es nicht nur zu einer marginalen Optimierung des bisherigen Ernährungssystems kommen, im Gegenteil: Das Ernährungssystem muss an zentralen Stellen und in zentralen Prozessen neu gedacht und neu aufgerollt werden.

Bei aller Kritik am UN-Gipfel bleibt allerdings festzuhalten, dass der Wandel des globalen Ernährungssystems seitdem prominent in der Agenda der internationalen Staatengemeinschaft verankert ist – zumindest im Moment. Das ist für sich genommen ein Erfolg, auch wenn er nicht den aktuellen Ansprüchen genügt.

## Ausblick

Im Nachgang des Gipfels wird es erstens darauf ankommen, Aufbau und Ausgestaltung nachhaltiger Ernährungssysteme auch weiterhin als essenzielle Bausteine der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung zu verstehen. Ernährungssysteme müssen Chefsache bleiben.

Zweitens kommt es darauf an, kurz-, mittel- und langfristig die Erfüllung und Ausgestaltung der Commitments zu begleiten, zu überwachen und konsequent nachzuerfolgen. Es ist dringend geboten, vor allem die Stakeholder in die Pflicht zu nehmen, die jetzt mit ihren Selbstverpflichtungen offensiv an die Öffentlichkeit treten.

Drittens werden sich die nationalen Aktionspläne (*United Nations Food System Summit 2021b*) vor allem daran messen lassen müssen, ob sie die Situation der Menschen verbessern, die von den sozialen und ökologischen Folgen des existierenden Ernährungssystems am stärksten betroffen sind: indigene und andere sozial benachteiligte Gruppen vor allem im globalen Süden. Dazu sind auch im globalen Norden systemische (Politik-)Folgeabschätzungen notwendig, die überprüfen, wie sich wirtschaftliche und politische Initiativen auf die Ernährungssysteme im globalen Süden auswirken. Vor allem die Verwirklichung des Menschenrechts auf Nahrung muss hier eine zentrale Rolle spielen.

Viertens müssen Machtungleichheiten im globalen Finanz- und Handelssystem dauerhaft überwunden werden, denn nur so lassen sich wirklich nachhaltige Ernährungssysteme entwickeln und implementieren. ●

>> Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnis“ als kostenfreie pdf-Datei. <<



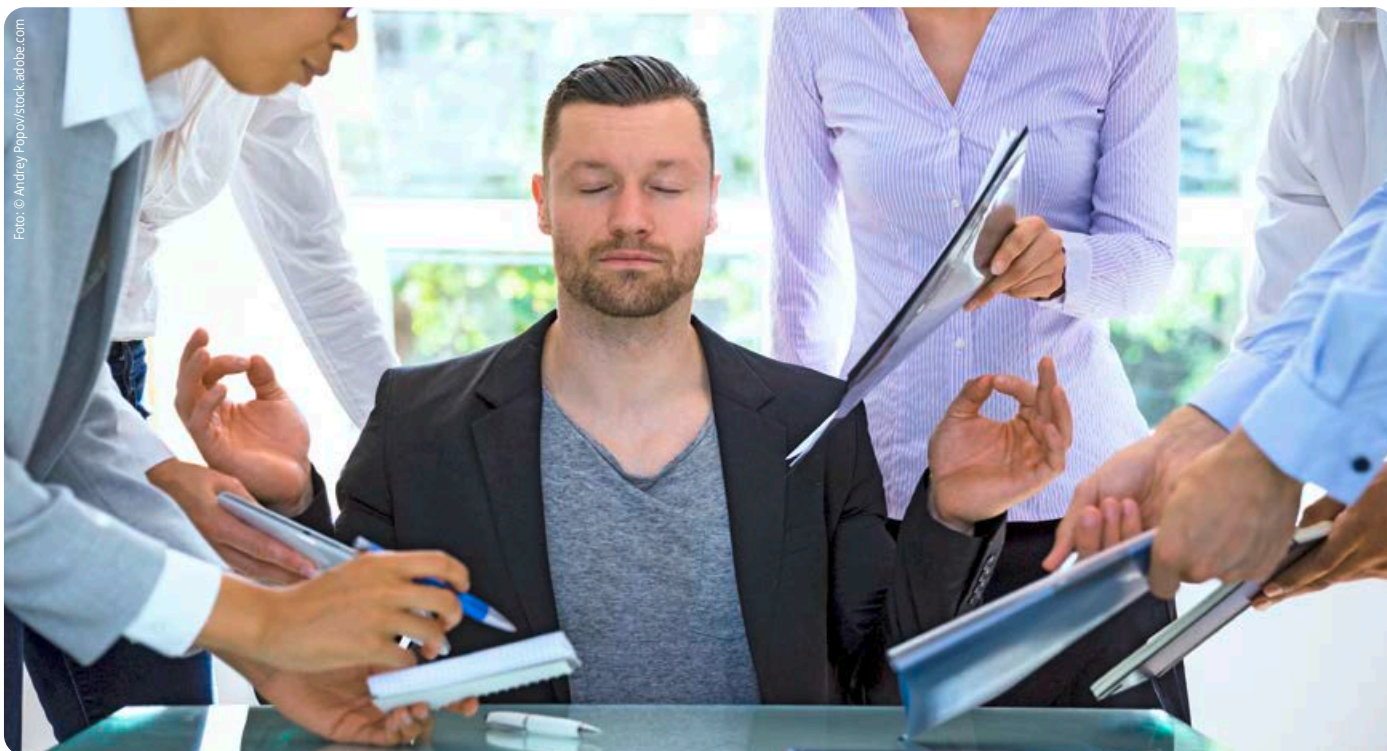
### FÜR DAS AUTORENTEAM

Dr. Harry Hoffmann ist Projektleiter in der Abteilung „Politik und Außenbeziehungen“ der Deutschen Welthungerhilfe e. V. in Berlin. Dort setzt er sich mit seinem Team dafür ein, dass die Überwindung von Hunger und Mangelernährung weltweit auf der politischen Agenda bleibt.

#### Dr. Harry Hoffmann

Projektleiter Landwirtschafts- und Ernährungspolitik  
Deutsche Welthungerhilfe e. V.  
Reinhardtstr. 18, 10117 Berlin  
harry.hoffmann@welthungerhilfe.de





# Stress verstehen – Stress reduzieren

CHRISTINE MAURER

**Stress ist eine Überlebensreaktion. Sie ermöglicht, blitzschnell auf Veränderungen in der Umwelt reagieren zu können und hat dafür gesorgt, dass wir in einer eher feindlichen Umwelt überlebt haben.**

## Theoretischer Hintergrund

Über Adrenalin wird unser Körper in die Lage versetzt, Energie für die erwartete Muskelarbeit bereitzustellen. Das Stressprogramm sorgt für eine Fokussierung unserer Aufmerksamkeit. So können wir kämpfen oder fliehen, um uns zu retten.

Ob etwas Stress auslöst oder nicht, hängt meist von unserer Bewertung ab. Stress ist nicht objektiv und für alle gleich. Manche Menschen sind auch in schwierigen Lebenssituationen frohen Mutes und optimistisch.

● **Tipp.** Hier ist der erste Ansatzpunkt der Stressbewältigung – die Bewertungen reflektieren und je nachdem verändern.

Die Stressreaktion ist eigentlich sinnvoll. Sie aktiviert unser Immunsystem und steigert dadurch unsere Abwehrkräfte. Sie stärkt

unseren Organismus und erhöht unsere Leistungs- und Widerstandsfähigkeit. Wenn Stress allerdings andauert, wir nachhaltig gestresst sind und es keine Erholungs- oder Regenerationsphasen gibt, macht dieser chronische Stress krank. Wir sind nicht mehr in der Lage, zwischen Anspannung und Entspannung hin- und herzuwechseln. Wir verlieren die Fähigkeit abzuschalten, sind gereizt und belastet. Auf der körperlichen Ebene können sich Entzündungsprozesse, Bluthochdruck, Herzinfarkt, Krebs oder Autoimmunerkrankungen entwickeln. Wir sind in der heutigen Zeit umgeben von Anspannung, Druck und Eile. Ständige Erreichbarkeit, Lärm und andere Umweltreize, ständige Selbstoptimierung bringen uns in Dauerstress. Psychosozialer Stress, der im Beruf oder im Privatbereich auftreten kann, ist kaum gänzlich vermeidbar. Auch hier kann auf Dauer schädigender, chronischer Stress entstehen. Wir schaffen es nicht mehr, zwischen Anspannung (Sympathikusaktivierung) und Entspannung (Parasympathikusaktivierung) hin- und herzuwechseln. Den Pol „Ruhe“ besetzen wir kaum noch und sind fast ausschließlich auf dem Pol „Aktivität“.

Unser evolutionär festgelegtes Stressprogramm ist nicht an das Leben in der heuti-

gen Welt angepasst. Das dauerhaft laufende „Notfallprogramm“ schadet unserem Körper. Wir müssen daher verstehen, wie Stress „funktioniert“ und wo wir zur Stressbewältigung ansetzen können.

● **Info.** Die Stressreaktion lässt sich als ein Ringen um Gleichgewicht betrachten. Durch äußere Einflüsse kommt unser inneres Gleichgewicht ins Wanken. Die Stressreaktion ist der Versuch, wieder in Balance zu kommen. Ein gesunder Umgang mit Stress bedeutet, sich immer wieder an die Veränderungen in der Umwelt anzupassen und dadurch die Stabilität im Organismus zu erhalten.

## Körperliche Abläufe

Menschen verfügen über zwei Nervensysteme, das willkürliche (somatische) und das unwillkürliche (autonome oder vegetative).

**Willkürliches Nervensystem.** Es lässt sich über unseren Willen steuern. Hier liegt die bewusste Wahrnehmung der Umwelt und unseres Körpers über die Sinnesorgane und die bewusste Steuerung der Muskeln.



**Vegetatives Nervensystem.** Es lässt sich nicht willkürlich steuern. Es regelt die automatisierten lebenswichtigen Funktionen wie Atmung, Verdauung oder Herzschlag. Auch wenn es sich der bewussten Steuerung entzieht, lässt es sich durch willkürliche Handlungen beeinflussen. Yoga oder Meditation können dabei helfen. Sympathikus und Parasympathikus sind Teile des vegetativen Nervensystems. Sie fungieren als Ein- und Ausschalter des Stressprogramms.

**Sympathikus.** Der Sympathikus bereitet die nach außen gerichteten Aktivitäten vor und ist damit Teil der Stressreaktion. „Früher“ war es wichtig, den Körper über den Sympathikus in Alarmbereitschaft zu versetzen und damit für Kampf oder Flucht vorzubereiten. Das Problem unserer heutigen Zeit ist, dass Auslöser für Stress eher psychischer Natur sind.

Es macht für unser Gehirn keinen Unterschied, ob wir gerade körperlich bedroht werden oder uns der Bus vor der Nase wegfährt. Auch Gedanken können Stress auslösen, wenn wir uns zum Beispiel über einen unfairen Kollegen aufregen. Wir kämpfen oder fliehen dann aber nicht, um das ausgeschüttete Adrenalin körperlich zu verarbeiten und abzubauen. Es verbleibt im Körper. Chronischer Stress entsteht. Der Sympathikus ist sozusagen „daueraktiv“. Unser Körper bleibt im Stressmodus und das macht uns auf Dauer krank.

**Parasympathikus.** Der Parasympathikus ist für Entspannung, Erholung und Regeneration zuständig. Damit ist er der Gegenspieler des Sympathikus. Er verringert nach der Stressreaktion die Herzrhythmus wieder, reguliert die Durchblutung der Muskulatur herunter und verengt die Atemwege. Unsere Verdauung, die der Sympathikus ausgesetzt hatte, startet wieder. So sorgt der Parasympathikus für die Wiederherstellung der Normalität nach einer Stresssituation. Damit der Parasympathikus das tun kann, muss die Stresssituation vorbei sein, auch mental. Wir müssen unser Stresserleben „abhaken“. Sorgen oder eine immer wieder vollzogene Analyse (Warum?) hält unseren Stress aufrecht und verhindert Entspannung und Regeneration. Wir brauchen also eine wirkungsvolle und nachhaltige Stressbewältigung – und müssen diese lernen.

● **Tipp.** Der Parasympathikus gehört zum vegetativen Nervensystem und lässt sich nicht willkürlich aktivieren. Er lässt sich aber durch wiederholende und ruhige

Handlungen, die mit Achtsamkeit einhergehen und unsere Aufmerksamkeit fokussieren, beeinflussen. Yoga und Meditation, aber auch sportliche Aktivitäten beinhalten den Parasympathikus aktivierende Elemente.

## Praxis der Stressbewältigung

### Den Parasympathikus aktivieren

Ein Weg ist, die Ausatmung zu verlängern. Über den langen Ausatem erlauben wir dem Parasympathikus, aktiv zu werden und die Regeneration zu beginnen. In manchen Traditionen der Atemmeditation wird der Ein- und Ausatem gezählt. So kann man bis „4“ beim Einatmen und bis „8“ beim Ausatmen zählen.

Eine andere Möglichkeit ist, Laute wie „fff“ oder „sss“ beim Ausatmen zu formen, durch die wir automatisch länger ausatmen.

Wer aus dem Yoga die Endentspannung kennt (Shavasana), wird auch deren entspannende Wirkung erfahren haben. Hier liegt man nach einer Yogapraxis, die Körper und Geist fokussiert hat, sieben bis acht Minuten (oder länger) in Stille bei wachem Geist in einer entspannten Haltung auf der Matte. Nach sieben bis acht Minuten ist der Parasympathikus aktiv und ermöglicht die Entspannung.

● **Tipp.** Bauen Sie also kleine Ausatempausen in Ihren Alltag ein und unterbrechen den Dauerstress. Es gibt Apps, die z. B. über einen Gong an die kleine Atempause erinnern.

### Sich selbst erforschen

Hier geht es um das Erkennen von Stressauslösern und das Entdecken von Ressourcen für die Stressbewältigung. Hilfreiche Fragen können sein:

- Wie erlebe ich Stress (wo, wann, wie genau)?
- Was löst bei mir Stress aus?
- Wie entspanne ich bisher? Wie reguliere ich bisher meine Stressbelastung?

Mit diesen Erkenntnissen lassen sich

- identifizierte Stressoren reduzieren oder ganz vermeiden,
- identifizierte Ressourcen und bewährte Bewältigungsmethoden bewusst einsetzen.

## Bewertungen verändern

Stress ist meist subjektiv und entsteht aufgrund von individuellen Bewertungen einer Situation. Diese Bewertungen sind uns meist nicht bewusst.

● **Tipp.** Wenn wir innehalten und uns bewusst machen, was wir gerade denken oder fühlen, erkennen wir, ob wir durch diese Gedanken oder Gefühle Stress auslösen. Falls das so ist, können wir bewusst eine positive Haltung einnehmen und so Stress reduzieren.

## Selbstwahrnehmung fördern

Dauerstress führt zu An- und Verspannungen, die wir oft gar nicht mehr wahrnehmen. Eine App oder eine CD kann einen Bodyscan anleiten. Wir können aber auch selbst bewusst unseren Körper „scannen“ und jedes einzelne Körperteil – von Fuß bis Kopf – wahrnehmen. Wenn Anspannung zu spüren ist, kann ein bewusstes „zu dieser Stelle Atmen“ die Anspannung verringern. Üben des Bodyscans ist hilfreich und vertieft den Effekt.

## Meditieren

Auch hier gibt es Apps oder CDs, die durch diese Form der Meditation führen. Mit der Fokussierung etwa auf den Atem finden wir einen Weg in die Entspannung.

Wesentlich ist dabei, eine beobachtende Haltung zu den eigenen Gedanken und Gefühlen einzunehmen und nicht zu bewerten. Mit diesem Abstand verlieren Gedanken und Gefühle ihre „Macht“ und unser Stressempfinden geht zurück.

## Achtsamkeit im Alltag schulen

Hier geht es darum, immer wieder hinzuschauen. So können wir erkennen, dass wir Gestaltungsspielräume haben und unsere Innenwelt beeinflussen können. Diese Selbstwirksamkeit reguliert Fühlen, Denken und Handeln positiv.

Im Fokus der Achtsamkeit können stehen:

- Schlaf
- Gedanken
- Ernährung
- Bewegung/Aktivität
- Atmung
- Innere Ausrichtung
- Entspannung
- Gefühle



Vor der Vermittlung im Unterricht oder in der Beratungsgruppe ist es hilfreich, zunächst selbst Zugang zu einer bestimmten Methode der Stressbewältigung zu finden.

Foto: © Microgen/stock.adobe.com

Auch hier kann eine Erinnerung im Alltag hilfreich sein, um immer wieder nach innen zu schauen.

## Yoga praktizieren

Yoga ist eine Geistes- und Körperbewusstseins- und Achtsamkeitspraxis. Es trainiert unser Körperbewusstsein, schult Wahrnehmungsfähigkeit und Achtsamkeit. Yoga hat sich zur Stressbewältigung bewährt und lässt sich unter Anleitung zum Beispiel in einer Gruppe praktizieren.

### 5-3-1-Meditation

Nehmen Sie *fünf* tiefe Atemzüge mit langem Ausatem. Danach atmen Sie mit diesem langem Ausatem weiter. Finden Sie *drei* Aspekte, für die Sie dankbar sind. Zum Abschluss wählen Sie *eine* positive Absicht für den Tag. So fokussieren Sie sich auf Positives und ermöglichen mit dem langen Ausatem eine Aus-Zeit.

## Stressbewältigung in Schule und Beratung

Wenn Sie als Berater oder Lehrender das Thema Stress integrieren wollen, geht es im ersten Schritt um Selbsterfahrung. Wer selbst im Dauerstress ist, ist kein gutes Vorbild. Probieren Sie aus, welche Stressbewältigungsmethoden für Sie nützlich und hilfreich sind, bevor Sie das Thema in Schule oder Beratung platzieren.

## Längerfristige Planung

**Mechanismen erklären.** Zur Stressreduktion müssen die Mechanismen von Stress be-

kannt sein. Vielleicht passt das Thema zum Lehrplan oder Sie können es während einer Projektwoche anbieten. Bereiten Sie die Theorie für den Unterricht auf. Oder Sie planen als Berater eine Theorieeinheit in Ihrer Beratungsgruppe. Wichtig ist, die „Mechanismen“ und Abfolgen sowie die Zusammenhänge zu verstehen. Damit fällt es vielen Menschen leichter, sich auf die Ansätze zur Stressbewältigung einzulassen.

**Selbsterforschung anschließen.** In Einzelarbeit oder Kleingruppen können die Teilnehmenden oder die Lernenden ihre eigenen Stressoren und Ressourcen erkennen.

**Bewertung anpassen.** In einem weiteren Schritt könnten Sie für die in der Selbsterforschung identifizierten Stressoren eine neue, positive Bewertung erarbeiten lassen.

**Stressbewältigungsmethoden kennenlernen.** Eine Hausaufgabe könnte sein, Stressbewältigungsmethoden zu recherchieren. Diese werden in der nächsten Stunde gesammelt und nach Umsetzbarkeit bewertet.

**Stressbewältigungsmethoden ausprobieren.** Einzelne Kleingruppen könnten in den nächsten Wochen je eine Stressbewältigungsmethode ausprobieren. Oder jede oder jeder einzelne übernimmt je eine Methode und berichtet nach der Einübezeit von der Methode und seinen Erfahrungen damit. Eine sinnvolle Untergrenze für das Ausprobieren sind zwei Monate, damit die Methode nachhaltig geübt werden kann und erste Wirkungen entfaltet.

**Mehr Methoden kennenlernen.** Damit Stressbewältigung nachhaltig wird, könnte jede und jeder in einer zweiten Runde eine weitere Methode ausprobieren, so verschie-

dene Methoden kennenlernen und eigene Ressourcen erweitern.

Für Yoga ist eine gute Lehrperson wichtig. Vielleicht bieten Sie in Kooperation einen „Schnupperkurs“ für Interessierte an.

## Akute Stressbewältigung

Wenn es nicht möglich ist, das Thema Stress und Stressbewältigung über einen längeren Zeitraum zu platzieren, könnten Sie einzelne Methoden im Alltag anwenden. Allerdings sollten Sie die jeweilige Methode selbst geübt und gute Erfahrungen damit gemacht haben.

**Achtsamkeitsmeditation.** Vor einer Klassenarbeit könnten Sie etwa eine Achtsamkeitsmeditation anbieten. Oder Sie leiten einen Bodyscan an. Auch die 5-3-1-Methode ist als schneller Einstieg gut geeignet.

**Achtsamkeitsübung.** Wenn Sie den Eindruck haben, dass Spannungen in der Gruppe auftreten, könnte eine Übung in Achtsamkeit helfen, die Anspannung zu erkennen und loszulassen.

Wählen Sie aus den vorgestellten Maßnahmen die für Sie passenden aus und vertiefen Sie Ihre Erfahrung. Viel Erfolg! ●

### Zum Weiterlesen:

- Trökes A, Cramer H: *Mit Yoga zur Selbstheilung - Übungen zur Stärkung unseres Immunsystems.* Herder (2019)
- Bush AD: *Das kleine Buch der Ruhe und Gelassenheit: Ganz entspannt die Stürme des Alltags meistern.* Wilhelm Heyne (2017)
- Kabat-Zinn J, Leinhard V: *Stressbewältigung durch die Praxis der Achtsamkeit. CD mit Begleitheft zur Achtsamkeitsmeditation und zum Bodyscan.* arbor (2014)



#### DIE AUTORIN

Christine Maurer, geprüfte E-Trainerin (e-Academy), seit 1992 selbstständig, arbeitet im Bereich Training, Beratung und Coaching. Sie ist Industriefachwirtin, Therapeutin und Supervisorin.

Christine Maurer – cope OHG  
Schlehenweg 11, 64646 Heppenheim  
christine.maurer@cope.de



Foto: © Andreas Schieber, Bonn

# Lebensmittel als disperse Systeme

## Emulsionen, Suspensionen und Schäume

DR. ANDREAS SCHIEBER

**Viele Lebensmittel sind nicht nur hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung außerordentlich vielschichtig, sondern sie stellen auch Mehrphasensysteme dar, die sich nach ihren physikalischen Eigenschaften in Emulsionen, Suspensionen und Schäume einteilen lassen. Da diese instabil sind, kommt technologischen Maßnahmen besondere Bedeutung zu, um die sensorischen Eigenschaften dieser Lebensmittel zu optimieren und ihre Qualität sicherzustellen.**

Bei der Beschreibung von Lebensmitteln steht häufig die chemische Zusammensetzung im Vordergrund. Das ist aus verschiedenen Gründen sinnvoll, denn die Anteile von Proteinen, Kohlenhydraten, Lipiden und Mikronährstoffen wie Vitaminen und Mineralstoffen bestimmen maßgeblich den Nährwert eines Lebensmittels. Auch aus technologischer Sicht ist die Kenntnis der Zusammensetzung einschließlich des Wassergehalts wichtig, da sich daraus die Stabilität einer Rohware gegenüber mikrobiellem, enzymatischem und chemischem Verderb abschätzen und Strategien zur Verarbeitung ableiten lassen. Aufgrund der Anwesenheit der genannten Stoffe werden Lebensmittel mitunter auch als „komplexe Matrices“ bezeichnet.

