



9.2022

Das Wissenschaftsmagazin
der Deutschen Gesellschaft für Ernährung

WISSENSCHAFT 116

Genbasierte Ernährungsempfehlungen – Quo vadis?

WISSENSCHAFT 129

Die Food4Me-Studie. Hinweise auf Effektivität und Optimierungspotenziale Personalisierter Ernährung

WISSENSCHAFT 133

Das riecht aber gut! Zentrale Verarbeitung sensorischer Reize und der Einfluss auf das Essverhalten

Thema

Personalisierte Ernährung





September 2022

Das Wissenschaftsmagazin
der Deutschen Gesellschaft für Ernährung

WISSENSCHAFT 116

Genbasierte Ernährungsempfehlungen – Quo vadis?

WISSENSCHAFT 129

Die Food4Me-Studie. Hinweise auf Effektivität und Optimierungspotenziale Personalisierter Ernährung

WISSENSCHAFT 133

Das riecht aber gut! Zentrale Verarbeitung sensorischer Reize und der Einfluss auf das Essverhalten

Thema

Personalisierte Ernährung



Thema Personalisierte Ernährung



© AYDINOZON/Stock/Getty Images Plus

116



124

© Caiaimage/Martin Barraud/Stock/Getty Images Plus

Wissenschaft

Personalisierte Ernährung

116 Genbasierte Ernährungsempfehlungen – Quo vadis?

Personalisierte Ernährung

119 DGE-Arbeitsgruppe: Personalisierte Ernährung

Wissenschaft

Personalisierte Ernährung

124 Precision Nutrition. Erwartungen, Limitationen und ein SHOWCASE

Personalisierte Ernährung

129 Die Food4Me-Studie. Hinweise auf Effektivität und Optimierungspotenziale Personalisierter Ernährung

Wissenschaft

132 Machen Sie mit am nutritionDay 2022!

133 Das riecht aber gut! Zentrale Verarbeitung sensorischer Reize und der Einfluss auf das Essverhalten

138 Wie können wir umweltverträglicher essen und trinken?

Urheberrechtlich geschützt

Impressum

Erarbeitet und zusammengestellt vom Referat Fachmedien und Sektionskoordination der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE)

Godesberger Allee 136, 53175 Bonn
Tel.: 0228 3776-600, Fax: 0228 3776-800
E-Mail: DGEwissen@dge.de
Internet: www.dge.de

Redaktion

Klaus Schäbenthal (verantwortlich), Philine Lenz, Tanja Mahdavi, Susanne Mittag, Cordula Müller-Still, Dr. Kiran Virmani, Theresa Maria Werfel

Weitere Mitarbeiter*innen dieser Ausgabe

Dr. Gunda Backes, Prof. em. Dr. Hannelore Daniel, M. Sc. Isabel Galicia Ernst, Prof. Dr. Jessica Freiherr, Prof. Dr. Kurt M. Gedrich, Dr. Christina Holzapfel, Prof. Dr. Dorothee Volkert

Wissenschaftliche Beratung

Präsidium der DGE

ISSN 2699-5948

Mit Namen gekennzeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Verlag und Gesamtherstellung

Umschau Zeitschriftenverlag GmbH, Marktplatz 13, 65183 Wiesbaden

Koordination

Dr. Caroline Krämer, Dr. Udo Maid-Kohnert (verantwortlich), mpm Fachmedien, Pohlheim
Tel.: 06403 63772, Fax: 06403 68442

Layout

Nitin Gaßen

Layoutentwicklung

Bohm und Nonnen, Büro für Gestaltung, www.bnu.de

Bildnachweise Cover

© Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.; © AYDINOZON – stock.adobe.com; © bnenin – stock.adobe.com; © malp -- stock.adobe.com

Bezugsbedingungen

DGEwissen erscheint alle 2 Monate und wird der Ernährungs Umschau beigelegt. Für Mitglieder der DGE ist der Bezug des DGEwissen im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Bezugsbedingungen außerhalb der DGE-Mitgliedschaft: Jahresabonnement 38,00 Euro inkl. USt. und Versand (Inland), Ausland 39,25 Euro (inkl. Versand/ggf. zzgl. USt.).

Das Abonnement verlängert sich jeweils um ein weiteres Jahr, falls nicht 8 Wochen vor Ende des Kalenderjahres (DGE) bzw. 8 Wochen vor Ende des Bezugsjahres (Umschau Zeitschriftenverlag) eine Kündigung erfolgt. Erfüllungsort ist Frankfurt am Main.





© DGE

Aus der DGE

143 DGEwissen digital

Liebe Leser*innen,

diese Ausgabe begleitet das DGE-Symposium zur Personalisierten Ernährung. Sie ist taggenau und frei zugänglich zuerst in der DGEwissen App verfügbar, bevor die gedruckte Ausgabe erscheint. Für uns ist das eine Premiere und wir hoffen, dass Sie die Lektüre der digitalen Ausgabe mit den zusätzlichen Verlinkungen genießen werden.

Ziel des Symposiums und der DGE-Arbeitsgruppe Personalisierte Ernährung ist es, zum einen den Sachstand und die Entwicklungsperspektiven von Personalisierter Ernährung zu erörtern sowie zum anderen ein neues Konzept hierzu vorzulegen und den Diskurs dazu voranzutreiben. Die Arbeitsweise und die Themenfelder der Arbeitsgruppe erläutert ab Seite 119 deren Vorsitzende Professorin Hannelore Daniel. Von Dr. Christina Holzapfel erfahren Sie ab Seite 116, wohin sich genbasierte Ernährungsempfehlungen entwickeln können und Professor Kurt Gedrich ordnet dazu ab Seite 129 die Ergebnisse der Food4Me-Studie ein.