Auch aus physikalischer Sicht sind die wenigsten Lebensmittel „einfach“ aufgebaut. Dazu zählen etwa klare Spirituo-

sen wie Wodka, die Wasser-Alkohol-Gemische darstellen. Auch Lösungen von Zucker oder Kochsalz sind homogene Systeme, die in ihrem optischen Erscheinungsbild nicht von reinem Wasser zu unterscheiden sind. Bei der ganz überwiegenden Mehrzahl der Lebensmittel handelt es sich jedoch um „disperse Systeme“, bei denen eine disperse Pha-

se („innere Phase“) in einer kontinuierlichen Phase („äußere Phase“) verteilt ist. Sie bestehen also aus mindestens zwei, häufig aber auch aus mehreren Phasen und heißen daher auch „Mehrphasensysteme“.

Als **Phase** bezeichnet man vereinfacht einen Bereich homogener Zusammensetzung oder Eigenschaften.

Die Eigenschaften disperser Systeme lassen sich nicht alleine aus ihrer chemischen Zusammensetzung ableiten, da sie auch vom physikalischen Zustand der einzelnen Komponenten abhängen (*van Vliet, Walstra 2017*). Diese können die Qualität von Lebensmitteln stark beeinflussen: So sind beispielsweise Aussehen, Haptik, Schmelzverhalten und Mundgefühl wichtige Determinanten der Kaufentscheidung, etwa der Schaum auf dem Bier, das Prickeln bei Sprudel, Limonaden und Sekt, das homogene Erscheinungsbild trüber Fruchtsäfte und die gleichmäßige Verteilung von Öltröpfchen in einem Salatdressing.

Vereinfacht ausgedrückt ist eine **Dispersion** ein System diskreter Partikel in einer kontinuierlichen Flüssigkeit. Besteht die Dispersion aus zwei nicht mischbaren Flüssigkeiten, wird sie als **Emulsion** bezeichnet. Bei gasförmigen Partikeln handelt es sich um einen **Schaum**, bei festen Partikeln um eine **Suspension (Tab. 1)**.

Gerade im Zusammenhang mit Lebensmitteln besteht das grundlegende Problem disperser Systeme darin, dass sie physikalisch instabil sind und dazu tendieren, sich über einen mehr oder we-

**Tabelle 1: Klassifizierung disperser Systeme (Tschuschner 1996)**

Kontinuierliche Phase	Disperse Phase	Disperses System
Gas	Flüssigkeit	Nebel
Gas	Feststoff	Rauch
Flüssigkeit	Gas	Schaum
Flüssigkeit	Flüssigkeit	Emulsion
Flüssigkeit	Feststoff	Suspension
Feststoff	Gas	Fester Schaum
Feststoff	Flüssigkeit	Feste Emulsion
Feststoff	Feststoff	Feste Suspension

Gasgemische sind immer homogen und stellen daher keine dispersen Systeme dar.



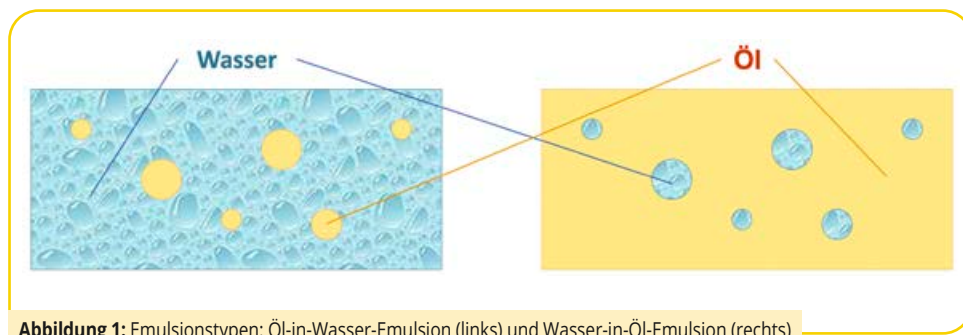


Abbildung 1: Emulsionstypen: Öl-in-Wasser-Emulsion (links) und Wasser-in-Öl-Emulsion (rechts)

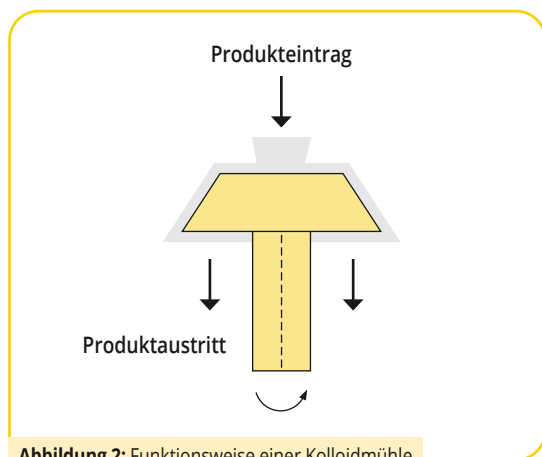


Abbildung 2: Funktionsweise einer Kolloidmühle

niger langen Zeitraum wieder in ihre Phasen zu trennen. Bei Sektschäumen geschieht das bekanntlich sehr rasch. Auch bei nicht stabilisierten Emulsionen, etwa bei einer einfachen Sauce Vinaigrette, wird sich das Öl relativ schnell wieder über der Essigphase absetzen (Roth 2008). Im Fall von Suspensionen kann es abhängig vom Dichteunterschied zwischen wässriger Phase und Feststoff sehr lange dauern, bis die Partikel den Boden erreicht haben.

## Herstellung und Eigenschaften disperser Systeme

Da die meisten Lebensmittel Mehrphasensysteme sind, ist die Kenntnis der Verfahren zur Herstellung und Stabilisierung disperser Systeme von großer Bedeutung für die Lebensmitteltechnologie sowie andere Industriezweige, wie zum Beispiel der Pharmazie und der Kosmetikbranche.

## Emulsionen

Eine Dispersion einer Flüssigkeit in einer anderen heißt Emulsion. Voraussetzung für die Entstehung einer Emulsion ist daher die Nichtmischbarkeit der beiden Flüssigkeiten.

● **Info.** Grundsätzlich lassen sich Öl-in-Wasser (O/W)- und Wasser-in-Öl (W/O)-Emulsionen unterscheiden. Im ersten Fall ist Wasser die kontinuierliche Phase, in der Öltröpfchen feinstverteilt sind, im zweiten ist Wasser die disperse Phase in einer sie umgebenden Öl-Phase (Abb. 1).

Die meisten Emulsionen im Lebensmittelbereich gehören zum Typ O/W, zum Beispiel Milch und Mayonnaise sowie Getränke, denen fettlösliche Vitamine zugesetzt wurden (ACE-Drinks). Vertreter von W/O-Emulsionen sind Butter und Margarine.

## Herstellung

Zur Herstellung von Emulsionen wird die innere Phase in der kontinuierlichen Phase mit Hilfe mechanischer Energie dispergiert. Im einfachsten Fall erfolgt das, dargestellt am Beispiel von O/W-Emulsionen, durch Einrühren der Fettphase in die Wasserphase.

Sogenannte Rotor-Stator-Systeme sind entweder die Kolloidmühle, bei der ein konischer Ringspalt zwischen Rotor (drehend) und Stator (feststehend) die Dispergierzone darstellt (Abb. 2), oder Zahnkranz-Dispergiermaschinen mit koaxial ineinandergreifenden Ringen und radialen Schlitzten. Eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung von Emulsionen sind Hochdruckhomogenisatoren, die aus einer Hochdruckpumpe und einer Homogenisierdüse bestehen, durch die die Tropfen gepresst und durch Scherkräfte sowie Kavitation (Bildung und Implosion von Gasbläschen als Folge von Druckschwankungen in Strömungen) in kleinere Tröpfchen zerteilt werden. In einer besonderen Ausführung, den Gegenstrahldiffusoren (auch Microfluidizer oder Strahldispersgator), treffen mindestens zwei der zuvor geteilten Strah-

len einer Rohemulsion aufeinander. Ferner können Emulsionen durch Ultraschallbehandlung sowie durch Membranverfahren hergestellt werden. Beim Membranverfahren wird die zu dispergierende Phase durch eine Membran gepresst; die aus den Poren der Membran heraustretenden Tröpfchen werden dann von der kontinuierlichen Phase abgelöst.

## Instabilität

Eine so erzeugte Emulsion ist ohne weitere Maßnahmen nicht stabil und wird sich wieder in die beiden Phasen trennen. Bei O/W-Emulsionen führt eine Reihe von Phänomenen zur Instabilität.

**Aufrahmung.** Zunächst tendieren O/W-Emulsionen zur Aufrahmung, das heißt die Öltröpfchen mit ihrer im Vergleich zu Wasser geringeren Dichte streben in Richtung Oberfläche der Wasserphase.

Die Geschwindigkeit des Aufrahmens beschreibt das **Stokes-Gesetz**:

$$v = \frac{d^2(\rho_d - \rho_c)g}{18\eta}$$

Dabei steht  $v$  für die Aufrahmggeschwindigkeit und  $d$  für den Durchmesser der Öltröpfchen. Der Klammerausdruck bezeichnet den Unterschied der Dichte der dispersen Phase und der Dichte der kontinuierlichen Phase  $\rho_c$ ;  $g$  stellt die Erdbeschleunigung dar ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ),  $\eta$  die Viskosität der kontinuierlichen Phase. Das Stokes-Gesetz ist eine wichtige Grundlage für die Ableitung technologischer Verfahren zur Stabilisierung von Emulsionen.

**Aggregation.** Durch Anziehungskräfte zwischen den einzelnen Tröpfchen kommt es zur Traubenbildung, wobei die Tröpfchen getrennt bleiben und nicht zusammenfließen. Die ursprüngliche Tröpfchengröße bleibt erhalten.

**Koaleszenz.** Das ist bei der Koaleszenz nicht der Fall. Hier kommt es nach Reißen des Films zwischen benachbarten Tröpfchen zum Zusammenfließen und damit zur Bildung größerer Tropfen.

**Ostwald-Reifung.** Hier wachsen die größeren Tropfen auf Kosten der kleineren. Mit der Vergrößerung des Tropfen-

durchmessers geht laut Stokes-Gesetz eine erhöhte Aufrahmggeschwindigkeit einher.

**Phaseninversion.** Schließlich kann eine Emulsion auch durch Phaseninversion instabil werden, bei der die innere Phase zur äußeren Phase wird und umgekehrt. Eine solche Umkehr der Phasen kann entweder durch Erhöhung der Temperatur erfolgen („Phaseninversionstemperatur“) oder durch Eintrag mechanischer Energie.

● **Beispiel.** Bei der Herstellung von Butter entsteht aus einer O/W-Emulsion (Rahm) während des Butterungsprozesses eine W/O-Emulsion. Ist das im Fall der Butterproduktion beabsichtigt, so ist die Phasenumkehr beim Schlagen von Sahne höchst unerwünscht. Ausgewählte Beispiele der Instabilität von Emulsionen zeigt **Abbildung 3**.

### Stabilisierung von Emulsionen

Aus dem Stokes-Gesetz ergeben sich aus rein mathematisch-physikalischen Gesichtspunkten verschiedene Möglichkeiten zur Stabilisierung von Emulsionen.

**Hydrokolloide.** Erstes Ziel ist in der Regel die Minimierung der Aufrahmggeschwindigkeit. Das kann einmal durch eine Reduzierung des Tröpfchendurchmessers  $d$  einer Rohemulsion erfolgen.

Auch die Erhöhung der Viskosität der kontinuierlichen Phase führt zu einer Verringerung der Geschwindigkeit.

In der Praxis erreicht man das durch Zugabe von Hydrokolloiden wie Pektin, Stärke, Johannisbrotkernmehl oder Gummi Arabicum. Die Zunahme der Viskosität erschwert das Aufrahmen und reduziert gleichzeitig die Mobilität der Öltröpfchen und damit die Wahrscheinlichkeit der Koaleszenz.

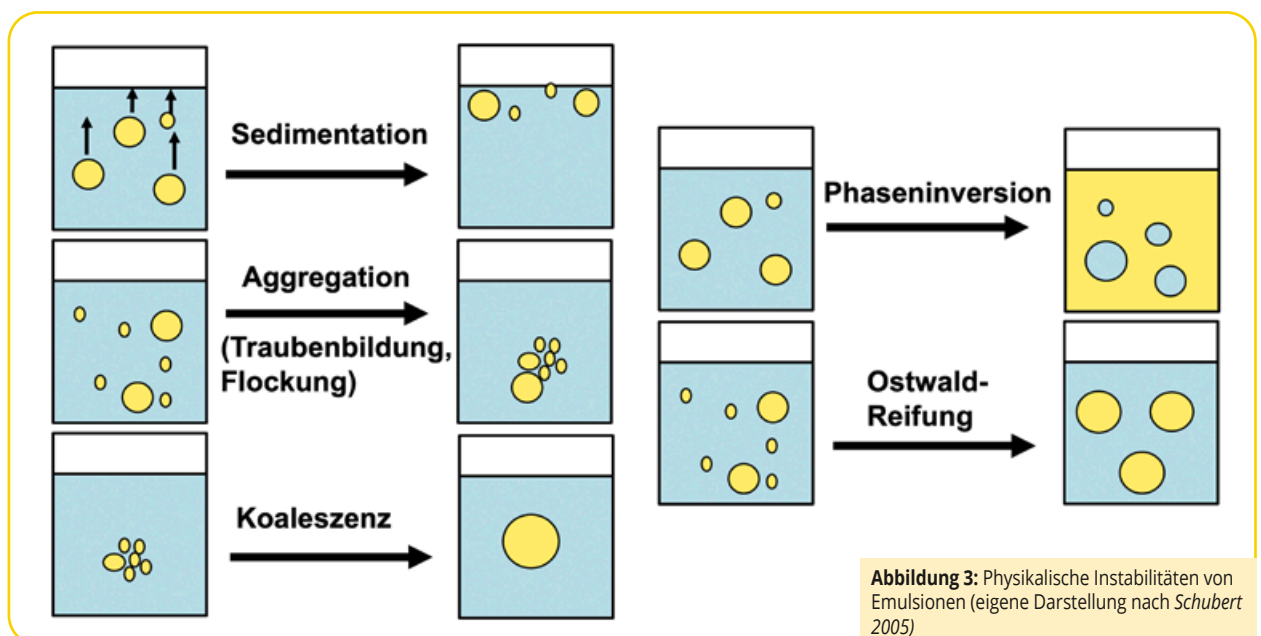
● **Beispiel.** Maßnahmen zur Stabilisierung von Emulsionen sind immer produktabhängig. So wird das Aufrahmen von Milchfett ausschließlich durch Homogenisierung verzögert, da eine Viskositätserhöhung durch Hydrokolloide in Trinkmilch weder gestattet ist noch sensorisch akzeptabel wäre. Im Unterschied dazu kann man beispielsweise bei Limonaden mit fettlöslichen Zutaten sowohl eine Verringerung der Tröpfchengröße als auch eine Erhöhung der Viskosität erreichen.

**Beschwerungsmittel.** Eine weitere aus dem Stokes-Gesetz resultierende Option ist die Modifizierung der Dichte der Öltröpfchen, da dann der Klammerausdruck  $(\rho_d - \rho_c)$  minimiert wird. Technologisch realisiert man das durch Zugabe von Beschwerungsmitteln, die selbst hydrophob sind und eine höhere Dichte als Wasser haben. Sie können sich in den Öltröpfchen lösen und damit deren

Dichte erhöhen. In den USA sind für diesen Zweck bromierte Fettsäuren zugelassen. In der EU sind Produkte, die solche Substanzen enthalten, wegen toxikologischer Bedenken nicht verkehrsfähig (*BfR 2014*). Als Zusatzstoff (E444) zugelassen ist dagegen Saccharose-Acetat-Isobutyrate, das einen gemischten Ester von Essigsäure und Isobuttersäure mit Saccharose darstellt (*Reynolds, Chapel 1998*).

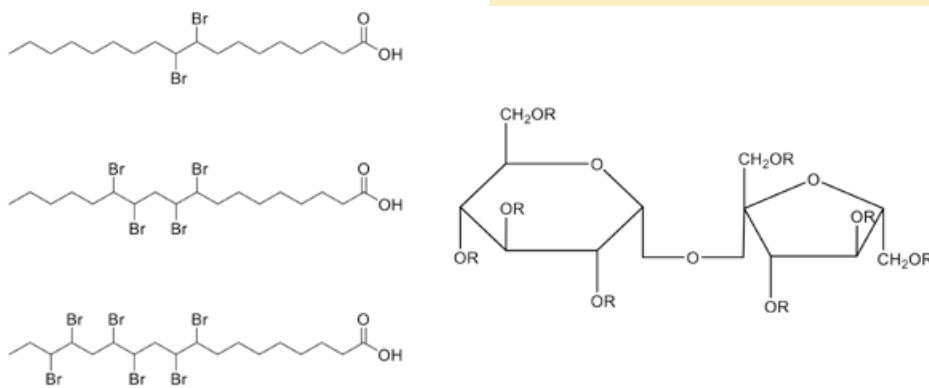
● **Beispiel.** E444 darf bis zu einer Höchstmenge von 300 Milligramm je Liter für nichtalkoholische, aromatisierte trübe Getränke und aromatisierte trübe Spirituosen mit einem Alkoholgehalt von unter 15 Prozent eingesetzt werden (**Abb. 4**).

**Emulgatoren.** Neben Hydrokolloiden stellen Emulgatoren die wichtigsten Emulgierhilfsstoffe dar. Emulgatoren sind amphiphile Moleküle, sie haben also einen seifenartigen Aufbau mit einem hydrophilen und einem lipophilen Anteil. Ihre technologische Funktion liegt zum einen in der Erniedrigung der Grenzflächenspannung zwischen disperser und kontinuierlicher Phase, die die Zerkleinerung der Tropfen beim Emulgieren erleichtert. Zum anderen lagern sich Emulgatormoleküle an der Grenzfläche an und verhindern durch elektrostatische oder sterische Effekte eine Koaleszenz. Die meisten Emulgatoren sind kleine organische Moleküle.



**Abbildung 3:** Physikalische Instabilitäten von Emulsionen (eigene Darstellung nach Schubert 2005)

**Abbildung 4:** Bromierte Fettsäuren (links) und Saccharoseacetatisobutyrat (rechts) als Beschwerungsmittel (R = Acetyl- bzw. Isobutyrylrest)



Die als Hydrokolloide eingesetzten Makromoleküle sind normalerweise nicht grenzflächenaktiv, obwohl bestimmte modifizierte Stärken und einige Proteine durchaus emulgierend wirken. In letzter Zeit werden verstärkt auch Pickering-Emulsionen untersucht. Ihre Besonderheit ist die Stabilisierung durch Feststoffe (Berton-Carabin, Schroën 2015). Der Emulgatortyp hat entscheidenden Einfluss auf die Art der Emulsion, die aus Öl und Wasser entsteht.

Die **Bancroft-Regel** besagt, dass diejenige Phase zur äußeren Phase wird, in der sich der Emulgator besser löst. Ein eher fettlöslicher Emulgator wird also W/O-Emulsionen stabilisieren, während ein hydrophiler Emulgator zur Bildung von O/W-Emulsionen führen wird.

Eine Klassifizierung dieser Eigenschaften bietet das HLB-System (hydrophilic-lipophilic balance), das für eine gegebene Verbindung die molare Masse des

hydrophilen Teils ins Verhältnis zur molaren Masse des Emulgators stellt und mit einem Skalierungsfaktor multipliziert. Niedrige HLB-Werte stehen daher für W/O-, hohe Werte für O/W-Emulgatoren.

**Lecithine.** Zu den wichtigsten Emulgatoren gehören die Lecithine (Phosphatidylcholine), die üblicherweise im Zuge der Raffination von Sojaölen gewonnen werden. Sie sind als Zusatzstoffe (E322) in Lebensmitteln zugelassen und werden zum Beispiel in Schokolade zur Verringerung der Viskosität und zur Emulgierung der Saccharose in der kontinuierlichen Phase aus Kakaobutter eingesetzt (Roth 2005).

Lecithine und weitere Phospholipide spielen auch bei der Verwendung von Eidotter in Lebensmitteln eine große Rolle, etwa bei der Herstellung von Mayonnaise.

● **Beispiel.** Mayonnaise ist eine O/W-Emulsion, die mindestens 70 Prozent Fett und mindestens fünf Prozent Eigelb enthält.

Demgegenüber weist Salatmayonnaise einen Fettgehalt von mindestens 50 Prozent auf, Verdickungsmittel dienen zur Erzielung einer festeren Konsistenz.

Remoulade enthält zusätzlich Kräuter oder/und würzende Pflanzenteile. Da Eidotter als eine der Zutaten bei der Mayonnaise-Herstellung bereits eine O/W-Emulsion darstellt, ist darauf zu achten, dass durch das anschließende Dispergieren des Pflanzenöls dieser Emulsionstyp erhalten bleibt (Roth 2008).

Margarine ist im Unterschied zu Mayonnaisen eine W/O-Emulsion aus 80 Prozent Fett. Ihre Herstellung erfolgt aus Fettgemischen und Wasser unter Zusatz von Emulgatoren (Mono- und Diglyceriden sowie Lecithin), Aromastoffen, fettlöslichen Vitaminen, Carotin als Farbstoff, Kochsalz und Zitronensäure, die in Trinkwasser oder gesäuerter Milch emulgiert werden.

## Suspensionen

Werden Feststoffteilchen in Flüssigkeiten dispergiert, spricht man von Suspensionen.

● **Beispiel.** Zuckerkrystalle in einer Schokoladenmasse, Zellbestandteile in einem trüben Fruchtsaft oder Hefezellen in einem Weizenbier zählen dazu.

Suspensionen können hergestellt werden durch

- Trockenvermahlung und anschließendes Einbringen in die kontinuierliche Phase oder
- Nassvermahlung von Feststoffen in einem Lösungsmittel.

Außerdem entstehen Suspensionen durch Kristallisation aus einer Schmelze oder einer Lösung (Tscheuschner 1996), zum Beispiel bei der Raffination von Saccharose.

Wie Emulsionen sind auch Suspensionen instabile Systeme, da die Partikel zu größeren Aggregaten zusammentreten und sedimentieren können. Die Geschwindigkeit des Absetzens hängt gemäß dem Stokes-Gesetz unter anderem von der Dichtedifferenz zwischen der dispersen und der kontinuierlichen Phase ab.

● **Beispiel.** Insbesondere bei trüben Fruchtsäften und abgeleiteten Getränken beobachtet man nach längerem Stehenlassen einen deutlichen Bodensatz, während die überstehende Flüssigkeit mehr oder weniger klar wird (Abb. 5).

Technologisch lässt sich die Phasentrennung durch Reduzierung der Partikelgröße und durch Erhöhung der Viskosi-



**Abbildung 5:** Bodensatzbildung mit Ausklaren des Überstands (links) in einem fruchtsafthaltigen Getränk im Vergleich zum frisch aufgeschüttelten Produkt (rechts)



tät der Getränke verlangsamen. Die Zugabe von Stabilisatoren, zum Beispiel Pektin, erhöht die Viskosität.

## Schäume

Schäume entstehen durch Dispersion von Gas in flüssigen Dispersionen. Eine Verfestigung der flüssigen Phase führt zu festen Schäumen, etwa bei Baiser. In Abhängigkeit ihres Gasvolumenanteils lassen sich Schäume einteilen in

- Blasendispersionen (Anteil kleiner 0,52),
- Kugelschäume (Anteil 0,52–0,74) und
- Polyederschäume (Anteil mindestens 0,74).

Werden keine Maßnahmen zur Stabilisierung ergriffen, sind Schäume in Flüssigkeiten nur kurzzeitig vorhanden, da der große Dichteunterschied zu einem raschen Aufsteigen („Aufrahmen“) der Gase führt (Schuchmann, Schuchmann 2005).

Die Herstellung von Schäumen erfolgt durch Gaseintrag unter hohem Druck in eine Flüssigkeit.

● **Beispiel.** Bei der Produktion von karbonisierten Limonaden liegt das Kohlendioxid in übersättigter Form vor und wird nach Entspannung, das heißt beim Öffnen des Gefäßes, freigesetzt.

In alkoholischen Getränken wie Bier entsteht das Kohlendioxid im Zug des Gärungsprozesses durch die Hefetätigkeit.

Bei Brausetabletten und ähnlichen Produkten entsteht das Kohlendioxid aus Natron (Natriumhydrogencarbonat) und einer Säure, meist Weinsäure oder Zitronensäure, wenn die Feststoffe in einer Flüssigkeit oder im Mund durch den Speichel gelöst werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung von Schäumen besteht im Eintrag mechanischer Energie, wie etwa beim Schlagen von Eiklar, wodurch Eischnee entsteht.

Die Instabilität von Schäumen ist oft auf Drainage zurückzuführen, einem Verlust an Flüssigkeit, die infolge der Schwerkraft nach unten sinkt.



Schäume sind schwer zu stabilisieren. Das gelingt in der Regel nur mit Hilfe von Zusatzstoffen.

● **Beispiel.** Bei einem nassen Schaum wie Bierschaum liegen die Bläschen zunächst in Kugelform vor. Während des Stehenlassens kommt es jedoch zur Drainage und es entsteht trockener Schaum, dessen Gasvolumen über 74 Prozent beträgt und bei dem die Flüssigkeitsfilme Polyeder bilden (Schulze-Schlarmann, Stubenrauch 2007).

Bei der Ostwald-Reifung verschwinden kleinere Bläschen zugunsten größerer, da der Druck in den kleinen Bläschen höher ist.

Zudem kommt es zur Koaleszenz von Bläschen, wenn der Film zwischen ihnen nicht stabil ist.

Schäume sind hinsichtlich ihrer Stabilität sehr viel schwieriger zu kontrollieren als Emulsionen oder Suspensionen, was in der Regel den Einsatz von Zusatzstoffen erforderlich macht.

## Fazit

Die meisten Lebensmittel stellen disperse oder sogar komplexdisperse Systeme dar. Ihre physikalische Instabilität, die sich zum Beispiel im Aufrahmen bei fetthaltigen Produkten oder Bodensatzbildung bei Getränken und anderen Flüssigkeiten äußert, stellt für die Lebensmitteltechnologie einerseits eine Herausforderung dar, die geeignete verfahrenstechnische Strategien erfordert. Andererseits können durch technologi-

sche Maßnahmen gezielt Lebensmittel mit ihren charakteristischen Eigenschaften hergestellt werden, sei es Eischnee oder Sauce Hollandaise. Während bei der häuslichen Zubereitung in der Regel geeignete Zutaten zur Verfügung stehen wie zum Beispiel Eiklar oder Eidotter, erfordert die industrielle Herstellung entsprechender Produkte gegebenenfalls auch den Einsatz von Zusatzstoffen, vor allem von Emulgatoren oder Dickungsmitteln, die die dispersen Systeme stabilisieren. ●

>> Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnis“ als kostenfreie pdf-Datei. <<



### DER AUTOR

Prof. Dr. Andreas Schieber studierte Lebensmittelchemie an der Universität Stuttgart. Nach Promotion und Habilitation an der Universität Hohenheim war er von 2008 bis 2011 Canada Research Chair an der University of Alberta. Seit 2011 leitet er die Professur für Molekulare Lebensmitteltechnologie an der Universität Bonn.

**Prof. Dr. rer. nat. habil. Andreas Schieber**  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn  
Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften  
Friedrich-Hirzebruch-Allee 7, 53115 Bonn  
schieber@uni-bonn.de



# #easyfoodbw: Zielgruppengerechte, außerschulische Ernährungsbildungsangebote für junge Erwachsene

MAREN ANN-KATHRIN JAKOB • LENA STROM • DR. BEATE SCHEUBREIN • DR. SILKE BARTSCH

**Das Projekt #easyfoodbw zeigt, wie sich zielgruppengerechte, außerschulische Ernährungsbildungsangebote für junge Erwachsene in Ausbildung mit der Personamethode gestalten lassen. Diese stellt Menschen mit ihren Voraussetzungen und Interessen im Sinne des Food-Literacy-Ansatzes in den Mittelpunkt.**

Bereits die Nationale Verzehrstudie II (MRI 2008) verdeutlicht, dass Ernährungswissen und „Kochfertigkeiten“ ungleich in der Bevölkerung verteilt sind. Parallel verändert sich der Essalltag und die Anforderungen an den Einzelnen steigen, ohne dass die Grundbildung „Ernährung“ über die Institutionen gesichert wäre (Bartsch et al. 2013; Bartsch, Methfessel 2016). Das betrifft vor allem junge Erwachsene (Kolpatzik, Zaunbrecher 2020).

Um dieser Entwicklung zu begegnen, beauftragte das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) 2019 das Landeszentrum für Ernährung (Landeszentrum) damit, ein Programm für junge Erwachsene in Ausbildung zu entwickeln. In Zusammenarbeit mit Landwirtschaftsämtern in Baden-Württemberg sowie wissenschaftlicher Be-

gleitung durch die Duale Hochschule Baden-Württemberg, Heilbronn (DHBW) und fachdidaktische Beratung durch die TU Berlin entstand das Konzept für #easyfoodbw.

Das Pilotprojekt zeigt einen möglichen Weg, junge Erwachsene auf ihrem Weg

zu einem selbstbestimmten, verantwortungs- und genussvollen Essalltag zielgruppengerecht zu unterstützen.

## Food Literacy junger Erwachsener

Junge Erwachsene befinden sich in der Umbruchphase der »Verselbstständigung«, meist begleitet von Berufsausbildung oder Studium. Alle haben am Ende ihrer Jugendzeit zahlreiche alters-typische Entwicklungsaufgaben zu be-

### Food Literacy

(Bartsch et al. 2013; Heseke et al. 2005; Vidgen, Gallegos 2014)

Der Begriff „Food Literacy“ beschreibt eine Schlüsselkompetenz, die zu einem selbstbestimmten, verantwortungs- und genussvollen Essalltag befähigt. Selbstbestimmung und Verantwortung im Essalltag verlangen danach, Fragen zur eigenen Gesundheit, zu Nachhaltigkeit und Budget, zu Zusammenhängen in der globalen Lebensmittelproduktion sowie zum Wert von Lebensmitteln zu reflektieren. Lernanlässe bieten dabei alltägliche, essenbezogene Handlungen, etwa die Planung von Mahlzeiten, Einkauf, Zubereitung, Nachbereitung oder die Mahlzeit selbst.

„Food Literacy“ ist Grundbildung, der Begriff taucht aber meist im Kontext der Erwachsenenbildung auf. Da sich „Food Literacy“ nicht ausschließlich auf die Vermittlung einer gesundheitsfördernden Ernährung konzentriert, bietet sie eine Vielzahl an Zugangsmöglichkeiten – auch für Menschen, die sich sonst nicht für Ernährung interessieren.

wältigen. Deshalb ist aus entwicklungspsychologischer Sicht von der „Rush-hour“ die Rede (Freund, Nikitin 2018). Die Aufgaben ergeben sich unter anderem aus der Ablösung vom Elternhaus, die aufgrund von Qualifikationsprozessen oft mit räumlicher Distanz zu den Eltern verbunden ist. Gemäß der Shell-Jugendstudie 2019 leben von den 18- bis 21-Jährigen noch zwei Drittel bei den Eltern oder einem Elternteil, bei den 22- bis 25-Jährigen ist es nur noch ein Drittel (Albert et al. 2019). Spätestens mit dem Auszug müssen junge Erwachsene Verantwortung für sich selbst, ihr Budget, ihren Tagesablauf und ihre Ernährungsversorgung übernehmen. Wie das gelingt, hängt auch von ihrer Ernährungskompetenz ab. Die repräsentative AOK-Studie (Kolpatzik, Zaunbrecher 2020) untersuchte die Ernährungskompetenz der Bundesbürger mittels Fragebogen und Wissenstest. Der Begriff „Food Literacy“ wird in der AOK-Studie mit Vidgen und Gallegos (2014) sehr eng gefasst und ist sehr pragmatisch auf Zubereitungs Kompetenzen ausgerichtet (Kolpatzik, Zaunbrecher 2020). Die Ernährungskompetenz von 63 Prozent der 18- bis 24-Jährigen gilt in der AOK-Studie (2020) als „problematisch“ oder „inadäquat“. Insgesamt schneiden junge Frauen besser ab als junge Männer, was nicht überrascht. So leisten nach wie vor überwiegend Frauen die Essensversorgung der Haushaltsmitglieder, was dazu führt, dass auch Zubereitungs Kompetenzen – als Teil der Food Literacy – geschlechterspezifisch unterschiedlich stark von den Eltern gefördert werden (Bartsch 2008b). Es ist in erster Linie die Mutter, die ihren Kindern das „Kochen“ beibringt (Rößler-Hartmann 2007; Brombach et al. 2014). 59 Prozent der Frauen und 42 Prozent der Männer ist es jedoch laut BMEL-Ernährungsreport (2021) wichtig, dass das Essen einfach und schnell zuzubereiten ist. Das begünstigt den Trend zu Convenience-Produkten und zur Inanspruchnahme von Lieferdiensten. 52 Prozent der Haushalte kochen täglich, 30 Prozent mehrmals wöchentlich (BMEL 2021). Zudem nimmt mit steigendem Alter der jungen Leute die Anzahl der gemeinschaftlich eingenommenen Familienmahlzeiten ab (Bartsch 2008a; Mensink et al. 2020). Diese Entwicklungen reduzieren die Anzahl potenzieller

### Leitmotive des Pilotprojekts #easyfoodbw

- #easyfoodbw ist ein Angebot, das fernab von Zwang, Verpflichtung oder Dogmen lebensweltorientierte Impulse im Sinne einer gesundheitsfördernden und nachhaltigkeitsorientierten Ernährung bei jungen Erwachsenen setzt. Die Angebote sollen attraktiv sein, spielerisch gemeinsam erarbeitet werden und zur Reflektion einladen.
- Die Teilnehmenden stehen mit ihrer Expertise im Mittelpunkt der Veranstaltungen. Diese sind inhaltlich so konzipiert, dass genügend Freiraum bleibt, um auf die Teilnehmenden gegebenenfalls auch individuell einzugehen.
- Durch offene Meinungsumfragen erfahren die Dozierenden mehr über Gewohnheiten und Gedanken der jungen Menschen. Die Lehrenden nehmen sich mit ihrer eigenen Meinung zurück und hören zu. Alle Äußerungen und Meinungen werden ernst genommen, keine Ernährungskultur oder -weise hervor gehoben. Auch gibt es keine öffentliche Korrektur oder Berichtigung der geäußerten Meinungen; vielmehr sollen Rückfragen Anreize zum Reflektieren setzen.
- Die Impulse sind so ausgewählt, dass sie für die jungen Erwachsenen individuell bedeutsam und im Alltag anschlussfähig sind. Die Lernenden können selbstbestimmt aus den Angeboten auswählen.
- Bei allen Events wird über die Zubereitungspraxis handlungsorientiert das notwendige Wissen für den exemplarisch gewählten Fokus erworben.

Lernanlässe für Kinder und Jugendliche im privaten Raum. Deshalb ist die wenig ausgeprägte Food Literacy junger Erwachsener auch ein Ergebnis des sich wandelnden Essalltags in Familien (Bartsch 2008a; Rößler-Hartmann 2007). Dieses Defizit können Schulen – aufgrund der institutionell unzureichend verankerten Ernährungs- und Verbraucherbildung – kaum auffangen (Bartsch et al. 2013; Hesecker et al. 2018; Lührmann 2019). Ernährungskompetenz bleibt individuell motivierten Anstrengungen überlassen. So ist es naheliegend, dass mit steigendem Handlungsbedarf der Druck auf die öffentlichen Institutionen zunimmt. Für sie stellt sich vor allem die Frage, wie junge Erwachsene über die Schule hinaus überhaupt (noch) mit Ernährungsbildungsthemen erreichbar sind.

### Pilotprojekt #easyfoodbw

Das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg reagierte und beauftragte 2019 das Landeszentrum, ein „Konzept zur Vermittlung einer nachhaltigen, genussvollen und gesundheitsfördernden Ernährung für junge Erwachsene in Ausbildung“ zu entwickeln. Das im selben Jahr gegründete Landeszentrum für Ernährung hat die Aufgabe, in den Bereichen Ernährungsinformation, Ernährungsbildung und Gemeinschaftsverpflegung Orientierung für eine bedarfsgerechte Ernährung zu geben. So entstand mit wissenschaftlich-methodischer Unterstützung durch Vertre-

terinnen des Studiengangs BWL-Food Management der DHBW Heilbronn das Projekt #easyfoodbw zur alltagsnahen Förderung der Ernährungskompetenz junger Erwachsener.

Das Projekt befindet sich seit Frühjahr 2019 in der Pilotphase, aufgrund der Pandemie dauert diese Phase an.

### Konzept

Das Pilotprojekt umfasst drei „Koch-events“ und einen Instagram-Kanal (@ernaehrung\_bw). Der Social-Media-Kanal wird vom Landeszentrum betreut. Er soll jungen Erwachsenen auch losgelöst von den Präsenzveranstaltungen Zugang zu wissenschaftlich gesicherten und zielgruppengerecht aufbereiteten Ernährungsinformationen bieten. Die drei Kochevents nehmen unterschiedliche Ernährungsthemen in den Fokus:

- **#coffeebreak:** Powerful breakfast – was braucht es wirklich?  
Fokus: Frühstück und Zwischenmahlzeiten, Leistungsfähigkeit im Alltag
- **#lunchbreak:** High protein, organic, glutenfree – Tops & Flops bei Ernährungstrends.  
Fokus: Mittagessen, Ernährungs- und Foodtrends
- **#dinnerwithfriends:** Sustainable food – wie geht das?  
Fokus: Abendessen, nachhaltige Ernährung

Die drei Fokusthemen leiten sich aus dem dazu durchgeführten Personal-Workshop ab.





Die Arbeitswelt und der Zugang über die kooperierenden Unternehmen erleichtern den Kontaktaufbau mit den jungen Menschen.

● **Info.** Der Persona-Ansatz bezieht über die in Zielgruppenanalysen klassischerweise berücksichtigten soziodemografischen Kriterien hinaus auch Vorwissen, Interessen und Herausforderungen ein. Personas tragen damit der Vielfalt innerhalb einer zunächst ausschließlich soziodemografisch definierten Zielgruppe Rechnung (Kirchem, Waack 2021).

Im Ergebnis kristallisierten sich für die Zielgruppe „junge Erwachsene“ drei fiktive Personaprofile heraus (**Übersicht 1**). Sie standen stereotyp und damit stellvertretend für die gesamte Zielgruppe im Entwicklungsprozess der Veranstaltungen Modell.

Alle drei Eventkonzepte sind so modelliert, dass sie die gesamte Zielgruppe adressieren. Dafür stellen sie die Teilnehmenden mit ihren Fragen, Erlebnissen und Interessen in den Mittelpunkt. Auch Meinungsumfragen und die gemeinsame Zubereitungspraxis bieten vielfältige Gesprächsanlässe. Die Konzepte sehen dafür inhaltlich und zeitlich ausreichend Raum vor.

### Zielgruppenansprache

Im Rahmen der #easyfoodbw-Konzeption stellte sich die Frage nach einer geeigneten Form der Zielgruppenansprache. Die Persona liefern Anhaltspunkte

(Kirchem, Waack 2021). So zeigte sich im Workshop, dass die Veranstaltungen im Idealfall in Gemeinschaft Gleichaltriger und an einem vertrauten Ort stattfinden sollten. Daher wurden zwei Veranstaltungen so konzipiert, dass sie direkt in einem Ausbildungsbetrieb oder einer Berufsschule durchgeführt werden können. Dort erfolgte auch ganz unkompliziert der Erstkontakt. Das dritte Veranstaltungskonzept trägt den Herausforderungen der Pandemie Rechnung und findet als Online-Live-Kochevent statt.

### Durchführung

In der Pilotphase 2019 nahmen insgesamt 62 Personen, verteilt auf drei Termine, an der Präsenzveranstaltung #coffeebreak teil. Alle drei Veranstaltungen fanden in Unternehmen des produzierenden Gewerbes in Baden-Württemberg statt. Aufgrund der hier zu erlernenden Berufe waren 66 Prozent der Auszubildenden junge Männer. Die Unternehmen wurden jeweils vom örtlichen Landwirtschaftsamt an-

gesprochen und über das kostenfreie Angebot informiert. Die Auswahl der Teilnehmenden erfolgte – innerhalb der vorgegebenen Zielgruppe – durch die Betriebe selbst, diese stellten auch den Veranstaltungsraum bereit und beteiligten sich teilweise an den Warenaufwendungen. Ernährungsfachkräfte der Landwirtschaftsämter führten die Veranstaltungen durch. Der Ablauf folgte dem #easyfoodbw-Konzept. Die Zubereitungspraxis wurde mit gemeinsam erarbeiteten Wissensbausteinen verknüpft. Die Interaktivität lässt sich durch Methoden wie die „Positionslinie“ oder die „Vier-Ecken-Methode“ fördern (Scholz 2020). Im Anschluss an die Zubereitung wurden die selbst zubereiteten Pausensnacks gemeinsam verzehrt. Insgesamt stand ausreichend Zeit zur Verfügung, um anlassbezogen ins Gespräch zu kommen und Rückfragen an die Dozierenden zu stellen.

### Evaluation der Pilotveranstaltungen

Alle Veranstaltungen wurden von der DHBW evaluiert, um das Projekt iterativ und partizipativ mit dem Landeszentrum weiterzuentwickeln. Die Evaluation erfolgte überwiegend qualitativ durch leitfadengestützte Kleingruppeninterviews im Anschluss an die Veranstaltungen. Quantitative Einblicke gewährten mit einem Fragebogen bedruckte Tischsets, die an den Essplätzen auslagen und freiwillig ausgefüllt werden konnten. Die Rücklaufquote betrug rund 89 Prozent. Die Ergebnisse sind nicht repräsentativ.

### Ergebnisse

89 Prozent der Teilnehmenden beurteilten die Pilotveranstaltung gut oder sehr gut. Im Fragebogen wurden vor allem der Workshop-Charakter, der Spaß am gemeinsamen Lernen und der Geschmack der selbst zubereiteten Snacks positiv hervorgehoben. In einem der In-

#### Übersicht 1: Auszug aus den Personaprofilen (Landeszentrum für Ernährung)

<b>Persona 1</b>	Mäßiges Vorwissen und Interesse an Ernährungsthemen, funktionales Verständnis von Essen, Geschmack steht im Vordergrund
<b>Persona 2</b>	Mittleres Vorwissen und Interesse an Ernährungsthemen, trendgetrieben, Essen als Mittel zur Steigerung der Leistungsfähigkeit
<b>Persona 3</b>	Ausgeprägtes Vorwissen und Interesse an Ernährungsthemen, reflektiert kritisch, nachhaltigkeits- und genussorientiert

Interviews sprachen die Teilnehmenden von einer gelungenen Kombination aus „theoretischem Warm-up und Selbermachen“. Immer wieder wurde auch der Wunsch nach mehr Input zu Ernährungsfragen laut, was auf das Interesse der Teilnehmenden hinwies. Von den elf Prozent, die der Veranstaltung die Note „befriedigend“ gegeben hatten, begründete knapp die Hälfte ihre Bewertung mit einer nicht ausreichenden „Vermittlung theoretischer Inhalte“. Die Teilnehmenden beschäftigte dabei vor allem die Frage nach dem Gesundheitswert der eigenen Ernährungsweise. „Wenn ich das oder jenes esse, dann habe ich die oder die Nährstoffe aufgenommen“, wollte eine Teilnehmerin wissen; ein Teilnehmer sagte: „Ich wünsche mir mehr Informationen und Richtlinien, zum Beispiel zu Mengen.“ In den Interviews zeigte sich, dass nur ein Bruchteil der Befragten für sich selbst in Anspruch nimmt, im Alltag „gesund“ zu essen.

Als Erfolg ist anzuerkennen, dass es offensichtlich gelungen ist, die Neugier der Teilnehmenden an der Thematik zu wecken wobei sich die Teilnehmer nicht weniger interessiert zeigten als die Teilnehmerinnen. Die Themenvielfalt der im Rahmen der Evaluation dokumentierten Dialoge unterstreicht dabei die Bedeutung des Persona-Ansatzes, etwa bei den antizipierten Interessen. Dadurch konnten Erkenntnisse in die Projektkonzeption einfließen, die über die klassischen, eine Zielgruppe beschreibenden, soziodemografischen Faktoren hinausgingen.

Als Hinderungsgrund für eine von den Teilnehmenden gewünschte „gesunde“ Ernährung im Alltag nannten die jungen Erwachsenen die eigene Bequemlichkeit und mangelnde Zeit, zum Beispiel „zum Gemüse schnippeln“, gefolgt von fehlender Küchenausstattung und zu geringem Budget. So greifen sie in den Arbeitspausen dann doch zu Fleischkäse-Brötchen oder „süßen Teilchen“, die in den Kantinen und Kiosken der Unternehmen bequem und für wenig Geld erhältlich sind.

Eine so ausgestaltete Ernährungsumgebung ist ungünstig, sie kann den Erfolg des Projektes durchaus unterlaufen. Um den Bildungserfolg abzusichern, sollte daher die Kontexteinbettung mitgedacht werden. Es bedarf entsprechender förderlicher Verhältnisse, um

nachhaltiges ernährungsbezogenes Lernen zu ermöglichen.

Im Fall von #easyfoodbw sind perspektivisch Anknüpfungspunkte zur betrieblichen Gemeinschaftsverpflegung in Betracht zu ziehen (Winkler et al. 2020).

Die Mehrheit (85 %) der Teilnehmenden würde wieder an einer vergleichbaren Veranstaltung teilnehmen. Allerdings wurde in den Interviews deutlich, dass diese Aussage nur dann zutrifft, wenn die Veranstaltung erneut im Betrieb stattfinden würde. Sofern sie außerhalb der Arbeitszeit oder an einem anderen Ort (z. B. in der Lehrküche eines Landwirtschaftsamtes) stattfinden würde, würde die Zustimmung zurückgehen. Herausforderungen für die jungen Erwachsenen sind „Zeit, Geld und Entfernung – 15 Kilometer wären schon zu weit“, sagte eine Teilnehmerin.

● **Info.** Die Arbeitswelt und der Zugang über die kooperierenden Unternehmen sind offensichtlich der Türöffner zu dieser – themenbedingt – als schwer erreichbar geltenden Zielgruppe.

Institutionen wie das Landeszentrum sind dabei abhängig von der Kooperationsbereitschaft der Betriebe. Die am Pilotprojekt beteiligten Unternehmen zeigten sich offen, kooperativ und begeistert.

## Fazit

#easyfoodbw ist ein vielversprechendes Konzept zur Verbesserung der Food Literacy junger Erwachsener in Ausbildung. Der Erfolg des Projekts wurde vor allem durch seine Ansiedlung im Ausbildungsunternehmen ermöglicht: Der Teilnahmeaufwand war minimal und die kritische Phase des Erstkontaktes überbrückt.

Die Evaluation der Pilotveranstaltungen deutet darauf hin, dass vielen jungen Menschen durchaus bewusst ist, dass sie (zu) wenig über eine bedarfsgerechte Ernährung wissen und (zu) wenig Zubereitungs Kompetenzen haben, um unabhängig handeln zu können. Nichtsdestotrotz waren kaum Teilnehmende bereit, persönliche Ressourcen zu investieren, um etwa privat einen Kochkurs zu besuchen. Diese Ambivalenz könnte eine

Frage der Priorisierung sein: Aufgrund der alterstypisch zahlreichen Veränderungen und Herausforderungen im Leben der jungen Erwachsenen scheinen Ernährungsfragen eher in den Hintergrund zu rücken. Der Anstoß, sich mit dem Essalltag zu beschäftigen, muss daher – wie im Falle von #easyfoodbw – durch aufsuchende Bildungsarbeit und ein zielgruppengerechtes Angebot geschehen.

● **Info.** Zielgruppengerechte Ernährungsbildung im Sinne des Food-Literacy-Ansatzes stellt den Teilnehmenden in den Mittelpunkt und ist dabei wenig normativ. Sie geht von Alltagsfragen der Teilnehmenden aus, die durch die fachliche Expertise der Dozierenden geklärt werden; auch eventuelle Widersprüche lassen sich so praxisnah thematisieren.

Diese Art der Ernährungsbildung geht – je nach Gruppengröße – mit hohen Anforderungen an die Dozierenden einher, wobei diese – anders als Lehrkräfte – in der Regel nicht pädagogisch ausgebildet sind. Nicht zuletzt deshalb soll, trotz der ersten Projekterfolge von #easyfoodbw, nochmals auf die wünschenswerte Verankerung der Ernährungs- und Verbraucherbildung in der schulischen Allgemeinbildung, die alle erreicht und die Basis für das lebenslange Lernen liefert, hingewiesen werden (Bartsch et al. 2013; Hesecker et al. 2005). ●

## Weitere Informationen:

- [www.landeszentrum-bw.de](http://www.landeszentrum-bw.de)
- Instagram: @ernaehrung\_bw

>> Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnis“ als kostenfreie pdf-Datei. <<



### FÜR DAS AUTORENTEAM

Maren Ann-Kathrin Jakob ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg am Standort Heilbronn. Hier beschäftigt sie sich in Lehre und Forschung mit der Foodbranche. Sie promovierte an der TU Berlin zum Lebensmittel-Wegwerfverhalten bei jungen Erwachsenen.

#### Maren Ann-Kathrin Jakob

Duale Hochschule Baden-Württemberg, Heilbronn  
Studiengang BWL-Food Management  
Bildungscampus 4, 74076 Heilbronn  
maren.jakob@heilbronn.dhbw.de





Foto: © Alexander Raiths/stock.adobe.com

# Einfach ein gutes Immunsystem!

RUTH RÖSCH

**Im dritten Corona-Winter steht eine gute Immunabwehr wieder besonders hoch im Kurs. Das nutzt die Werbung aus und überschwemmt Ratsuchende mit Angeboten und wohlklingenden Versprechungen.**

Tatsächlich mögen manche Personen nach ärztlicher Verordnung Präparate benötigen, um die Versorgung mit bestimmten Nährstoffen zu verbessern. Für viele reicht es aber durchaus, sich ausgewogen zu ernähren, regelmäßig genug zu bewegen und für Entspannung und ausreichend Schlaf zu sorgen, um das Immunsystem zu unterstützen.

## Die „Gunst der Stunde“ nutzen

Hier bietet sich ein guter Anlass, in der Beratung die Bedeutung eines gesunden Lebensstils – und vor allem die Vorzüge einer pflanzenbetonten Kost mit reichlich Gemüse, Früchten, Kräutern und Gewürzen mit ihren immunstärkenden Inhaltsstoffen – hervorzuheben! Dabei muss es nicht unbedingt exotisch zugehen. Auch die heimische Küche bietet vieles, was als „Immun-Booster“ wirken kann.

## Tipps und Tricks: Die Vielfalt macht's

Täglich fünf Portionen frisches Gemüse und Obst, hochwertige Pflanzenöle, Vollkornge-

treide, Nüsse, Samen, Kräuter und Gewürze – für das Immunsystem ist alles hilfreich. Zugleich lässt sich mit diesen Zutaten gut experimentieren und genießen. Geben Sie je nach Vorliebe der Klientin oder des Klienten konkrete Anregungen, zum Beispiel:

## Frühstück: Porridge oder Getreidebrei

Etwa ein wenig gesüßter Getreidebrei aus Hafer, Gersten-, Roggen- oder Quinoaflocken mit Walnussstücken und einer Handvoll Beeren. Diese liefern besonders viele sekundäre Pflanzenstoffe, die gesundheitsfördernd und antimikrobiell wirken. Der sekundäre Pflanzenstoff Anthocyan verleiht den Früchten ihre intensive rote Farbe, wirkt entzündungshemmend und stärkt das Immunsystem.

## Beruhigend: Vieles schafft der Körper ganz allein

Einige Ratsuchende fühlen sich gestresst, weil sie glauben, wir müssten unserem Immunsystem täglich auf die Sprünge helfen. Entspannend kann diese Information wirken:

Unser Körper erledigt durch ein ausgeklügeltes System – bestehend unter anderem aus angeborenem und erworbenem Immunsystem – sehr vieles „von selbst“, um Krankheitserreger abzuwehren oder den Verlauf von Erkrankungen abzumildern. Schließlich ist unser Immunsystem Tag und Nacht im Einsatz. Geschätzt werden täglich Milliarden Abwehrzellen nachproduziert (*Kompetenznetz Leukämie 2015*) – eine gigantische Leistung! Mit einer vielfältigen Ernährung und einem ausgeglichenen Lebensstil tragen wir ganz selbstverständlich dazu bei, dass das Abwehrsystem reibungslos funktionieren kann. Natürlich benötigt das Immunsystem viele unterschiedliche Nährstoffe, um optimal arbeiten zu können. Vitamin- oder Mineralstoffpräparate können diese Vielfalt allerdings nicht abbilden, weil Lebensmittel noch viele weitere gesundheitsfördernde Stoffe liefern. Einen einzelnen Wirkstoff, der das Immunsystem insgesamt stärkt, gibt es nicht!

● **Tipp.** Je dunkler die Beeren, desto mehr Anthocyane sind enthalten.

Tiefgefrorene Beeren zuvor auf rund 90 Grad erhitzen. Vielen Ratsuchenden ist nicht bewusst, dass Tiefkühlfrüchte mit Krankheitserregern belastet sein können. Zum Beispiel überleben Noroviren bei minus 20 bis plus 60 Grad Celsius. In den vergangenen Jahren waren importierte Tiefkühlfrüchte besonders belastet.



● **Tipp.** Im nächsten Sommer heimische Beeren selber pflücken oder kaufen und einfrieren.

### Mittagessen: Deftige Suppen oder Eintöpfe

Gerade im Winter darf es „kräftig“ zugehen. Zu einer abwechslungsreichen Ernährung für ein starkes Immunsystem gehören grüne Blattgemüse, Hülsenfrüchte wie Bohnen und Linsen, aber auch Kohlgemüse – je nach Verträglichkeit auch gerne mit Zwiebeln und Knoblauch. Wie wäre es mit einem Kidneybohnen-Eintopf mit oder ohne Biofleisch, Paprika (liefert viel Vitamin C) und Zwiebeln? Oder einer kräftigen Lauch-Curry-Suppe?

### Spickzettel: Viel Eisen und Zink für's Immunsystem

Eisen (Fe) und Zink (Zn) spielen eine wichtige Rolle in unserem Immunsystem.

Gute Lieferanten sind neben Fleisch und Fleischwaren:

- Amaranth
- Bulgur
- Hafer
- Hirse
- Quinoa
- weiße Bohnen
- Erbsen
- Kichererbsen
- Kidneybohnen
- Limabohnen
- Linsen
- Mungobohnen
- Sojabohnen

### Viel würzen: Thymian & Co.

Schon in der Antike galten Gewürze als Medizin. Kurkuma, Gewürznelken, Zimt, Koriander, Ingwer und schwarze Pfefferkörner gehören zu den ältesten Gewürzen und werden schon lange verwendet, um Infektionen und Entzündungen zu behandeln.

Auch Thymian ist ein effektiver „Immunhelfer“. Thymol ist nur einer von vielen wertvollen Inhaltsstoffen. Er wirkt antiseptisch, antioxidativ und entzündungssenkend.

Thymian lässt sich vielfältig in Füllungen, Suppen und Eintöpfen verwenden. Lecker ist Thymian außerdem in Thymiankartoffeln, als Honig oder Butter, in Fleischspeisen, mediterranen Gemüsegerichten, Marinaden und Salaten.

● **Tipp.** Getrockneten Thymian in extra-natives Olivenöl streuen und als Brottunke verwenden.

### Zwischendurch Nüsse knabbern

Nüsse und Samen enthalten Kupfer, Selen, Vitamin E und Zink, die eine wichtige Rolle für ein gesundes Immunsystem spielen, und liefern dazu wertvolle Fettsäuren. Ein guter Snack für zwischendurch und unterwegs!

### Probiotika in den Speiseplan einbauen

Ratsuchende sind oft empfänglich für das Argument, dass es lebende Mikroorganismen gibt, die eine gesundheitsfördernde Wirkung auf den Körper – und insbesondere auf den Darm – haben. Allerdings denken viele, dass Probiotika als Supplemente aufgenommen werden müssen und sind überrascht, wenn sie erfahren, dass es auch probiotische Lebensmittel gibt. Es sind in der Regel fermentierte Lebensmittel.

● **Tipp.** Probiotische Lebensmittel, die ein schwaches Immunsystem aufbauen helfen, sind beispielsweise Sauerkraut, Joghurt, Kefir, Kimchi, Miso oder Kombucha.

### Viel bewegen

Sport gilt als echter Immun-Booster. Wer sich bewegt, regt bereits nach kurzer Zeit eine Vermehrung verschiedener Immunzellen an. Auch nach dem Training steigt die Zahl bestimmter Immunzellen noch weiter an. Regelmäßige Bewegung im Alltag ist genauso hilfreich, also möglichst viele Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad absolvieren statt mit Auto, Bus oder Bahn.

● **Achtung:** Bei einer Erkältung ist Sport kontraproduktiv. Insbesondere bei Fieber ist Schonung angesagt, da der Körper seine Energie für die Erregerabwehr benötigt.

### Abends: Für Entspannung und gute Schlafhygiene sorgen

Unser Körper und damit auch unser Immunsystem braucht nachts Zeit und Ruhe, um zu regenerieren. Abendroutinen und zum Beispiel Zeiten ohne Bildschirm oder Handy können helfen, nach

### Spickzettel: Vitamin-C- und Vitamin-A-Lieferanten

Vitamin C und Vitamin A sind unter anderem als Antioxidanzien wichtig für die Immunabwehr.

- Reichlich Vitamin C liefern Zitrusfrüchte wie Orangen, Grapefruits oder Mandarinen, Paprika, dunkelgrünes Blattgemüse, Brokkoli, Granatäpfel, Sanddorn und Beeren.
- Lebensmittel, die Carotin liefern, aus dem Vitamin A im Körper entsteht, sind zum Beispiel Süßkartoffeln, Karotten, Kürbis, dunkelgrünes Blattgemüse, rote Paprika und getrocknete Aprikosen.
- Vitamin A ist zum Beispiel in Eiern, Fleisch, Fisch und Innereien enthalten.

einem anstrengenden Tag abzuschalten und besser in den Schlaf zu finden.

### Zum guten Schluss

Insgesamt sind es in der Regel ganz einfache Maßnahmen, die unserem Immunsystem helfen. Wie so oft gilt auch hier: „Mäßig aber regelmäßig!“

● **Tipp.** Lieber wenige Maßnahmen dauerhaft umsetzen als viele anfangen, ohne sie durchzuhalten – und am Ende gar nichts zu tun!

Es ist die Gesamtheit der pflanzlichen und tierischen Lebensmittel, die uns wichtige Nährstoffe und gesundheitsfördernde Substanzen liefern – nicht ein einziges, vermeintlich heilbringendes (Trend-)Lebensmittel. Unser gesamter Lebensstil ist wesentlich daran beteiligt, wie gesund wir durch die Erkältungszeit kommen. ●



UNSERE EXPERTIN

Ruth Rösch ist Diplom-Öcotrophologin, Seminarleiterin und Fachautorin in Düsseldorf. Seit über 20 Jahren ist sie in der Verbraucheraufklärung und Ernährungsbildung tätig.

Dipl. oec. troph. Ruth Rösch

Kopernikusstraße 38, 40223 Düsseldorf

www.ruth-roesch.de

info@fachinfo-ernaehrung.de

# Spannende Zeiten für die Ernährungsforschung

## Interview mit den Vorsitzenden des wissenschaftlichen Beirats der Joint Programming Initiative – A Healthy Diet for a Healthy Life

THESSA LAGEMAN



**Edith Feskens** ist Professorin für Globale Ernährung, Co-Vorsitzende der Abteilung für menschliche Ernährung und Gesundheit an der Universität Wageningen und Vorsitzende des wissenschaftlichen Beirats der Gemeinsamen Programminitiative.

### Die Fragen stellte Thessa Lageman, Journalistin aus Den Haag.

#### Warum ist diese Initiative so wichtig?

**Feskens:** Obwohl sich alle in der Europäischen Union einig sind, dass die Forschung im Bereich Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit von wesentlicher Bedeutung ist, wird sie oft übersehen und unterfinanziert. Deshalb ist es sehr wichtig, dass wir unsere nationalen Forschungspläne aufeinander abstimmen. Das Schöne an der Gemeinsamen Programminitiative ist, dass wir uns mit gesunder Ernährung und gesunder Bewegung befassen, denn das sind unsere Gesundheit betreffenden Gewohnheiten, die man auch gemeinsam beeinflussen kann.

**Mathers:** Der Nutzen für die Gesellschaft wäre immens, wenn wir die Probleme, die sich aus ungesunden Essgewohnheiten und unzureichender körperlicher Aktivität ergeben, besser verstehen und lösen könnten. Die Initiative hat die Möglichkeit, die Forschungsagenda entsprechend zu gestalten.

**Feskens:** Neben einem wissenschaftlichen Beirat hat die Initiative auch einen Beirat von Interessengruppen, dem die Lebensmittelindustrie, politische Entscheidungsträger, Betroffenengruppen und die WHO angehören. Wir haben mehr Einfluss als einzelne Wissenschaftler, weil wir mit einer großen Gruppe europäischer Länder und Kanada sowie mit unseren verschiedenen Interessengruppen zusammenarbeiten.

**Auf der Sechsten Internationalen Konferenz der Programminitiative im April betonten Sie, dass im vergangenen Jahrzehnt große Fortschritte in der Ernährungs- und Gesundheitsforschung erzielt wurden.**

**Mathers:** Ja, wir verstehen jetzt so viel mehr über die grundlegenden Auswirkungen der Ernährung auf alle Aspekte unseres Körpers. Wir haben zum Beispiel erkannt, dass eine ganze Reihe von Zivilisationskrankheiten ihren Ursprung in der Fettleibigkeit haben; diese stellt weltweit ein wachsendes Problem dar. Beispiele dafür sind Demenz, Diabetes und verschiedene Krebsarten. Wir wissen jetzt auch, dass das, was wir essen, in



**John Mathers** ist Professor für Humanernährung, Direktor des Human Nutrition Centre, Direktor des Centre for Healthier Lives an der Universität Newcastle im Vereinigten Königreich und stellvertretender Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats der Gemeinsamen Programminitiative.

### Zehn Jahre „Joint Programming Initiative – A Healthy Diet for A Healthy Life“

Über zwei Milliarden Menschen auf der Welt sind übergewichtig. Die damit verbundenen Kosten belaufen sich auf 1,2 Billionen Dollar pro Jahr. Gleichzeitig altert die Bevölkerung in vielen Ländern, was die Prävalenz von Unterernährung mit steigenden Zahlen mangel- und fehlernährter Menschen erhöht. Ohne Intervention dürften ernährungsmitbedingte Krankheiten in den nächsten zehn Jahren rapide zunehmen und die Gesundheitssysteme bis an ihre Grenzen belasten.

Die Gemeinsame Programminitiative „Gesunde Ernährung für ein gesundes Leben“ hat das strategische Ziel, die Qualität der Ernährung auf umweltverträgliche Weise zu verbessern sowie evidenzbasierte Empfehlungen und innovative Formate für Lebensmittelprodukte zu entwickeln – und zwar auf der Grundlage von Erkenntnissen und Entwicklungen in den Lebensmittel-, Ernährungs-, Sozial- und Gesundheitswissenschaften. Zusammen mit einer positiven Veränderung des Bewegungsverhaltens dürfte sich das erheblich

auf die öffentliche Gesundheit auswirken, die Lebensqualität erhöhen, das produktive Leben verlängern und gleichzeitig die Umweltbelastungen durch unangepasste Ernährungsweisen verringern.

Die Herausforderung der Programminitiative besteht darin, auf internationaler Ebene Forschende und wissenschaftliche Programme mit ihren Budgets zusammenzubringen, um durch die gemeinsame Nutzung von Wissen, Infrastruktur und Daten einen Mehrwert zu schaffen, Doppelarbeit zu verhindern, Überschneidungen zu erkennen und Forschungslücken zu schließen. ●

*Dr. Johannes Bender, BLE*

#### Weitere Informationen:

*Faltblatt zu 10 Jahren JPI HDHL*

*Zeitplan 10 Jahre JPI HDHL*

*Über JPI HDHL*

*HDHL Research Agenda*

*Implementation Plan*

Verbindung mit unserer körperlichen Aktivität wahrscheinlich den größten Einfluss auf das Mikrobiom hat, die Bakterien und Pilze in unserem Körper, und dass deren Einfluss viel wichtiger ist als unsere Genetik. Wir beginnen gerade erst, den Zusammenhang zwischen Ernährung, Mikrobiom und Krankheiten wie Asthma, Demenz und Diabetes zu verstehen.

**Welche wichtigen Forschungsarbeiten wurden bisher durchgeführt?**

**Feskens:** Bisher wurde die Ernährung der Menschen anhand von Fragebögen erforscht, aber ungesunde Lebensmittel geben die Befragten in der Regel zu wenig an, so dass es objektiver ist, Blut- und Urinproben zu untersuchen. Diese Forschung steckt noch in den Kinderschuhen, aber wir können daran ablesen, wann Sie Coca-Cola, Bier, Wein, Tee, Kaffee oder Milch getrunken haben. Wir denken auch über die Möglichkeiten von „intelligenten Tellern“ nach, die uns genau sagen können, was jetzt gerade auf dem Teller liegt. Wir versuchen, alle Fortschritte in Bereichen wie Chemie und IT zu nutzen. Der nächste Schritt ist die Untersuchung der Auswirkungen der Lebensmittel, die die Menschen essen. Wir haben auch ein Projekt über Mangelernährung bei älteren Menschen durchgeführt, von denen viele sich nicht gesund oder ausreichend ernähren. Das führt dazu, dass sie schneller Muskelmasse verlieren, sich schwächer fühlen und häufiger stürzen. Um dieses Thema auf die europäische Agenda zu setzen, müssen wir das Ausmaß des Problems in den verschiedenen Ländern kennen und verstehen. Deshalb haben wir einheitliche Instrumente und Kriterien entwickelt, um dieses Problem länderübergreifend zu definieren, zu messen, zu diagnostizieren und schließlich zu behandeln.

**Die Programminitiative entwickelt derzeit den Plan zur Umsetzung ihrer Forschungsagenda für die Jahre 2022 bis 2024. Was ist für die kommenden Jahre geplant?**

**Feskens:** Wir wollen interdisziplinär arbeiten. Wir Ernährungswissenschaftler müssen also mit Wissenschaftlern aus anderen Disziplinen und Bereichen, etwa der Neurologie und Mikrobiologie, zusammenarbeiten, um Probleme zu lösen. Außerdem planen wir, bei jedem Aufruf, Forschungsanträge einzureichen, die sozioökonomischen Ungleichheiten im Gesundheitsbereich zu berücksichtigen. Das ist überall ein Problem: Menschen mit geringerem Einkommen und geringerer Bildung haben mehr ernährungsmitbedingte Krankheiten und eine kürzere Lebenserwartung. Wie können wir diese Gruppen am besten ansprechen, um ihr Verhalten positiv zu beeinflussen? Auch die Nachhaltigkeit wird ganz oben auf der Tagesordnung stehen, zum Beispiel Themen wie Lebensmittelverschwendung und die Reduzierung unseres Fleischkonsums.

**Mathers:** Die Ernährung steht im Mittelpunkt großer gesellschaftlicher Fragen wie dem Klimawandel, der in den kommenden Jahrzehnten noch wichtiger werden wird. Wir müssen verstehen, was wir essen, wo es produziert und wie es verarbeitet wird: All diese Dinge spielen eine Rolle in Bezug auf Treibhausgasreduzierung, Umweltzerstörung und biologische Vielfalt.

**Was würden Sie gerne noch erforschen?**

**Mathers:** Natürlich wissen wir schon seit Langem, dass die Ernährung für das Gehirn wichtig ist, aber das war bisher sehr schwer zu untersuchen. Heute können wir mit bildgebenden Verfahren in die Köpfe der Menschen hineinschauen und sehen, was dort vor sich geht. Und wir können im Labor aus Stammzellen winzige Gehirne züchten. Wir beginnen zu erkennen, wie wichtig die Ernährung für die Gesundheit des Gehirns ist, vom Embryo bis ins hohe Alter. Es gibt viele weit verbreitete Probleme im Zusammenhang mit dem Gehirn, etwa Depressionen, die auch mit Adipositas und unserer Ernährung zusammenhängen. Wir wollen mehr Evidenz für diese Zusammenhänge erhalten. Es gibt auch immer mehr Hinweise darauf, dass das Mikrobiom mit unserem Gehirn interagiert. Das bedeutet, dass alles, was wir essen, unsere Darmbakterien beeinflusst, die wiederum die Gehirnfunktion beeinflussen. Es ist eine sehr spannende Zeit für die Ernährungsforschung!

**Ernähren Sie sich als Ernährungsforschende und -lehrende immer gesund?**

**Feskens:** Seit COVID-19 habe ich angefangen, mich gesünder zu ernähren, weil ich mehr von zu Hause aus arbeite und in der Regel gesunde Lebensmittel einkaufe. Vorher bin ich viel gereist und habe meistens von reichhaltigen Buffets in Hotels gegessen. Bewegung ist allerdings mein Schwachpunkt, ein Thema, das auch in unseren Forschungsprojekten behandelt wird.

**Mathers:** Ich baue mein eigenes Obst und Gemüse an. Durch die Pandemie hatte ich mehr Zeit, in meinem Garten zu arbeiten und zu kochen. Ich habe eigentlich gute Essgewohnheiten, aber heute habe ich zum Geburtstag meines Enkels eine Menge Kuchen gegessen. Generell sollte man das Essen genießen – aber in Maßen.

**Vielen Dank für das Gespräch!**

**Weitere Informationen:**  
[www.healthydietforhealthylife.eu](http://www.healthydietforhealthylife.eu)

INTERVIEW





Foto: © Yakobchuk Olena/stock.adobe.com

# Psychoneuroimmunologie

## Eine moderne Version der Psychosomatik

DR. CHRISTOPH KLOTTER

**Es ist keine überraschende Einsicht: Die Psyche kann das Immunsystem beeinflussen, im Negativen wie im Positiven.**

Sich schlecht fühlen, gestresst sein, depressiv sein, kann zum Beispiel dazu führen, dass das Immunsystem Viren schlechter abwehren kann. Sich gut fühlen und mit seinem Leben zufrieden sein, kann das Immunsystem unterstützen und es stark machen. Der Mensch wird weniger häufig krank.

Die **Psychoneuroimmunologie** untersucht den Zusammenhang und die Wechselwirkung zwischen Psyche und Immunsystem. Sie ist damit eine moderne Variante der Psychosomatik.

### Ein Fall

In die Beratungsstelle für Studierende kommt eine junge Frau – ausnahmsweise nicht wegen Prüfungsstress oder eines Kon-

flikts mit Kommilitoninnen oder Kommilitonen.

„Im Juli 2009 hatte ich zwei anaphylaktische Schocks. Dabei habe ich nur Mandeln gegessen, die mir davor nie etwas ausgemacht haben. Ich hatte das Gefühl zu ersticken, mein Asthma hat diese Angst verstärkt. Krankenhausaufenthalt. Seitdem habe ich Angst beim Essen. Die Folgen: Appetitlosigkeit, Herzrasen, Panikattacken, ständiger Kontrollblick in den Spiegel, ich suche nach möglichen sichtbaren Anzeichen einer Allergie, meine Wangen werden dann warm und rot. Zusätzlich habe ich seit August 2009 psychosomatische Beschwerden: Kieferverspannungen, beim Schlafen knirsche ich mit den Zähnen, ständige Halsschmerzen. Ich habe schon immer ein Problem mit dem Umgang mit Stress gehabt, ich stehe ständig unter Strom, komme nur schwer runter, habe oft innere Unruhe. Ich mache mir sehr viele Sorgen um andere Menschen in meinem Umfeld.“

Es ist naheliegend, das Gesamtbild ihrer Beschwerden als psychosomatisch mit verursacht zu begreifen. Die Studentin denkt ja

selbst so. Sie stellt einen Zusammenhang zwischen Stresserleben, der übermäßigen Sorge um andere und ihren seelischen und körperlichen Symptomen. Und ihre Halsschmerzen, als Ausdruck einer permanenten Erkältung, lassen sich als Ergebnis eines geschwächten Immunsystems verstehen, das Krankheitserreger geradezu einlädt, sich im Körper niederzulassen.

Diese psychosomatische Interpretation, also die Mutmaßung, dass all ihre Beschwerden durch seelisches Leiden mit verursacht sind, wurde dadurch gestützt, dass im Verlauf einer wöchentlich stattfindenden vierteljährigen Beratung, die sie als große Unterstützung erlebte, fast alle Symptome verschwanden oder deutlich zurückgingen.

Von Halsschmerzen war nicht mehr die Rede. Ihr Immunsystem hatte sich also deutlich gestärkt. Ihr körperliches Befinden hatte sich durch Veränderungen in ihrem psychischen Erleben deutlich verbessert. Ein Fall von Psychosomatik?

## Psychosomatik – (k)ein Gesetz

„Erfinder“ der Psychosomatik ist Freud im 19. Jahrhundert. Er verließ damals das Labor, um sich einer Modeerkrankung zuzuwenden, der Hysterie.

Freud ist auch der „Erfinder“ der Psychotherapie. Denn er war der erste, der anfangs, mit an Hysterie Erkrankten zu sprechen.

In den Gesprächen stellte sich heraus, dass unbewusste seelische Konflikte zu körperlichen Symptomen führen können.

● **Beispiel.** Miss Lucy war Kindermädchen im Hause eines Fabrikdirektors. Sie verliebte sich in ihn, wollte mit ihm ins Bett, was in der damaligen Zeit ein unannehmbares Gefühl war. Die Sexualität hatte sich noch nicht liberalisiert wie heute. Es wurde ihr quasi für eine Sekunde klar, dass sie in ihn verliebt war, als sie ihn beim Rauchen beobachtete. Sie verdrängte ihr Verliebtsein. Als Symptom entwickelte sie einen Geruchsverlust. In den Gesprächen mit Freud wurde ihr wieder bewusst, dass sie verliebt war. Nun konnte sie dieses Gefühl akzeptieren, konnte wieder riechen und war wieder so heiter wie vor der Erkrankung.

Das psychosomatische Modell Freuds hat also einen eindeutigen Wirkmechanismus: Aus psychischen Konflikten entstehen körperliche Störungen. Heute wird das nicht mehr so gesehen.

Heute geht man von einer Wechselwirkung zwischen seelischen, körperlichen und sozialen Faktoren aus. Wer zum Beispiel sozial benachteiligt ist, ernährt sich schlecht, bekommt Diabetes, ist unzufrieden mit seinem Leben, versucht, diese Unzufriedenheit mit vermehrtem Essen „wegzuessen“, verzeiht sich das nicht und stirbt früher als jemand, der sozial besser gestellt ist.

Die unmittelbaren Nachfolger Freuds blieben in Freuds Spur. Sie gingen also von einem unilinearen Zusammenhang zwischen Psyche und Soma, zwischen Seele und Körper, aus. Der deutsche Arzt Georg Groddeck nahm etwa zu Beginn des 20. Jahrhunderts an, dass *alle* körperlichen Erkrankungen psychisch verursacht seien. Beim Pan-Psychologismus bestimmt die Seele alles.

Der Amerikaner Franz Alexander entwarf ein anderes Modell: Sage mir, welches körperliche Leiden du hast, und ich sage dir, welche psychischen Störungen du hast. Das psychosomatische Denken wurde imperial.

Der deutsche Arzt Heinrich Bernhardt durfte Mitte der 1950er-Jahre adipöse Menschen mit Kennzeichnungen versehen: Sie seien habgierig, sammelwütig, zurückhaltend, ängstlich, empfindlich, misstrauisch, infantil, beschlussunfähig, anlehnungsbedürftig, beeinflussbar, haltlos – insgesamt Versager im Leben (vgl. Klotter 1990).

Am entschiedensten wandte sich die Amerikanerin Susan Sontag gegen diese imperiale Psychosomatik und schrieb das außerordentlich kluge Buch „Krankheit als Metapher“ (2012).

Wir erkennen an, dass die Psyche unter Umständen körperliches Leiden beeinflussen kann. Damit ist aber nicht gesagt, dass das ein Gesetz ist. Es gibt durchaus viele Menschen, die sich psychisch gut fühlen und dennoch körperlich leiden. Es gibt eine Eigengesetzlichkeit des Körpers.

## Psychoneuroimmunologie – ein besonderes Modell

Trotz dieser Eigengesetzlichkeit des Körpers gibt es psychosomatische Zusammenhänge zwischen Immunsystem und Psyche, die Myers (2005) sehr gut zusammenfasst:

„Zum Immunsystem gehören zwei Typen von weißen Blutkörperchen, die Lymphozyten. B-Lymphozyten werden im Knochenmark gebildet und setzen Antikörper frei, die bakterielle Infektionen bekämpfen. T-Lymphozyten werden in der Thymusdrüse und in anderem Lymphgewebe gebildet und greifen Krebszellen, Viren und fremde Substanzen an (...) Ein anderer Agent des Immunsystems ist die Makrophage (Fresszelle), die schädliche Eindringlinge identifiziert, verfolgt und frisst. Alter, Ernährung, genetische Veranlagung, Körpertemperatur und Stress beeinflussen gemeinsam die Aktivität des Immunsystems.“ (Myers 2005, S. 679)

Sehr wichtig ist, dass Myers keinen unilinearen Zusammenhang herstellt wie „Stress macht krank“, sondern „Stress ist einer von etlichen Faktoren (zu denen auch die Ernährung zählt), die das Immunsystem beeinflussen“. Aber gerade Stress spielt bezüglich der Immunfunktion durchaus eine Rolle (Myers 2005, S. 680):

- Ein Ehekrach schwächt das Immunsystem.
- Bei gestressten Menschen heilen Operationswunden langsamer als bei nicht gestressten Menschen.

- In Prüfungszeiten ist das Abwehrsystem von Studierenden weniger wirksam.
- Das Immunsystem älterer Menschen ist stärker durch Stress und Depressionen beeinträchtigt

Myers hebt hervor: „Das einzige Merkmal, das 169 Hundertjährige gemeinsam hatten, war ihre Fähigkeit, gut mit Stress umzugehen.“

Bereits in jungen Jahren kann ein sinnvoller Umgang mit Stress und Stressabbau die Gesundheit stärken, wie der Fall der Studierenden zeigt: In dem Vierteljahr der Behandlung hörte sie mit einem Nebenjob auf. Sie reduzierte die Arbeit für ihr Studium – davor war es Tag und Nacht darum gegangen. Sie hatte zum ersten Mal eine Partnerschaft. Und sie hörte auf, sich permanent um ihre Eltern zu kümmern.

## Erkenntnis

Was wir lernen können: Wir können unser Immunsystem eventuell dadurch stärken, dass wir Stress reduzieren.

Das kann damit beginnen, dass wir potentiell unrealistische, überhöhte Ansprüche an uns selbst überdenken. Dann können wir an jedem Wochenende die kommende Woche vorausplanen und Zeit für die Erholung vorsehen, wir können darauf achten, dass genug Zeit zum Schlafen bleibt, wir können Ausschau halten und neue oder alte Hobbys pflegen. Und natürlich können und müssen wir zwischenmenschliche Konflikte angemessen bearbeiten. ●



DER AUTOR

Prof. Dr. habil. Christoph Klotter (Dipl. Psych., Psychologischer Psychotherapeut), Professur für Ernährungspsychologie und Gesundheitsförderung an der Hochschule Fulda.

Prof. Dr. habil. Christoph Klotter  
Hochschule Fulda – FB Oecotrophologie  
Marquardstr. 35, 36039 Fulda  
Christoph.Klotter@he.hs-fulda.de

## Dein Kind isst besser, als du denkst!

Warum Eltern dem inneren Ernährungskompass vertrauen können

„Confidimus“ (lat. wir vertrauen) bezeichnet einen völlig neuen Ansatz in punkto Kinderernährung: Statt auf starre Regeln setzen Katharina Fantl und Julia Litschko auf eine vertrauensvolle Haltung beim Essen. Denn Kinder haben ein sehr gutes Gespür für ihre Ernährungsbedürfnisse, essen undogmatisch und mit Freude. Erst durch Einflüsse und (Maß-)Regelungen von außen können Ernährungsmuster entstehen, die sich negativ auf Körper und Psyche auswirken, meinen die Autorinnen. Daher möchten sie mit ihrem Ratgeber Mütter und Väter in der Wahrnehmung ihrer Kinder bestärken und konkrete Hilfestellung für die ganz individuelle Situation in der Familie leisten.

Wie ein entspanntes und genussvolles Familienessen funktionieren kann, wird anhand zahlreicher Erfahrungsberichte gezeigt und als hilfreiche Tipps formuliert. Zentrale Bedeutung hat der Elternfragebogen: Seine Auswertung gibt Orientierung, welche



der folgenden Kapitel am besten geeignet sind, damit Mütter und Väter eigene Verhaltensmuster erkennen und bei Bedarf überwinden können. Dazu gibt es passende Übungen, die Eltern Schritt für Schritt dazu befähigen sollen, ihre Kinder vertrauensvoll und achtsam beim Essen zu begleiten. Zum Beispiel empfehlen die Autorinnen, Gefühle und Bedürfnisse rund ums Essen mithilfe von selbstgebastelten Karten auszudrücken. So lernen die Kinder verbal oder pantomimisch zu formulieren, was in ihnen vorgeht.

Weiter geht es darum, die Gefühle gemeinsam bedürfnisorientiert zu regulieren, Lösungen zu finden, sodass Kinder mit der Zeit lernen, sich selbst Grenzen zu setzen – eine bedeutende Fähigkeit, um emotionalem Essen vorzubeugen.

Auf der Verlags-Website zum Buch können Ratsuchende neben den Gefühls- und Bedürfniskarten noch zahlreiche weitere Materialien herunterladen. Zusammen mit dem Buch bieten sie Eltern wertvolle Unterstützung, wenn sie die Aufgaben bearbeiten, die zu den jeweiligen familiären Herausforderungen passen. So gelingt es Eltern Schritt für Schritt, möglicherweise überholte Ess-Glaubenssätze zu erkennen, zu hinterfragen und gegebenenfalls über Bord zu werfen. ●

Melanie Kirk-Mechtel, Bonn

### Dein Kind isst besser, als Du denkst!

Warum Eltern dem inneren Ernährungskompass vertrauen können

Katharina Fantl, Julia Litschko  
Kösel-Verlag, München 2021  
320 Seiten  
ISBN 978-3-466-31154-5  
Preis: 20,00 Euro

## Magersucht überwinden

Neue Wege gehen und sich selbst lieben lernen – Für Betroffene und Angehörige

**Ein entscheidendes Diagnosekriterium für Magersucht – Anorexia nervosa – ist in erster Linie der absichtlich herbeigeführte Gewichtsverlust durch die Aufnahme sehr geringer Nahrungsmengen und übertriebene körperliche Aktivität.**

Der Verdacht auf Magersucht besteht, wenn das Körpergewicht 15 Prozent unter dem für Alter und Körpergröße zu erwartende Gewicht liegt oder ein BMI unter 17,5 (kg/m<sup>2</sup>) vorliegt. Es handelt sich um eine komplexe, schwerwiegende und meist sehr langwierige Erkrankung, die unbedingt behandelt werden muss. Die Autorin erkrankte selbst im Alter von dreizehn Jahren daran. Mit entsprechend großer Authentizität kann sie ihre Gefühle, Erfahrungen und das später angeeignete Wissen weitergeben. Damit versucht sie, Betroffenen zu helfen.



Die Genese von Magersucht ist vielschichtig, wobei es bis heute kein allgemeingültiges Erklärungsmodell gibt. Typisch ist, dass die Selbsteinschätzung der eigenen Körperform gestört ist, verbunden mit Selbstwert- und Autonomiekonflikten. Letztlich wird der Gewichtsverlust zum Inhalt des Denkens und Handelns. Die Autorin ist davon überzeugt, dass ein Ausweg aus dem Teufelskreis nur in einer ganzheitlichen Therapie liegt, die Körper, Geist und Seele einbezieht.

Das Buch ist ein Arbeitsbuch, eine Arbeitshilfe, die eine Therapie keineswegs ersetzen kann. Darauf weist die Autorin *expressis verbis* hin. Verständlich geschrieben, mit hilfreichen Denkanregungen, Übungen und Fragestellungen zur Unterstützung, den eigenen Weg aus dieser schweren Erkrankung zu finden, richtet sich das Buch in erster Linie an Betroffene und ihr familiäres Umfeld. Gleichwohl ist es auch eine empfehlenswerte Lektüre für Ernährungsfachkräfte, auch wenn sie mit diesem Krankheitsbild beruflich vielleicht nur am Rande konfrontiert werden. Das Werk trägt in hohem Maß zur Sensibilisierung und zum besseren Verständnis der Magersucht bei. ●

Rüdiger Lobitz, Meckenheim

### Magersucht überwinden

Neue Wege gehen und sich selbst lieben lernen – Für Betroffene und Angehörige

Judith Gottmann  
Taschenbuch  
TRIAS Verlag 2021  
192 Seiten  
ISBN 978-3432115115  
Preis: 19,99 Euro



## Immun

Die Ayurveda-Formel für ein starkes Immunsystem

**Win Silvester hat sich einer Herausforderung gestellt: Eine Essenz aus dem Jahrtausende alten ganzheitlichen Ayurveda-Wissen und moderner Wissenschaft zu generieren und diese eingängig zu vermitteln. Das Ergebnis überzeugt.**

Warum sind manche Menschen häufiger krank als andere? Warum sind Frauen anfälliger für Autoimmunerkrankungen? Schließlich sind wir doch alle den ungünstigen Einflüssen eines modernen Lebensstils ausgesetzt – etwa stressigen Arbeitsbedingungen, zucker-, koffein- und alkoholhaltigen Genussmitteln. Es ist offenbar unser Immunsystem, das die Weichen stellt und darüber entscheidet, wer gesund bleibt und wer krank wird. Obendrein beeinflusst das Immunsystem unser Denken, Handeln und Fühlen. Warum das so ist, welche Faktoren auf das Immunsystem einwirken und welche Krankheiten entstehen können, wenn es nicht funktioniert, erklärt der Autor, der als Fitness-, Mental- und Gesundheitstrainer, Coach und „Er-



nährungsberater Ayurveda“ tätig ist, ausführlich und unterhaltsam.

Auf den hinteren Seiten führt das Werk dann auf unbekannteres Terrain. Die Empfehlungen des Ayurveda basieren auf drei universellen Wirkprinzipien, deren Zusammenspiel für Gesundheit und Alterungsprozess wichtig ist. Sie bestimmen die Grundkonstitution eines Menschen, seine Anfälligkeit gegenüber Erkrankungen und die für ihn passende Ernährung. So liegt es nahe, dass ein gesunder oder kranker Mensch aus Sicht des Ayurveda

immer auf individuelle, dem Konstitutionstyp entsprechende Weise betrachtet und behandelt werden muss.

Win Silvester gelingt es, eine Brücke zwischen dem traditionellen Ayurveda-Wissen und den komplexen Erkenntnissen der modernen Wissenschaft (z. B. in Bezug auf Anti Aging) zu bauen. Nicht alle Aussagen lassen sich wissenschaftlich untermauern. An manchen Stellen müssen wir (noch) mit Erfahrungswissen vorliebnehmen. Man darf gespannt sein, ob die Forschung in den kommenden Jahren weitere Puzzleteile liefert, um „altes“ und „modernes“ Gesundheitswissen noch besser zu verbinden.

Allemaal ist es ein informatives und spannendes Buch, das viele Anregungen für die ganzheitliche Ernährungsberatung und -therapie gibt.

*Ruth Rösch, Düsseldorf*

### Immun

Die Ayurveda-Formel für ein starkes Immunsystem

Win Silvester  
tradition, Hamburg 2020  
500 Seiten  
ISBN 978-3-347-08297-7  
Preis: 29,99 Euro

## Das 4-Wochen-Anti-Entzündungsprogramm

**Vom entzündungsarmen Frühstück über Vitalpilze, Eisbaden und Augentraining bis zur bewussteren Bildschirmzeit – nach Erfahrung der Ärztin Dr. Simone Koch eignen sich solche Maßnahmen zur Vorbeugung und Therapie stiller Entzündungen.**

Diese schleichen sich heimlich an und schädigen der Körper auf vielfältige Weise: Viele so genannte Zivilisations- und Alterserkrankungen wie Rheuma, Herzerkrankungen, depressive Verstimmungen oder Diabetes sind Folge stiller Entzündungen. Oft führen sie auch zu lähmender Energielosigkeit, Gewichtszunahme oder rätselhaften Hormonschwankungen.

Ursache ist in erster Linie unsere moderne westliche Lebensweise, die mit überflüssigen Kalorien, unausgewogener Kost und dauerhaftem Stress einhergeht – begleitet von zu wenig Bewegung, Schlaf und Entspannung. Die Autorin kennt aus eigener Erfahrung, wovon sie schreibt: Verschiedene Autoimmunerkrankungen machten ihr seit ihrer Jugend das Leben schwer.



Nun hat sie eine Vier-Wochen-Challenge entwickelt, die helfen soll, niederschwellig in einen gesünderen Alltag einzusteigen: Etwa mit einer festen Morgenroutine, einer Meditation am Mittag oder Ritualen, um abends besser den Tag abzuschließen und in einen erholsamen Schlaf zu finden. Die Erstellung eines Speise-, Tages-, Trainings- oder Supplementplans in der vierten Woche soll dazu beitragen, die Maßnahmen längerfristig beizubehalten.

Im ersten Teil bietet das Buch Fakten und Hintergrundinformationen, teils anschaulich illustriert und mit persönlichen Anekdoten garniert. Die Empfehlungen resultieren aus medizinischem Fachwissen, ganzheitlichen Betrachtungen und Selbstversuchen der Autorin. Aber auch die Erfahrungen aus der Beratung und Behandlung ihrer Patientenschar fließen in den Ratgeber ein. Entzündliche und anti-entzündliche Nahrung füllt ein eigenes Kapitel. Über manche Ernährungsempfehlung lässt sich streiten; gleichzeitig kann sich jede und jeder für sich Passendes herauspicken.

Insgesamt gibt das Buch viele Anstöße, gesünder und glücklicher zu leben, Routinen zu durchbrechen und echte Abenteuer zu erleben. Das alles sind Bausteine eines anti-entzündlichen Lebensstils.

*Ruth Rösch, Düsseldorf*

### Das 4-Wochen-Anti-Entzündungsprogramm

Dr. med. Simone Koch  
TRIAS, Stuttgart 2021  
176 Seiten  
ISBN 978-3-432-11318-0  
Preis: 19,99 Euro (D), 20,60 Euro (A)

### Nachhaltiger einkaufen – was geht?

Neues Unterrichtsmodul für die Klassen 7 und 8

Die Corona-Pandemie hat gezeigt, wie wertvoll die regionale Lebensmittelversorgung ist. Plötzlich sind Dorfläden und Wochenmarkt wieder in, weil man hier sicher und gut einkaufen kann.

Diese Erfahrung ist Lernanlass für die neue Unterrichtseinheit „Nachhaltiger einkaufen – was geht?“ vom Bundeszentrum für Ernährung. Was heißt global, was regional? Wie wirkt sich beides auf Umwelt, Klima, die bäuerlichen Kleinbetriebe und die Welternährung aus? Nach dem Motto „Warum in die Ferne schweifen, wenn das Gute liegt so nah“ erkunden die Jugendlichen die vielfältigen Einkaufsmöglichkeiten. Sie recherchieren, wie viel Umwelt- und Klimaschutz beim Einkauf im Supermarkt, Unverpacktläden und bei Direktvermarktern möglich ist. Und was möchte die eigene Familie? Regional, saisonal, bio, ohne Plastik, schnell oder preiswert? Alles auf einmal geht nicht. Doch ein bisschen nachhaltiger geht überall und bringt viel nach dem Motto „Jeder Einkauf zählt!“

Das Unterrichtsmodul eignet sich für den Präsenz- und handlungsorientierten Distanz-Unterricht in den Klassen 7 und 8. Zahlreiche QR-Codes und Links motivieren die Lernenden zu eigenständigen Recherchen. Alle Arbeitsblätter sind digital ausfüllbar.

Bestell-Nr. 0182  
Zum kostenfreien Download  
[www.ble-medienservice.de](http://www.ble-medienservice.de)

### Online-Fortbildungen für Lehrkräfte

Erfahrungsaustausch der Teilnehmenden im Fokus

Ab Januar 2022 bietet das BZfE verschiedene Fortbildungen für Lehrende an. Die Fortbildungen finden online statt und sind kostenfrei.

#### Nachhaltiger einkaufen – was geht?

Das Unterrichtsmodul für die Klassen 7 und 8 ist kostenfrei und im Download erhältlich. Das Material regt Schülerinnen und Schüler an, neue Einkaufsorte zu entdecken, zu vergleichen und zu erforschen.

#### Obst- und Gemüsevielfalt entdecken

Das Unterrichtsmaterial ist im Internationalen Jahr für Obst und Gemüse ein wichtiger Baustein für den Unterricht in der Sekundarstufe I. Schülerinnen und Schüler entdecken das saisonale Angebot an Obst und Gemüse und diskutieren, welche Faktoren ihre Kaufentscheidung beeinflusst.

In den Fortbildungen lernen die Lehrkräfte verschiedene Bausteine für den Unterricht kennen und können diese mit den anderen Teilnehmenden besprechen.

Wer an einer Nachbefragung teilnimmt, erhält die Materialien kostenfrei zugesandt.

Alle Medien: [www.ble-medienservice.de](http://www.ble-medienservice.de)  
Alle Fortbildungstermine:  
[www.bzfe.de/bildung/fortbildungen](http://www.bzfe.de/bildung/fortbildungen)

### Den Nährstoffbedarf vegetarisch decken?!

Die vegetarische Variante der BZfE-Ernährungspyramide

Auch mit einer pflanzenbetonten Ernährung kann der Körper mit allen Nährstoffen ausreichend versorgt werden. Dabei hilft die neue vegetarische Variante der BZfE-Ernährungspyramide.

Die bewährte Ernährungspyramide bleibt im Grundsatz auch bei der vegetarischen Variante bestehen: Acht Lebensmittelgruppen sind nach den Ampelfarben sortiert und in Portionsbausteinen gestapelt. In der vegetarischen Ernährungspyramide wurde nur der Baustein für Fleisch, Fisch, Wurst und Ei gegen einen Baustein für proteinreiche, pflanzliche Lebensmittel und Eier, die auch wertvolles Protein liefern, ausgetauscht.

Ein digitales Heft für Fachkräfte und eines für Verbraucherinnen und Verbraucher erläutert, wie die ovo-lacto-vegetarische Ernährungspyramide aussieht, welche Portionsgrößen empfohlen werden, welche Nährstoffe besondere Beachtung finden und welche Lebensmittel als Alternative zu Fleisch, Wurst oder Fisch zum Einsatz kommen. Außerdem gibt es darin die lebensmittelrechtliche Definition eines vegetarischen Lebensmittels sowie Erklärungen zu entsprechenden Labels/Kennzeichnungen.

Bestell-Nr. 0122 und 0123  
Zum kostenfreien Download  
[www.ble-medienservice.de](http://www.ble-medienservice.de)



## IMPRESSUM

### Ernährung im Fokus

Bestell-Nr. 5184, ISSN 1617-4518

#### Herausgeberin:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)  
Präsident: Dr. Hanns-Christoph Eiden  
Deichmanns Aue 29  
53179 Bonn  
Telefon 0228 6845-0  
www.ble.de

#### Abonnentenservice:

Telefon +49 (0)38204 66544, Telefax 0228 6845-3444  
abo@ble-medien-service.de

#### Redaktion:

Dr. Birgit Jähnig, Chefredaktion  
Telefon 0228 6845-5117  
E-Mail: birgit.jaehnic@ble.de  
Walli Jonas-Matuschek, Redaktionsbüro und Bildrecherche  
Telefon 0228 6845-5157  
E-Mail: waltraud.jonas-matuschek@ble.de  
Sara Baryalei, Redaktionsbüro und Bildrecherche  
Telefon 0228 6845-2893  
E-Mail: sara.baryalei@ble.de  
Dr. Claudia Müller, Lektorat und Schlussredaktion  
Telefon 02241 9446443  
E-Mail: info@ernaehrungundgesundheits.de  
Melanie Kirk-Mechtel, Online-Redaktion  
Telefon 0228 3368197  
E-Mail: info@melaniekirkmechtel.de  
Ruth Rösch, Social Media  
Telefon 0211 69560466  
E-Mail: eif@fachinfo-ernaehrung.de  
www.bzfe.de – Bundeszentrum für Ernährung  
E-Mail-Adressen stehen nur für die allgemeine Kommunikation zur Verfügung, über sie ist kein elektronischer Rechtsverkehr möglich.

#### Fachliches Beratungsgremium:

Prof. Dr. Sibylle Adam, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Fakultät Life Sciences/Department Ökotrophologie  
Prof. Dr. Silke Bartsch, Technische Universität Berlin, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre (BBBA), Fachgebiet: Fachdidaktik Arbeitslehre  
Prof. Dr. Anette Buyken, Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit, Fakultät für Naturwissenschaften, Universität Paderborn  
Prof. Dr. Andreas Hahn, Leibniz Universität Hannover, Institut für Lebensmittelwissenschaft und Humanernährung  
Prof. Dr. Gunther Hirschfelder, Universität Regensburg, Institut für Vergleichende Kulturwissenschaft  
PD Dr. Rainer Hufnagel, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Weidenbach, Fachbereich Konsumökonomik  
Prof. Dr. Christoph Klotter, Hochschule Fulda, Fachbereich Öcotrophologie, Gesundheits- und Ernährungspsychologie  
Prof. Dr. Andreas Pfeiffer, Freie Universität Berlin, Innere Medizin, Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke, Abteilung Klinische Ernährung, Charité Universitätsmedizin Berlin, Abteilung Endokrinologie, Diabetes und Ernährungsmedizin  
Dr. Annette Rexroth, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Referat 315  
Prof. Dr. Andreas Schieber, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften

Ernährung im Fokus erscheint alle drei Monate als Informationsorgan für Fach-, Lehr- und Beratungskräfte. Es werden nur Originalbeiträge veröffentlicht. **Die Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers wieder.** Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Bücher wird keine Haftung übernommen. Nachdruck oder Vervielfältigung – auch auszugsweise oder in abgeänderter Form – sowie Weitergabe mit Zusätzen, Aufdrucken oder Aufklebern **nur mit Zustimmung der Redaktion gestattet.**

Winterausgabe 04 2021

© BLE 2021

#### Grafik:

grafik.schirmbeck, 53340 Meckenheim  
E-Mail: mail@grafik-schirmbeck.de

#### Druck:

Kunst- und Werbedruck GmbH & Co KG  
Hinterm Schloss 11, 32549 Bad Oeynhausen

Dieses Heft wurde in einem klimaneutralen Druckprozess mit Farben aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. Das Papier ist 100 Prozent Recyclingpapier.

#### Titelfoto:

© Andreas Don Duering/stock.adobe.com



# VORSCHAU

In der kommenden Ausgabe lesen Sie:

## SCHWERPUNKT

### Corona-Pandemie, Psyche und Ernährung

Globale wie lokale Krisen beeinflussen das Leben von uns Menschen. Je nach Form und Art der Krise führen sie zu Veränderungen im gewohnten Alltag und im menschlichen Verhalten; dazu kann auch das Essverhalten gehören. Im Dezember 2019 tauchte ein neuartiges Virus in Wuhan, China auf, das bald auch in anderen Kontinenten nachzuweisen war. Im März 2020 war klar, dass es sich um eine globale Pandemie handelt. Bis heute beeinflusst das neuartige Coronavirus das Leben der Menschen in Deutschland und weltweit. Wie gehen wir mit dieser Krise um?



Foto: © Konstantin Yegorov/stock.adobe.com

## WELTERNÄHRUNG

### Nachhaltige Verpackungen für frische Lebensmittel in Benin

Lebensmittelverluste sind ein weltweit auftretendes Problem. Mangelernährung hingegen tritt verstärkt in Entwicklungs- und Schwellenländern wie zum Beispiel in Benin auf. Verpackungen können nachweislich helfen, Lebensmittelverluste zu reduzieren und Mangelernährung effektiv zu bekämpfen. Daher macht sich das vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft finanziell geförderte Projekt WALF-Pack zur Aufgabe, biobasierte Verpackungen für leicht verderbliche Lebensmittel in Benin zu entwickeln.



Foto: © Barbara Götz

## PRÄVENTION & THERAPIE

### Interventionen zur Übergewichtsprävention im Kindes- und Jugendalter webbasiert planen

Wie lässt sich eine evidenzbasierte und qualitätsgesicherte Projektplanung umsetzen? Digitale Lösungen wie WEPI können helfen, strukturierte und nachhaltige Maßnahmen zeitsparend zu generieren. Schließlich ist Übergewicht bei Kindern und Jugendlichen weltweit ein ernst zu nehmendes Problem. Um seiner Entstehung entgegenzuwirken, sollten Präventionsmaßnahmen so früh wie möglich in den Lebenswelten ansetzen. Kommunen und Schulen nehmen hier eine aktive Rolle in Koordination und Gestaltung ein.



Foto: © Konstantin Yegorov/stock.adobe.com

## Unser Zusatzangebot für Sie

Online unter  
[www.ernaehrung-im-fokus.de](http://www.ernaehrung-im-fokus.de)

- Leseprobe und Literatur zum aktuellen Heft
- alle Jahresinhaltsverzeichnisse für Ihre Recherche
- alle Ausgaben kostenfrei zum Download im Archiv
- aktuelle Online-Meldungen, Spezials sowie unsere Highlights – jede Woche neu

Täglich Neues und Interessantes!  
Folgen Sie uns auf

- Instagram [@ernaehrungimfokus](https://www.instagram.com/ernaehrungimfokus)
- Twitter [@ErnaehrungF](https://twitter.com/ErnaehrungF)
- Facebook [@ErnaehrungimFokus](https://www.facebook.com/ErnaehrungimFokus)

Unser Newsletter nach Ihrer Anmeldung unter [www.bzfe.de/newsletter](http://www.bzfe.de/newsletter)

Ihr Abo und alle BZfE-Medien unter [www.ble-medien-service.de](http://www.ble-medien-service.de)

Zur Startseite  
[www.ernaehrung-im-fokus.de](http://www.ernaehrung-im-fokus.de)







### Viermal im Jahr: Themen aus der Praxis für die Praxis ...

- Neues aus der Forschung
- Ernährungsmedizin und Diätetik
- Ernährungsbildung und Kompetenzentwicklung
- Methodik und Didaktik
- Lebensmittelrecht – und vieles mehr!

... und zusätzlich  
**zwei Sonderhefte**  
mit den interessantesten  
Artikeln einer  
*Ernährung im Fokus*-  
Themenreihe

## Sie haben die Wahl:

### 1 Print-Online-Abo 9104 **24,00 €/Jahr**

- Vier Ausgaben + zwei Sonderhefte per Post + Download

### 2 Online-Abo 9104-AO **20,00 €/Jahr**

- Vier Ausgaben + zwei Sonderhefte zum Download

### 3 Ermäßigtes Online-Abo 9104-AE **10,00 €/Jahr**

- Vier Ausgaben + zwei Sonderhefte zum Download für Schüler, Studierende und Auszubildende gegen Ausbildungsnachweis

## Unser Online-Zusatzangebot

[www.ernaehrung-im-fokus.de](http://www.ernaehrung-im-fokus.de)

- Leseprobe und Literatur zum aktuellen Heft
- alle Jahresinhaltsverzeichnisse für Ihre Recherche
- alle Ausgaben kostenfrei zum Download im Archiv
- aktuelle Online-Meldungen und Spezials
- unser Benachrichtigungsservice nach Ihrer Anmeldung unter [www.bzfe.de/newsletter](http://www.bzfe.de/newsletter)

Ihr Abo und alle BZfE-Medien unter [www.ble-medienservice.de](http://www.ble-medienservice.de)



@ErnaehrungimFokus



@ErnaehrungF



@ernaehrungimfokus

## Mein Abo<sup>1</sup>

- Ja**, ich möchte das **Print-Online-Abo** mit vier Heften + zwei Sonderausgaben der Zeitschrift *Ernährung im Fokus* und der Downloadmöglichkeit der PDF-Dateien für 24,00 € im Jahr inkl. Versand und MwSt.
- Ja**, ich möchte das **Online-Abo** mit vier Heften + zwei Sonderausgaben der Zeitschrift *Ernährung im Fokus* zum Download für 20,00 € im Jahr inkl. MwSt.
- Ja**, ich möchte das **Online-Abo für Schüler, Studierende und Auszubildende** mit vier Heften + zwei Sonderausgaben der Zeitschrift *Ernährung im Fokus* zum Download für 10,00 € im Jahr inkl. MwSt. Einen Nachweis reiche ich per Post, Fax oder Mailanhang beim **BLE-Medienservice IBRo<sup>2</sup>** ein.

Name/Vorname

Beruf

Straße, Nr.

PLZ, Ort

E-Mail-Adresse

Datum/Unterschrift

## Geschenk-Abo

Ich möchte das angekreuzte Abo verschenken an:

Name/Vorname des Beschenkten

Straße, Nr.

PLZ, Ort

E-Mail-Adresse

Datum/Unterschrift

- Rechnung bitte an nebenstehende Anschrift senden.

<sup>1</sup> Ihr Abo gilt für ein Jahr und verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, falls es nicht mindestens drei Monate vor Ablauf schriftlich gekündigt wird. Die Lieferung erfolgt mit der nächsten Ausgabe nach Bestelleingang, falls nicht anders gewünscht. Die Bezahlung erfolgt per Paypal, Lastschrift oder gegen Rechnung.

**Bitte richten Sie Ihre Bestellung an:**

<sup>2</sup> BLE-Medienservice c/o IBRo Versandservice GmbH, Kastanienweg 1, 18184 Roggentin

Telefon: +49 (0)38204 66544, Fax: +49 (0)38204 66992, 0228 6845-3444

E-Mail: [abo@ble-medienservice.de](mailto:abo@ble-medienservice.de), Internet: [www.ble-medienservice.de](http://www.ble-medienservice.de)

Ihre Bestellung können Sie innerhalb einer Woche schriftlich widerrufen.

## KURZ &amp; KNAPP

**Wettbewerb: Mit Resilienz durch Krisen – was Familien und Haushalte stark macht!**

Weitere Informationen: <https://t1p.de/WHED>

**Apfelbäume vererben ihr Mikrobiom**

Quelle: Ahmed Abdelfattah (Technische Universität Graz) et al.: *New Phytologist*; doi: 10.1111/nph.17820

**Mikrobieller Fußabdruck von Großstädten**

Quelle: David Danko et al.: *A global metagenomic map of urban microbiomes and antimicrobial resistance. Cell*; doi: 10.1016/j.cell.2021.05.002

**Rund 160 Milliarden Euro Bildungsinvestitionen aus öffentlicher Hand**

Weitere Informationen: Bildungsfinanzbericht 2021

**Vitamin D in Lebensmitteln**

Weitere Informationen: [www.verbraucherzentrale.de/marktcheck-vitamin-d](http://www.verbraucherzentrale.de/marktcheck-vitamin-d)

## SCHWERPUNKT

**Ernährung und Immunsystem**

Aljadani H: Impact of different dietary pattern and micronutrients on the Immune system and COVID-19 Infection. *Curr Res Nutr Food Sci Jour* 9, 127–138 (2021)

Baumann A, Hagenlocher Y, Lorentz A: Ernährung und Immunologie. *ErnährungsUmschau* 60, M706–M716 (2013)

Berger MM, Herter-Aeberli I, Zimmermann MB: Strengthening the immunity of the swiss population with micronutrients: A narrative review and call for action. *Clin Nutr* 43, 39–48 (2021)

BfR: Vitamin D, das Immunsystem und COVID-19 (14.05.2021)

BGF München: Unsere Abwehr Universität der Bundeswehr München; [www.unibw.de](http://www.unibw.de) (2020)

Bilotta S, Schrainer J, Weinhart L, Lorentz A: Ernährung und Immunsystem. *ErnährungsUmschau* 68, M278–M286 (2021)

Burgerstein: *Handbuch Nährstoffe*. 11. Aufl., Trias/Thieme, Stuttgart (2007)

Calder PC: Optimal nutritional status for a well-functioning immune system is an important factor to protect against viral infections. *Nutrients* 12, 2321 (2020)

Calder PC: Nutrition and immunity: lessons for COVID-19. *Eur J Clin Nutr online* (23.06.2021)

Clark JS, Simpson BS, Murphy KJ: The role of a Mediterranean diet and physical activity in decreasing age-related inflammation through modulation of the gut microbiota composition. *Br J Nutr online* (23.08.2021)

Craddock JC, Neale EP, Peoples GE, Probst YC: Vegetarian-based dietary patterns and their relation with inflammatory and immune biomarkers: a systematic review and meta-analysis. *Adv Nutr* 10, 433–451 (2019)

Deutsche Apotheker-Zeitung: Mit Vitaminen und Co vor Erkältung schützen: Was sagt die Evidenz? (27.11.2018)

Deutsche Apotheker-Zeitung: Erkältung im Griff – dank hochdosiertem Zink (01.12.2020)

Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE): Die Rolle von Vitamin D bei der Prävention und Behandlung ausgewählter extraskelettaler Erkrankungen. 14. DGE-Ernährungsbericht, Kapitel Atemwegserkrankungen, S. 402 (2020)

Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin: „Inflamm-Aging“ – Ist Alter eine Entzündung? (11.05.2018)

Deutsches Institut für Ernährungsforschung (Dife): Fragen und Antworten rund um Ernährung, Immunabwehr und Coronavirus. Interview mit Dr. Krasimira Aleksandrova. [www.dife.de](http://www.dife.de) (05.06.2020)

ETH Zürich: Eisenmangel verringert die Wirksamkeit von Impfungen. Pressemitteilung vom 23.07.2020

Fachklinik Allgäu: Immunsystem und Ernährung. Stand Oktober (2020)

FET e. V.: Immunsystem – Einflüsse durch Ernährung und Lebensstil (03.05.2021)

Fischer F: Dietary cellulose attenuates intestinal inflammation by promoting microbiota maturation and gut barrier function. Dissertation Microsoft Word – Thesis\_2.docx; [www.uni-marburg.de](http://www.uni-marburg.de) (2020)

García-Montero C, Fraile-Martínez O, Gómez-Lahoz A: Nutritional Components in western diet versus Mediterranean diet at the gut microbiota – immune system interplay for health and disease. *Nutrients* 13, 699 (2021)

Geisenberger S: Zuviel Salz bremst Fresszellen aus. *Idw-online* (30.04.2021)

Gombart AF, Pierre A, Maggini S: A review of micronutrients and the immune system-working in harmony to reduce the risk of infection. *Nutrients* 12, 236 (2020)

Green WD, Beck MA: Obesity impairs the adaptive immune response to influenza virus. *Ann Am Thor Soc* 14, S406–S409 (2017)

Gröber U, Holzhauser P, Kisters K: Immunrelevante Mikronährstoffe bei viralen Atemwegsinfektionen. *Deutsche Zeitschrift für Onkologie* 52, 51–56 (2020)

- Hahn A, Ströhle A, Wolters M: Ernährung – Physiologische Grundlagen, Prävention, Therapie. 3. Aufl., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart (2016)
- Hahne D: Eine hohe Diversität von Darmbakterien ist günstig. Deutsches Ärzteblatt 114, A222–A223 (2017)
- Han SJ, Zaretsky AG; Andrade-Oliveira V et al.: White adipose tissue is a reservoir for memory T cells and promotes protective memory responses to infection. *Immunity* 47, 1154–1168 (2017)
- Harvard School: Nutrition and immunity (2021)
- Hauner H: Ernährung während der Corona-Pandemie Prof. Hans Hauner: Ernährung fürs Immunsystem. Foodforum Magazin (foodforum-magazin.de); aufgerufen im Oktober 2021
- Hemilä H, Haukka J, Alho M et al.: Zinc acetate lozenges for the treatment of the common cold: a randomized controlled trial. *BMJ Open* 10 (2020)
- Journal für Ernährungsmedizin: Futter fürs Immunsystem: Die Mischung macht's. www.jem.at (2020)
- Knies JM: Sekundäre Pflanzenstoffe, Teil 2. ErnährungsUmschau 9, M564–M554 (2019)
- Lorentz A: Vegetarische und Vegane Ernährung und Immunsystem. Vortrag bei der 2. Digitalen Ernährungsfachtagung der DGE Sektion MV „Ernährung und Immunsystem – Was ist möglich?“ am 28.10.2021
- Lütznert N, Bayer W, Schmidt KH: Die mikrobielle Darmflora und unser Immunsystem. *Ernährung & Medizin* 30, 151–155 (2015)
- Molendijk I, Van der Marel S, Maljaars PW: Towards a food pharmacy: Immunologic modulation through diet. *Nutrients* 11, 1239 (2019)
- Reider CA, Chung RY, Devarshi PP et al.: Inadequacy of Immune Health Nutrients: Intakes in US Adults, the 2005-2016 NHANES. *Nutrients* 12 (6), 1735 (2020)
- Ströhle A: Auf der Suche nach der optimalen Dosis. *UGBforum* 4, 166–168 (2020)
- Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn: Studie aus Tansania: Traditionelle Ernährung verursacht weniger Entzündungen (11.02.2021)
- Universität Bonn: Ungesunde Nahrung macht das Immunsystem langfristig aggressiver (15.01.2018)
- Verbraucher Service Bayern: Immunsystem stärken – aber wie? (20.04.2020)
- Wertz O et al.: Human macrophages differentially produce specific resolving or leukotriene signals that depend on bacterial pathogenicity. *Nature Communications* 9; www.nature.com (2018)

## Immunologie und Darmmikrobiota

- Adak A, Khan MR: An Insight into Gut Microbiota and Its Functionalities. *Cellular and Molecular Life Sciences* 76 (3), 473–93 (2019); <https://doi.org/10.1007/s00018-018-2943-4>
- Belkaid Y, Harrison OJ: Homeostatic Immunity and the Microbiota – ScienceDirect. *Immunity* 46 (4), 562–76 (2017); [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1074761317301413?via%3Dihub](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1074761317301413?via%3Dihub)
- Burke KE, Lamont JT: Clostridium Difficile Infection: A Worldwide Disease. *Gut and Liver* 8 (1), 1–6 (2014)
- Chaplin DD: Overview of the Immune Response. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 125 (2), S345 (2010); <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S009167491000005-9>
- Cheng H, Xiong G, Dekun C, Ma W: The Th17/Treg Cell Balance: A Gut Microbiota-Modulate Story. *microorganisms* 583 (7) (2019)
- Grover M, Kashyap PC: Germ Free Mice as a Model to Study Effect of Gut Microbiota on Host Physiology. *Neurogastroenterology and Motility* 26 (6), 745–48 (2014)
- Jakubczyk D, Leszczyńska K, Górska S: The Effectiveness of Probiotics in the Treatment of Inflammatory Bowel Disease (ibd) – a Critical Review. *Nutrients* 12 (7), (2020)
- Manasa JS et al.: Role of the Normal Gut Microbiota. *World Journal of Gastroenterology* 21 (29), 8836–47 (2015)
- Lamas B, Natividad JM, Sokol H: Aryl Hydrocarbon Receptor and Intestinal Immunity Review-Article. *Mucosal Immunology* 11 (4), 1024–38 (2018); <http://dx.doi.org/10.1038/s41385-018-0019-2>
- Li YT et al.: Systematic Review with Meta-Analysis: Long-Term Outcomes of Faecal Microbiota Transplantation for Clostridium Difficile Infection. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics* 43 (4), 445–57 (2016)
- Lynch SV, Pedersen O: The Human Intestinal Microbiome in Health and Disease. *New England Journal of Medicine* 375 (24), 2369–79 (2016)
- Marchesi JR et al.: The Gut Microbiota and Host Health: A New Clinical Frontier. *Gut* 65 (2), 330–39 (2016)
- Morrison DJ, Preston T: Formation of Short Chain Fatty Acids by the Gut Microbiota and Their Impact on Human Metabolism. *Gut Microbes* 7 (3), 189–200 (2016); <http://dx.doi.org/10.1080/19490976.2015.1134082>
- Nishida A et al.: Gut Microbiota in the Pathogenesis of Inflammatory Bowel Disease. *Clinical Journal of Gastroenterology* 11 (1), 1–10 (2018); <https://doi.org/10.1007/s12328-017-0813-5>
- Rinninella E, Raoul P, Cintoni M et al.: What is the Healthy Gut Microbiota Composition? A Changing Ecosystem across Age, Environment, Diet, and Diseases. *Microorganisms* 7 (1), 14 (2019); doi:10.3390/microorganisms7010014
- Rooks MG, Garrett WS: Gut Microbiota, Metabolites and Host Immunity. *Nature Reviews Immunology* 16 (6), 341–52 (2016); [www.nature.com/articles/nri.2016.42](http://www.nature.com/articles/nri.2016.42)
- Routy B et al.: Gut Microbiome Influences Efficacy of PD-1-Based Immunotherapy against Epithelial Tumors. *Science* 359 (6371), 91–97 (2018)
- Segal J et al.: The Application of Omics Techniques to Understand the Role of the Gut Microbiota in Inflammatory Bowel Disease. *Therapeutic Advances in Gastroenterology* 12 (1–13), 1–12 (2019)
- Seksik P, Landman C: Understanding Microbiome Data: A Primer for Clinicians. *Digestive Diseases* 33 (suppl 1), 11–16 (2015)
- Stavropoulou E, Bezirtzoglou E: Probiotics in Medicine: A Long Debate. *Frontiers in Immunology* 11 (September), 1–20 (2020)
- Weiss GA, Hennet T: Mechanisms and Consequences of Intestinal Dysbiosis. *Cellular and Molecular Life Sciences* 74 (16), 2959–77 (2017)
- Zheng D, Liwinski T, Elinav E: Interaction between Microbiota and Immunity in Health and Disease. *Cell Research* 30 (6), 492–506 (2020); <http://dx.doi.org/10.1038/s41422-020-0332-7>
- Zilberman-Schapira G, Halpern Z, Segal E, Elinav E: Post-Antibiotic Gut Mucosal Microbiome Reconstitution Is Impaired by Probiotics and Improved by Autologous FMT Article Post-Antibiotic Gut Mucosal Microbiome Reconstitution Is Impaired by Probiotics and Improved by Autologous FMT. *Cell* 174 (6), 1406–1423.e16 (2018); <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.08.047>



## COVID-19 und Vitamin D: Zwischen Hype und Hope

- Abioye AI, Bromage S, Fawzi W: Effect of micronutrient supplements on influenza and other respiratory tract infections among adults: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Glob Health* 6 (1), e003176 (2021)
- Akbar MR, Wibowo A, Pranata R, Setiabudiawan B: Low Serum 25-hydroxyvitamin D (Vitamin D) Level Is Associated With Susceptibility to COVID-19, Severity, and Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Nutr* 8, 660420 (2021)
- Ali RM, Al-Shorbagy MY, Helmy MW, El-Abhar HS: Role of Wnt4/ $\beta$ -catenin, Ang II/TGF $\beta$ , ACE2, NF- $\kappa$ B, and IL-18 in attenuating renal ischemia/reperfusion-induced injury in rats treated with Vit D and pioglitazone. *Eur J Pharmacol* 831, 68–76 (2018)
- Amin HA, Drenos F: No evidence that vitamin D is able to prevent or affect the severity of COVID-19 in individuals with European ancestry: a Mendelian randomisation study of open data. *BMJ Nutr Prev Health* 4 (1), 42–48 (2021)
- Anweiler G, Corvaisier M, Gautier J, Dubée V, Legrand E, Sacco G, Anweiler C: Vitamin D Supplementation Associated to Better Survival in Hospitalized Frail Elderly COVID-19 Patients: The GERIA-COVID Quasi-Experimental Study. *Nutrients* 12 (11), 3377 (2020)
- Autier P, Boniol M, Pizot C et al.: Vitamin D status and ill health: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2, 76–89 (2014)
- Balogh G, de Boland AR, Boland R, Barja P: Effect of 1,25(OH)<sub>2</sub>-vitamin D(3) on the activation of natural killer cells: role of protein kinase C and extracellular calcium. *Exp Mol Pathol* 67 (2), 63–74 (1999)
- Bassatne A, Basbous M, Chakhtoura M, El Zein O, Rahme M, El-Hajj Fuleihan G: The link between COVID-19 and Vitamin D (VIVID): A systematic review and meta-analysis. *Metabolism* 119, 154753 (2021)
- Berger MM, Herter-Aeberli I, Zimmermann MB, Spieldecker J, Eggerdorfer M: Strengthening the immunity of the Swiss population with micronutrients: A narrative review and call for action. *Clin Nutr ESPEN* 43, 39–48 (2021)
- Bilezikian JP, Bikle D, Hewison M, Lazaretti-Castro M, Formenti AM, Gupta A, Madhavan MV, Nair N, Babalyan V, Hutchings N, Napoli N, Accili D, Binkley N, Landry DW, Giustina A: MECHANISMS IN ENDOCRINOLOGY: Vitamin D and COVID-19. *Eur J Endocrinol* 183 (5), R133–R147 (2020)
- Bischoff-Ferrari HA, Kressing RW, Meier C, Stute P. Empfehlungen zu Vitamin D im Rahmen der Covid-19-Pandemie für Geriater\*Innen und Hausärzte\*Innen. *J Gynäkol Endokrinol* CH 24, 39–42 (2021)
- Bishop E, Ismailova A, Dimeloe SK, Hewison M, White JH: Vitamin D and immune regulation: antibacterial, antiviral, anti-inflammatory. *JBM Plus* e10405 (2020)
- Boucher BJ: No evidence that vitamin D is able to prevent or affect the severity of COVID-19 in individuals with European ancestry: a Mendelian randomisation study of open data, by Amin et al. *BMJ Nutr Prev Health* 4 (1), 352–353 (2021)
- Brenner H, Schöttker B: Vitamin D Insufficiency May Account for Almost Nine of Ten COVID-19 Deaths: Time to Act. Comment on: „Vitamin D Deficiency and Outcome of COVID-19 Patients“. *Nutrients* 12 (12), 3642 (2020)
- Brenner H: Vitamin D Supplementation to Prevent COVID-19 Infections and Deaths-Accumulating Evidence from Epidemiological and Intervention Studies Calls for Immediate Action. *Nutrients* 13 (2), 411 (2021)
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): Vitamin D, das Immunsystem und Covid-19. Mitteilung Nr. 015/2021 des BfR vom 14. Mai 2021; [www.bfr.bund.de/cm/343/vitamin-d-das-immunsystem-und-covid-19.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/343/vitamin-d-das-immunsystem-und-covid-19.pdf)
- Butler-Laporte G, Nakanishi T, Mooser V, Morrison DR, Abdullah T, Adeleye O, Mamlouk N, Kimchi N, Afrasiabi Z, Rezk N, Giliberti A, Renieri A, Chen Y, Zhou S, Forgetta V, Richards JB: Vitamin D and COVID-19 susceptibility and severity in the COVID-19 Host Genetics Initiative: A Mendelian randomization study. *PLoS Med* 18 (6), e1003605 (2021)
- Calder PC: Nutrition and immunity: lessons for COVID-19. *Eur J Clin Nutr* 23, 1–10 (2021)
- Cashman KD, Kiely ME, Andersen R, Grønberg IM, Tetens I, Tripkovic L, Lanham-New SA, Lamberg-Allardt C, Adebayo FA, Gallagher JC, Smith LM, Satchell JM, Huang Q, Ng K, Yuan C, Giovannucci EL, Rajakumar K, Patterson CG, Öhlund I, Lind T, Åkeson PK, Ritz C: Individual participant data (IPD)-level meta-analysis of randomised controlled trials to estimate the vitamin D dietary requirements in dark-skinned individuals resident at high latitude. *Eur J Nutr* Oct 27 (2021); doi: 10.1007/s00394-021-02699-6. Epub ahead of print. PMID: 34705075
- Cashman KD, Ritz C, Kiely M, Odin Collaborators: Improved Dietary Guidelines for Vitamin D: Application of Individual Participant Data (IPD)-Level Meta-Regression Analyses. *Nutrients* 9 (5), 469 (2017)
- Chakhtoura M, El Hajj Fuleihan G: Reply to Vitamin D deficiency in COVID-19: mixing up cause and consequence. *Metabolism* 115, 154462 (2021)
- Charoenngam N, Shirvani A, Holick MF: Vitamin D and Its Potential Benefit for the COVID-19 Pandemic. *Endocr Pract* 27 (5), 484–493 (2021)
- Cheung CL, Cheung BMY: Vitamin D and COVID-19: causal factor or bystander? *Postgrad Med J* 97 (1149), 413–414 (2021)
- Crafa A, Cannarella R, Condorelli RA, Mongiò LM, Barbagallo F, Aversa A, La Vignera S, Calogero AE. Influence of 25-hydroxy-cholecalciferol levels on SARS-CoV-2 infection and COVID-19 severity: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine* 37, 100967 (2021)
- Damascena AD, Azevedo LMG, Oliveira TA, Santana JDM, Pereira M: Adendum to vitamin D deficiency aggravates COVID-19: systematic review and meta-analysis. *Crit Rev Food Sci Nutr* 12, 1–6 (2021)
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE e. V.): Zum Zusammenhang zwischen der Vitamin-D-Zufuhr bzw. dem Vitamin-D-Status und dem Risiko für eine SARS-CoV-2-Infektion sowie der Schwere des Verlaufs einer Covid-19-Erkrankung – ein Überblick über die Studienlage (Stand 11. Januar 2021); [www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/vitamin-d-und-covid-19/](http://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/vitamin-d-und-covid-19/)
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA): Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of vitamin D. *EFSA Journal* 10 (7), 2813 (45 pp.) (2012); doi:10.2903/j.efsa.2012.2813; [www.efsa.europa.eu/efsajournal](http://www.efsa.europa.eu/efsajournal)
- Funk CD, Laferrière C, Ardakani A: A Snapshot of the Global Race for Vaccines Targeting SARS-CoV-2 and the COVID-19 Pandemic. *Front Pharmacol* 11, 937 (2020)
- Ghasemian R, Shamshirian A, Heydari K, Malekan M, Alizadeh-Navaei R, Ebrahimzadeh MA, Ebrahimi Warkiani M, Jafarpour H, Razavi Bazaz S, Rezaei Shahmirzadi A, Khodabandeh M, Seyfari B, Motamedzadeh A, Dadgostar E, Aalinezhad M, Sedaghat M, Razzaghi N, Zarandi B, Asadi A, Yaghoubi Naei V, Beheshti R, Hessami A, Azizi S, Mohseni AR, Shamshirian D: The role of vitamin D in the age of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Int J Clin Pract* 29, e14675 (2021)
- Ginde AA, Mansbach JM, Camargo CA Jr: Association between serum 25-hydroxyvitamin D level and upper respiratory tract infection in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Intern Med* 169 (4), 384–90 (2009)
- Grant WB, Lahore H, McDonnell SL, Baggerly CA, French CB, Aliano JL, Bhattoa HP: Evidence that Vitamin D Supplementation Could Reduce Risk of Influenza and COVID-19 Infections and Deaths. *Nutrients* 12 (4), 988 (2020)
- Harvey NC, Cooper C, Raisi-Estabragh Z: Vitamin D and COVID-19 disease: don't believe everything you read in the papers! Reply to Dr William B. Grant. *Aging Clin Exp Res* 1–3 (2021)
- Hetta HF, Muhammad K, El-Masry EA, Taha AE, Ahmed EA, Phares C, Kader HA, Waheed Y, Zahran AM, Yahia R, Meshaal AK, El-Saber Batiha G: The interplay between vitamin D and COVID-19: protective or bystander? *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 25 (4), 2131–2145 (2021)
- Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, Krüger N, Herrler T, Erichsen S, Schiergens TS, Herrler G, Wu NH, Nitsche A, Müller MA, Drosten C, Pöhlmann S: SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell* 181 (2), 271–280. e8 (2020)

- Ismailova A, White JH. Vitamin D, infections and immunity. *Rev Endocr Metab Disord* 29, 1–13 (2021)
- Kazemi A, Mohammadi V, Aghababae SK, Golzarand M, Clark CCT, Babajafari S. Association of Vitamin D Status with SARS-CoV-2 Infection or COVID-19 Severity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Adv Nutr* Mar 5, nmab012 (2021); doi: 10.1093/advances/nmab012. Epub ahead of print
- Jolliffe DA, Camargo CA Jr, Sluyster JD, Aglipay M, Aloia JF, Ganmaa D, Bergman P, Bischoff-Ferrari HA, Borzutzky A, Damsgaard CT, Dubnov-Raz G, Esposito S, Gilham C, Ginde AA, Golan-Tripto I, Goodall EC, Grant CC, Griffiths CJ, Hibbs AM, Janssens W, Khadiiikar AV, Laaksi I, Lee MT, Loeb M, Maguire JL, Majak P, Mauger DT, Manaseki-Holland S, Murdoch DR, Nakashima A, Neale RE, Pham H, Rake C, Rees JR, Rosendahl J, Scragg R, Shah D, Shimizu Y, Simpson-Yap S, Trilok-Kumar G, Urashima M, Martineau AR: Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory infections: a systematic review and meta-analysis of aggregate data from randomised controlled trials. *Lancet Diabetes Endocrinol* 9 (5), 276–292 (2021)
- Jolliffe DA, Griffiths CJ, Martineau AR: Vitamin D in the prevention of acute respiratory infection: systematic review of clinical studies. *J Steroid Biochem Mol Biol* 136, 321–329 (2013)
- Kluge S, Janssens U, Spinner CD, Pfeifer M, Marx G, Karagiannidis C; Guideline group. Clinical Practice Guideline: Recommendations on Inpatient Treatment of Patients with COVID-19. *Dtsch Arztebl Int* 118 (Forthcoming), 1–7 (2021)
- Lawlor DA, Tilling K, Davey Smith G: Triangulation in aetiological epidemiology. *Int J Epidemiol* 45 (6), 1866–1886 (2016)
- Li Y, Tong CH, Bare LA, Devlin JJ: Assessment of the Association of Vitamin D Level With SARS-CoV-2 Seropositivity Among Working-Age Adults. *JAMA Netw Open* 4 (5), e2111634 (2021)
- Liu N, Sun J, Wang X, Zhang T, Zhao M, Li H: Low vitamin D status is associated with coronavirus disease 2019 outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Int J Infect Dis* 104, 58–64 (2021)
- Malin JJ, Spinner CD, Janssens U, Welte T, Weber-Carstens S, Schälte G, Gastmeier P, Langer F, Wepler M, Westhoff M, Pfeifer M, Rabe KF, Hoffmann F, Böttiger BW, Weinmann-Menke J, Kersten A, Berlit P, Krawczyk M, Nehls W, Fichtner F, Laudi S, Stegemann M, Skoetz N, Nothacker M, Marx G, Karagiannidis C, Kluge S: Key summary of German national treatment guidance for hospitalized COVID-19 patients: Key pharmacologic recommendations from a national German living guideline using an Evidence to Decision Framework (last updated 17.05.2021). *Infection* 6, 1–14 (2021)
- Manson JE, Bassuk SS: Commentary. Eliminating vitamin D deficiency during the COVID-19 pandemic: A call to action. *Metabolism* 112, 154322 (2020)
- Maretzke F, Bechthold A, Egert S, Ernst JB, Melo van Lent D, Pilz S, Reichrath J, Stangl GI, Stehle P, Volkert D, Wagner M, Waizenegger J, Zittermann A, Linseisen J: Role of Vitamin D in Preventing and Treating Selected Extraskeletal Diseases – An Umbrella Review. *Nutrients* 12 (4), 969 (2020)
- Martineau AR, Jolliffe DA, Greenberg L, Aloia JF, Bergman P, Dubnov-Raz G, Esposito S, Ganmaa D, Ginde AA, Goodall EC, Grant CC, Janssens W, Jensen ME, Kerley CP, Laaksi I, Manaseki-Holland S, Mauger D, Murdoch DR, Neale R, Rees JR, Simpson S, Stelmach I, Trilok Kumar G, Urashima M, Camargo CA, Griffiths CJ, Hooper RL: Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory infections: individual participant data meta-analysis. *Health Technol Assess* 23 (2), 1–44 (2019)
- McCartney DM, Byrne DG: Optimisation of Vitamin D Status for Enhanced Immuno-protection Against Covid-19. *Ir Med J* 113 (4), 58 (2020)
- Mercola J, Grant WB, Wagner CL: Evidence Regarding Vitamin D and Risk of COVID-19 and Its Severity. *Nutrients* 12 (11), 3361 (2020)
- Mukamal KJ, Stampfer MJ, Rimm EB: Genetic instrumental variable analysis: time to call mendelian randomization what it is. The example of alcohol and cardiovascular disease. *Eur J Epidemiol* 35 (2), 93–97 (2020)
- Monlezun DJ, Bittner EA, Christopher KB, Camargo CA, Quraishi SA: Vitamin D status and acute respiratory infection: cross sectional results from the United States National Health and Nutrition Examination Survey, 2001–2006. *Nutrients* 7 (3), 1933–44 (2015)
- Nagpal S, Na S, Rathnachalam R: Noncalcemic actions of vitamin D receptor ligands. *Endocr Rev* 26 (5), 662–87 (2005)
- Oscanoa TJ, Amado J, Vidal X, Laird E, Ghashut RA, Romero-Ortuno R: The relationship between the severity and mortality of SARS-CoV-2 infection and 25-hydroxyvitamin D concentration – a metaanalysis. *Adv Respir Med* 89 (2), 45–157 (2021)
- Panarese A, Shahini E: Letter: Covid-19, and vitamin D. *Aliment Pharmacol Ther* 51 (10), 993–995 (2020)
- Pereira M, Dantas Damascena A, Galvão Azevedo LM, de Almeida Oliveira T, da Mota Santana J: Vitamin D deficiency aggravates COVID-19: systematic review and meta-analysis. *Crit Rev Food Sci Nutr* 4, 1–9 (2020)
- Petrelli F, Luciani A, Perego G, Dognini G, Colombelli PL, Ghidini A: The therapeutic and prognostic role of vitamin D for COVID-19 infection: A systematic review and meta-analysis of 43 observational studies. *J Steroid Biochem Mol Biol* 211, 105883 (2021)
- Qayyum S, Mohammad T, Slominski RM, Hassan MI, Tuckey RC, Raman C, Slominski AT: Vitamin D and lumisterol novel metabolites can inhibit SARS-CoV-2 replication machinery enzymes. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 321 (2), E246–E251 (2021)
- Raisi-Estabragh Z, Martineau AR, Curtis EM, Moon RJ, Darling A, Lanham-New S, Ward KA, Cooper C, Munroe PB, Petersen SE, Harvey NC: Vitamin D and coronavirus disease 2019 (COVID-19): rapid evidence review. *Aging Clin Exp Res* 33 (7), 2031–2041 (2021)
- Revez JA, Lin T, Qiao Z, Xue A, Holtz Y, Zhu Z, Zeng J, Wang H, Sidorenko J, Kemper KE, Vinkhuysen AAE, Frater J, Eyles D, Burne THJ, Mitchell B, Martin NG, Zhu G, Visscher PM, Yang J, Wray NR, McGrath JJ: Genome-wide association study identifies 143 loci associated with 25 hydroxyvitamin D concentration. *Nat Commun* 11 (1), 1647 (2020)
- Shah K, V P V, Pandya A, Saxena D: Low vitamin D levels and prognosis in a COVID-19 paediatric population: a systematic review. *QJM* 22, hcab202 (2021)
- Smolders J, van den Ouweland J, Geven C, Pickkers P, Kox M: Letter to the Editor: Vitamin D deficiency in COVID-19: Mixing up cause and consequence. *Metabolism* 115, 154434 (2021)
- Song Y, Qayyum S, Greer RA, Slominski RM, Raman C, Slominski AT, Song Y: Vitamin D3 and its hydroxyderivatives as promising drugs against COVID-19: a computational study. *J Biomol Struct Dyn* 20, 1–17 (2021)
- Ströhle A, Hahn A: Auf der Suche nach dem evidenzbasierten Gral – Ernährungswissenschaftliche Aussagen im Zeitalter der evidenzbasierten Medizin. *Aktuel Ernähr Med* 35 (6), 316–328 (2010)
- Ströhle A, Hahn A: Nährstoffsupplemente – Möglichkeiten und Grenzen. Teil 5: Supplemente in der Primärprävention – Methodologische Aspekte. *Med Monats Pharm* 37, 13–26 (2014)
- Stroehlein JK, Wallqvist J, Iannizzi C, Mikolajewska A, Metzendorf MI, Benstoem C, Meybohm P, Becker M, Skoetz N, Stegemann M, Piechotta V: Vitamin D supplementation for the treatment of COVID-19: a living systematic review. *Cochrane Database Syst Rev* 5 (5), CD015043 (2021)
- Schuetz P, Gregoriano C, Keller U: Supplementation of the population during the COVID-19 pandemic with vitamins and micronutrients – how much evidence is needed? *Swiss Med Wkly* 151, w20522 (2021)
- Sungnak W, Huang N, Bécavin C, Berg M, Queen R, Litvinukova M, Talavera-López C, Maatz H, Reichart D, Sampaziotis F, Worlock KB, Y oshida M, Barnes JL; HCA Lung Biological Network: SARS-CoV-2 entry factors are highly expressed in nasal epithelial cells together with innate immune genes. *Nat Med* 26 (5), 681–687 (2020)
- Teshome A, Adane A, Girma B, Mekonnen ZA: The Impact of Vitamin D Level on COVID-19 Infection: Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Public Health* 9, 624559 (2021)

Teymoori-Rad M, Shokri F, Salimi V, Marashi SM: The interplay between vitamin D and viral infections. *Rev Med Virol* 29 (2), e2032 (2019)

Thacher TD: Vitamin D and COVID-19. *Mayo Clin Proc* 96 (4), 838–840 (2021)

Wang R, DeGruttola V, Lei Q, Mayer KH, Redline S, Hazra A, Mora S, Willett WC, Ganmaa D, Manson JE: The vitamin D for COVID-19 (VIVID) trial: A pragmatic cluster-randomized design. *Contemp Clin Trials* 100, 106176 (2021b)

Wang Z, Joshi A, Leopold K, Jackson S, Christensen S, Nayfeh T, Mohammed K, Creo A, Tebben P, Kumar S. Association of vitamin D deficiency with COVID-19 infection severity: Systematic review and meta-analysis. *Clin Endocrinol (Oxf)* Jun 23 (2021a)

Wang C, Wang S, Li D, Chen P, Han S, Zhao G, Chen Y, Zhao J, Xiong J, Qiu J, Wei DQ, Zhao J, Wang J. Human Cathelicidin Inhibits SARS-CoV-2 Infection: Killing Two Birds with One Stone. *ACS Infect Dis* 7 (6), 1545–1554 (2021c)

Xu J, Yang J, Chen J, Luo Q, Zhang Q, Zhang H. Vitamin D alleviates lipopolysaccharide-induced acute lung injury via regulation of the renin-angiotensin system. *Mol Med Rep* 16 (5), 7432–7438 (2017)

Zdrenghea MT, Makrinioti H, Bagacean C, Bush A, Johnston SL, Stanciu LA: Vitamin D modulation of innate immune responses to respiratory viral infections. *Rev Med Virol* 27 (1), (2017)

Ziegler CGK, Allon SJ, Nyquist SK, Mbanjo IM, Miao VN, Tzouanas CN, Cao Y, Yousif AS, Bals J, Hauser BM, Feldman J, Muus C, Wadsworth MH 2nd, Kazer SW, Hughes TK, Doran B, Gatter GJ, Vukovic M, Taliaferro F, Mead BE, Guo Z, Wang JP, Gras D, Plaisant M, Ansari M, Angelidis I, Adler H, Sucre JMS, Taylor CJ, Lin B, Waghayra A, Mitsialis V, Dwyer DF, Buchheit KM, Boyce JA, Barrett NA, Laidlaw TM, Carroll SL, Colonna L, Tkachev V, Peterson CW, Yu A, Zheng HB, Gideon HP, Winchell CG, Lin PL, Bingle CD, Snapper SB, Kropski JA, Theis FJ, Schiller HB, Zaragosi LE, Barbry P, Leslie A, Kiem HP, Flynn JL, Fortune SM, Berger B, Finberg RW, Kean LS, Garber M, Schmidt AG, Lingwood D, Shalek AK, Ordovas-Montanes J; HCA Lung Biological Network lung-network@humancellatlas.org, HCA Lung Biological Network: SARS-CoV-2 Receptor ACE2 Is an Interferon-Stimulated Gene in Human Airway Epithelial Cells and Is Detected in Specific Cell Subsets across Tissues. *Cell* 181 (5), 1016–1035.e19 (2020)

## WISSEN

### Darmbakterien schärfen Gedächtnis bei Hummeln

Quelle: Queen Mary University of London, *Nature Communications*; doi: 10.1038/s41467-021-26833-4

### Adipositas: familiäre Vorbelastung zeigt sich im Gehirn

Quelle: Kantonen T (Universität Turku, Finnland) et al.: *International Journal of Obesity*; doi: 10.1038/s41366-021-00996-y

### Bitterschokolade macht froh

Quelle: S J-H et al.: Consumption of 85 % cocoa dark chocolate improves mood in association with gut microbial changes in healthy adults: a randomized controlled trial. *Journal of Nutritional Biochemistry*; doi: 10.1016/j.jnutbio.2021.108854

### Beobachtungsstudien – besser als ihr Ruf?!

Quellen:

Schwingshackl L, Balduzzi S, Beyerbach J et al.: Evaluating agreement between bodies of evidence from randomised controlled trials and cohort studies in nutrition research: meta-epidemiological study. *BMJ* Sep 15; 374: n1864 (2021); doi: 10.1136/bmj.n1864

[www.cochrane.de](http://www.cochrane.de) (15.09.2021); <https://fet-ev.eu/>

### Von der hochkalorischen Diät zum erhöhten Risiko für Magen-Darm-Krebs

Originalpublikation: Aliluev et al.: Diet-induced alteration of intestinal stem cell function underlies obesity and prediabetes in mice. *Nature Metabolism* (2021); doi: 10.1038/s42255-021-00458-9

### Kinder und Jugendliche: Gewichtsentwicklung und Freizeitverhalten im Lockdown

Quellen:

Woolford SJ, Sidell M, Li X, Else V, Young DR, Resnicow K, Koebnick C: Changes in Body Mass Index Among Children and Adolescents During the COVID-19 Pandemic. *JAMA* 326 (14), 1434–1436 (2021)

Deutsches Zentrum für Suchtfragen des Kindes- und Jugendalters (DZSKJ) am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) in Zusammenarbeit mit der DAK: Mediensucht während der Corona-Pandemie: Längsschnittstudie zu Gaming und Social Media: [www.dak.de/dak/bundesthemen/mediensucht-steigt-in-corona-pandemie-stark-an-2508248.html#/](http://www.dak.de/dak/bundesthemen/mediensucht-steigt-in-corona-pandemie-stark-an-2508248.html#/)

Profeta A, Enneking U, Smetana S, Heinz V, Kirchner C: Der Einfluss der Corona-Pandemie auf den Lebensmittelkonsum der Verbraucher – Vulnerabilität der Haushalte mit Kindern und Einkommensverlusten. *Berichte über Landwirtschaft – Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 99 (2021)



## Messesplitter Anuga

### Weitere Informationen:

[https://taste.anuga.de/neuheitendatenbank/index.php?utm\\_source=mailingwork&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=B\\_0025\\_BW\\_NL28\\_5Messestag\\_DE&utm\\_term=Neuheiten\\_DE](https://taste.anuga.de/neuheitendatenbank/index.php?utm_source=mailingwork&utm_medium=email&utm_campaign=B_0025_BW_NL28_5Messestag_DE&utm_term=Neuheiten_DE)

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1100436/umfrage/marktentwicklung-von-fleischersatzprodukten-nach-produktgruppen>

## WUNSCHTHEMA

### Ernährung und Immunsystem im Ayurveda

AYUSH: [www.ayush.gov.in/docs/123.pdf](http://www.ayush.gov.in/docs/123.pdf)

Deb A, Barua S, Das B: Pharmacological activities of Baheda (*Terminalia bellerica*): A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 5 (1), 194–197 (2016); [www.phytojournal.com/archives/2016/vol5issue1/PartC/4-4-28.pdf](http://www.phytojournal.com/archives/2016/vol5issue1/PartC/4-4-28.pdf)

Belapurkar P, Tiwari-Barua PG, Preeti: Immunomodulatory effects of triphala and its individual constituents: A review. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* 76 (6), 467–475 (2014); doi: 10.4103/0250-474X.147214

Chaudhari S, Ruknuddin G, Prajapati P: Therapeutic potentials of Tamra (copper) and its alloys A review through Brihatrayi. *IJAM* 1–10 (2014); [www.researchgate.net/publication/272508852\\_Therapeutic\\_potentials\\_of\\_Tamra\\_copper\\_and\\_its\\_alloys\\_A\\_review\\_through\\_Brihatrayi](http://www.researchgate.net/publication/272508852_Therapeutic_potentials_of_Tamra_copper_and_its_alloys_A_review_through_Brihatrayi)

Choudhary N, Singh VA: A census of *P. longum*'s phytochemicals and their network pharmacological evaluation for identifying novel drug-like molecules against various diseases, with a special focus on neurological disorders. *PLoS ONE* 13 (1), e0191006 (2018); <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191006>

Cohen MM, Tulsi: *Ocimum sanctum*: A herb for all reasons. *J Ayurveda Integr Med* 5 (4), 251–259 (2014); doi: 10.4103/0975-9476.146554

Jagetia GC, Aggarwal BB: „Spicing up“ of the immune system by curcumin. *J Clin Immunol* 27 (1), 19–35 (2007); doi:10.1007/s10875-006-9066-7

Jamshidi N, Cohen MM: The Clinical Efficacy and Safety of Tulsi in Humans: A Systematic Review of the Literature. *Evid Based Complement Alternat Med* 9217567 (2017); doi 10.1155/2017/9217567

Meghwal M, Goswami TK: *Piper nigrum* and Piperine: An Update. *Phytotherapy Research* 27 (8), 1121–1130 (2013); <https://doi.org/10.1002/ptr.4972>

MoH, Ministry of Health and Welfare, India: Ayurveda post-Covid Protocol of Indian Health and Welfare Ministry; [www.mohfw.gov.in/pdf/Post-COVID13092020.pdf](http://www.mohfw.gov.in/pdf/Post-COVID13092020.pdf)

Nemetchek MD, Stierle AA, Stierle DB, Lurie DI: The Ayurvedic plant *Bacopa Monnieri* inhibits inflammatory pathways in the brain. *J Ethnopharmacol* 197, 92–100 (2017); doi: 10.1016/j.jep.2016.07.073

Rahmani AH, Alsahli MA, Aly Salah M, Khan Masood A, Aldebasi Yousef H: Role of Curcumin in Disease Prevention and Treatment. *Adv Biomed Res* 7, 38 (2018); doi: 10.4103/abr.abr\_147\_16

Rao Bhagya V, Srikumar BN, Rao Byrathnahalli SS: Herbal Remedies to Treat Anxiety Disorders. *Different Views of Anxiety Disorders*; doi: 10.5772/23511

Rawat N, Roushan R: GUDUCHI; A POTENTIAL DRUG IN AYURVEDA. 7, 355–361(2018); 10.20959/wjpr201812-12674; [www.researchgate.net/publication/331087814\\_GUDUCHI\\_A\\_POTENTIAL\\_DRUG\\_IN\\_AYURVEDA](http://www.researchgate.net/publication/331087814_GUDUCHI_A_POTENTIAL_DRUG_IN_AYURVEDA)

Rosenberg Europäische Akademie für Ayurveda: Keynote von Staatssekretär Vaidya Rajesh Kotecha im Rahmen der Eröffnung des 22. Internationalen Ayurveda Symposiums 2020. Aufzeichnung vom 11.09.2020; <https://vimeo.com/showcase/7546913/video/457214998>

Schmidt MG, Attaway HH, Sharpe PA et al.: Sustained reduction of microbial burden on common hospital surfaces through introduction of copper. *J Clin Microbiol* 50 (7), 2217–23 (2012); doi: 10.1128/JCM.01032-12

Sharma V, Chaudhary AK: Concepts of Dhatu Siddhanta (theory of tissues formation and differentiation) and Rasayana; probable predecessor of stem cell therapy. *Ayu* 35 (3), 231–236 (2014); doi: 10.4103/0974-8520.153731

Sharma M, Pandey G, Verma K: Antioxidant, immunomodulatory and anticancer activities of *Embolica officinalis*: An overview. *International Research Journal of Pharmacy* 2, 38–42 (2011); [www.researchgate.net/publication/270220195\\_Antioxidant\\_immunomodulatory\\_and\\_anticancer\\_activities\\_of\\_Embolica\\_officinalis\\_An\\_overview](http://www.researchgate.net/publication/270220195_Antioxidant_immunomodulatory_and_anticancer_activities_of_Embolica_officinalis_An_overview)

Shoba G, Joy D, Joseph T, Majeed M, Rajendran R, Srinivas PS: Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. *Planta Med* 64 (4), 353–356 (1998); doi:10.1055/s-2006-957450

Silvester W: (Ayurveda-)Ernährung für ein starkes Immunsystem (2020)

Warnes SL, Little ZR, Keevil CW: Human Coronavirus 229E Remains Infectious on Common Touch Surface Materials. *mBio* 6 (6), e01697–15 (2015); doi: 10.1128/mBio.01697-15

Yamada K, Hung P, Park TK et al.: A comparison of the immunostimulatory effects of the medicinal herbs *Echinacea*, *Ashwagandha* and *Brahmi*. *J Ethnopharmacol* 137 (1), 231–5 (2011); doi: 10.1016/j.jep.2011.05.017

Ziauddin M, Phansalkar N, Patki P, Diwanay S, Patwardhan B: Studies on the immunomodulatory effects of *Ashwagandha*. *Journal of Ethnopharmacology* 50 (2), 69–76 (1996); [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(95\)01318-0](https://doi.org/10.1016/0378-8741(95)01318-0)

Zinöcker MK, Lindseth IA: The Western Diet – Microbiome-Host Interaction and Its Role in Metabolic Disease. *Nutrients* 10, 365 (2018); doi: 10.3390/nu10030365

## FOKUS NACHHALTIGKEIT

### Wo bleibt die Trendwende im globalen Ernährungssystem?

Food Systems 4 People: No to corporate food Systems! Yes to food sovereignty! [www.foodsystems4people.org/](http://www.foodsystems4people.org/), aufgerufen am 15.11.2021 (2021)

Nguyen H: Sustainable Food Systems: Concept and Framework. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rom (2018)

United Nations Food Systems Summit: Food Systems Summit Dialogues Gateway. <https://summitdialogues.org/>, aufgerufen am 15.11.2021 (2021a)

United Nations Food Systems Summit: Member state dialogue convenors and pathways. <https://summitdialogues.org/overview/member-state-food-systems-summit-dialogues/convenors/>, aufgerufen am 15.11.2021 (2021b)

United Nations Food Systems Summit – Scientific group: Scientific Group Reports. <https://sc-fss2021.org/materials/scientific-group-reports-and-briefs/>, aufgerufen am 15.11.2021 (2021)

Neufeld M, Hendriks S, Hugas M: Healthy Diet: A definition for the United Nations Food Systems Summit 2021. Center for Development Research (ZEF) in cooperation with the Scientific Group for the UN Food System Summit 2021, Bonn (2021)

Patton MQ, Podems D, Wildschut L, Roefs M, Silubonde T: Synthesis of Independent Dialogues. Report 2; [www.un.org/sites/un2.un.org/files/unfss\\_independent\\_dialogue\\_synthesis\\_report\\_2\\_0.pdf](http://www.un.org/sites/un2.un.org/files/unfss_independent_dialogue_synthesis_report_2_0.pdf), aufgerufen am 15.11.2021 (2021)

Von Braun J: Wege zu nachhaltigen Ernährungssystemen – der UN Food Systems Summit und wir. Keynote und Präsentation zum nationalen Dialog „Wege zu nachhaltigen Ernährungssystemen – Ein deutscher Beitrag für den UN Food Systems Summit 2021“; [www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BLE/UNFSS/Keynote-Braun.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/BLE/UNFSS/Keynote-Braun.pdf?__blob=publicationFile&v=4), aufgerufen am 15.11.2021 (2021)

von Braun J, Afsana K, Fresco LO, Hassan M, Torero M: Food system concepts and definitions for science and political action. *Nature Food* 2, 748–750 (2021a); <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00361-2>

Von Braun J, Afsana K, Fresco LO, Hassan M (Hrsg.): Science and innovations for Food Systems Transformation and Summit Actions. Papers by the Scientific Group and its partners in support of the UN Food System Summit. Bonn: Center for Development Research (ZEF) in cooperation with the Scientific Group for the UN Food System Summit 2021 (2021b)

Welthungerhilfe: Hungrig nach Wandel. Was die Bundesregierung auf dem UN-Gipfel zu Ernährungssystemen erreichen sollte; [www.welthungerhilfe.de/aktuelles/publikation/detail/hungrig-nach-wandel/](http://www.welthungerhilfe.de/aktuelles/publikation/detail/hungrig-nach-wandel/), aufgerufen am 15.11.2021 (2021)

## METHODIK & DIDAKTIK

### Stress verstehen – Stress reduzieren

#### Zum Weiterlesen:

Trökes A, Cramer H: Mit Yoga zur Selbstheilung – Übungen zur Stärkung unseres Immunsystems. Herder (2019)

Bush AD: Das kleine Buch der Ruhe und Gelassenheit: Ganz entspannt die Stürme des Alltags meistern. Wilhelm Heyne (2017)

Kabat-Zinn J, Leinhard V: Stressbewältigung durch die Praxis der Achtsamkeit. CD mit Begleitheft zur Achtsamkeitsmeditation und zum Bodyscan. arbor (2014)

## LEBENSMITTELVERARBEITUNG

### Lebensmittel als disperse Systeme Emulsionen, Suspensionen und Schäume

Berton-Carabin CC, Schroën K: Pickering emulsions for food applications: Background, trends, and challenges. *Annual Review of Food Science and Technology* 6, 263–297 (2015)

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): Gesundheitliche Bewertung von Erfrischungsgetränken mit zugesetzten bromierten Pflanzenölen (Stellungnahme Nr. 023/2014 des BfR vom 4. Juli 2014); [www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de)

Reynolds RC, Chappel CI: Sucrose acetate isobutyrate (SAIB): Historical aspects of its use in beverages and a review of toxicity studies prior to 1998. *Food and Chemical Toxicology* 36, 81–93 (1998)

Roth K: Von Vollmilch bis bitter, edelste Polymorphie. *Chemie in unserer Zeit* 39, 416–428 (2005)

Roth K: Von der Sauce Vinaigrette zur Mayonnaise. *Chemie in unserer Zeit* 42, 160–172 (2008)

Schubert H: Emulgiertechnik: Grundlagen, Verfahren und Anwendungen. Behr's, Hamburg (2005)

Schuchmann H, Schuchmann HP: Lebensmittelverfahrenstechnik. Wiley-VCH, Weinheim (2005)

Schulze-Schlarmann J, Stubenrauch C: Die Träume von den Schäumen. *Chemie in unserer Zeit* 41, 364–374 (2007)

Tscheuschner H-D: Gründzüge der Lebensmitteltechnik. Behr's Hamburg (1996)

van Vliet T, Walstra P: Dispersed systems: Basic considerations. In: Damodaran S, Parkin KL (eds.): *Fennema's Food Chemistry*. CRC Press, Boca Raton, 467–539 (2017)

## FORUM

## #easyfoodbw: Zielgruppengerechte, außerschulische Ernährungsbildungsangebote für junge Erwachsene

Albert, A. et al.: Jugend 2019. Eine Generation meldet sich zu Wort. Beltz Verlag, Weinheim (2019)

Bartsch S: Jugendesskultur: Bedeutungen des Essens für Jugendliche im Kontext Familie und Peergroup. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), Köln (2008a)

Bartsch S: Essstile von Männern und Frauen. ErnährungsUmschau 11 (8), 672–680 (2008b)

Bartsch S et al.: Ernährungsbildung – Standort und Perspektiven. ErnährungsUmschau (2), 84–95 (2013); doi 10.4455/eu.2013.007

Bartsch S, Methfessel B: Ernährungskompetenz in einer globalisierten (Ess-)Welt. Ernährung im Fokus (03-04), 68–73 (2016)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL, Hrsg.): Deutschland, wie es isst. Der BMEL-Ernährungsreport 2021. Berlin (2021)

Brombach C et al.: Was bleibt, was ändert sich? Eine 3-Generationen-Studie zum Verzehr von und Umgang mit Lebensmitteln. Ernährungs-Umschau (11), 171–177 (2014); doi: 10.4455/eu.2014.029

Freund AM, Nikitin J: Junges und mittleres Erwachsenenalter. In: Schneider W, Lindenberg U (Hrsg.): Entwicklungspsychologie. 8. Aufl., Beltz, Weinheim, 265–290 (2018)

Heseker H et al.: REVIS Modellprojekt. Reform der Ernährungs- und Verbraucherbildung in Schulen 2003–2005. Paderborn (2005)

Heseker H et al.: Ernährungsbezogene Bildungsarbeit in Kitas und Schulen (ErnBildung). Schlussbericht für das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2018)

Kirchem S, Waack J: Personas entwickeln für Marketing, Vertrieb und Kommunikation. Springer Fachmedien, Wiesbaden (2021)

Kolpatzik K, Zaunbrecher R (Hrsg.): Ernährungskompetenz in Deutschland. AOK Bundesverband, Berlin (2020)

Lührmann P: Anspruch und Rahmenbedingungen von Ernährungsbildung in der Schule. In: Heindl I, Rademacher C (Hrsg.): Ernährungsbildung der Zukunft.: Umschau Zeitschriftenverlag, Wiesbaden, 23–34 (2019)

Max-Rubner-Institut: Nationale Verzehrstudie II. Max-Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe (2008)

Mensink GBM et al.: EsKiMo II – Die Ernährungsstudie als KiGGS-Modul. Robert Koch-Institut (Hrsg.), Berlin (2020)

Rößler-Hartmann M: Die Ernährungsversorgung als Lernfeld im Alltag der Jugendlichen. Dr. Kovac, Hamburg (2007)

Scholz L: Methoden-Kiste. Methoden für Schule und Bildungsarbeit. 9. Aufl., Bundeszentrale für politische Bildung (Hrsg.), Bonn (2020)

Vidgen HA, Gallegos D: Defining food literacy and its components. Appetite 76, 50–59 (2014); doi 10.1016/j.appet.2014.01.010

Winkler G: Mit Nudging das Essverhalten von Kindern und Jugendlichen beeinflussen. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin 3 (2020)

### Weitere Informationen:

[www.landeszentrum-bw.de](http://www.landeszentrum-bw.de)

Instagram: @ernaehrung\_bw

## PORTRÄT

## Spannende Zeiten für die Ernährungsforschung

Zehn Jahre „Joint Programming Initiative – A Healthy Diet for A Healthy Life“

**Zehn Jahre „Joint Programming Initiative – A Healthy Diet for A Healthy Life“**

### Weitere Informationen:

Faltblatt zu 10 Jahren JPI HDHL

Zeitplan 10 Jahre JPI HDHL

Über JPI HDHL

HDHL Research Agenda

Implementation Plan

### Spannende Zeiten für die Ernährungsforschung

**Weitere Informationen:** [www.healthydietforhealthylife.eu](http://www.healthydietforhealthylife.eu)