Mit modernster Technik kann heute die Nährstoffversorgung von Hochbetagten durch Anreicherung verbessert werden. Lesen Sie im zweiten Artikel von Professorin Hannelore Daniel ab Seite 124 mehr über die Erwartungen und Limitationen dieser Art der Präzisionsernährung. In diesem Zusammenhang möchten wir Ihnen ganz besonders den Last Call zum diesjährigen nutritionDay auf Seite 132 ans Herz legen.

Jenseits von Gesundheit beeinflussen aber auch andere Werte die Kaufentscheidung. So erörtert Dr. Gunda Backes in ihrem Artikel ab Seite 138 die Frage, wie eine umweltverträgliche Ernährung gelingen kann. Und ab Seite 133 erläutert Professorin Julia Freiherr die zentrale Verarbeitung sensorischer Reize und deren Einfluss auf das Essverhalten. Denn wer wurde noch nie von angenehmen Gerüchen zum Essen verführt?

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen!

Susanne Mittag

Im Namen des DGEwissen-Redaktionsteams

Bezug über die Deutsche Gesellschaft für Ernährung oder den Umschau Zeitschriftenverlag.

Bezugsbedingungen in Kombination mit einem Abonnement der Ernährungs Umschau auf Anfrage über den Umschau Zeitschriftenverlag.

Nachdruck – auch auszugsweise – sowie fotomechanische Wiedergabe und Übersetzung, Weitergabe mit Zusätzen, Aufdrucken und Aufklebern nur mit schriftlicher Genehmigung der DGE gestattet.

Gefördert durch:

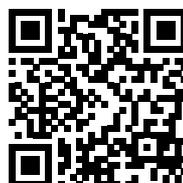


Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Noch kein DGEwissen-Abo?

Infos zu den Bezugsbedingungen, Wissenswertes rund um das DGEwissen sowie ausgewählte Artikel aus dem Heft finden Sie auf www.dge.de/dgewissen.



Oder einfach den
QR-Code scannen.



© AYDINOZON/iStock/Getty Images Plus

Genbasierte Ernährungsempfehlungen – Quo vadis?

Die Diskussion um personalisierte Ernährungsempfehlungen schließt heute ganz unterschiedliche Aspekte, die für individuelle Ernährungsempfehlungen berücksichtigt werden sollen, ein. Dabei ist die Idee, anhand genetischer Informationen Ernährungsempfehlungen auszusprechen („Gendiät“), hochaktuell. Es gibt zahlreiche Anbieter, die genetische *direct-to-consumer*-Tests anbieten, anhand deren Ergebnisse individuelle Ernährungsempfehlungen ausgesprochen werden. Im Gegensatz zu den Betroffenen, die oftmals das Angebot an Ernährungstrends nicht einschätzen können, sind sich Expert*innen einig. Die bisherige wissenschaftliche Datenlage lässt es nicht zu, evidenzbasierte genbasierte Ernährungsempfehlungen auszusprechen, da die Funktionalität vieler Genorte, die im Rahmen von *direct-to-consumer*-Tests untersucht werden, nicht umfänglich klar ist, und zudem basierend auf deren Assoziation mit verschiedenen Erkrankungen keine entsprechenden Ernährungsempfehlungen abgeleitet werden können. Positionspapiere von Fachgesellschaften kommen nach eingängiger Literaturrecherche zur Schlussfolgerung, dass genetische Informationen derzeit keine Tauglichkeit für individuelle Ernährungsempfehlungen aufweisen.

Hintergrund

Individuelle Ernährungsempfehlungen zur Selbstoptimierung, aber auch zur Gewichtsreduktion oder zur Prävention von Erkrankungen sind auf dem Vormarsch. Dies hat unterschiedliche Gründe: Zum einen belegen wissenschaftliche Studien, dass Menschen sehr individuell z. B. auf Mahlzeiten reagieren, und zum anderen ist bekannt, dass die Gewichtsreduktion und das Risiko für verschiedene Erkrankungen zwischen Personen sehr unterschiedlich ausfallen. Es ist aktueller Forschungsgegenstand, welche Rolle dabei Faktoren wie z. B. Genetik, Stoffwechsel, Mikrobiom spielen.

Genetik

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass sowohl das Körpergewicht als auch Stoffwechselerkrankungen wie Typ-2-Diabetes mellitus (T2DM) oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen eine genetische Komponente aufweisen. Für die einzelnen Endpunkte sind zahlreiche Genorte identifiziert worden. In einer

genomweiten Assoziationsstudie (GWAS) wurden 941 Genorte mit Adipositasparametern bestätigt. Dabei ist der Effekt eines Einzelnukleotidaustauschs (*single nucleotide polymorphism*, SNP) relativ klein, alle SNPs zusammen erklären 6 % der *Body Mass Index* (BMI)-Variabilität (Yengo et al. 2018). Den größten Einzeleffekt hat das *fat mass and obesity associated* (*FTO*)-Gen, welches 2007 identifiziert wurde (Frayling et

„Die genetische Information kann derzeit nicht für evidenzbasierte genbasierte Ernährungsempfehlungen herangezogen werden, ...“

al. 2007). Homozygote Träger*innen des Risikoallels des SNPs rs9939609 wiegen bis 3 Kilogramm mehr als Nicht-Risikoallelträger*innen (Frayling et al. 2007). Claussnitzer und Kolleg*innen haben gezeigt, dass der *FTO*-SNP rs1421085 bei der Entstehung von braunem Fettgewebe und somit bei der Fettverbrennung eine Rolle spielt (Claussnitzer et al. 2015). Für T2DM sind 240 Genorte bekannt (Mahajan et al. 2018). Das bekannteste Gen für T2DM ist das *transcription factor 7-like 2* (*TCF7L1*)-Gen, welches eine *Odds Ratio* von 1,46 für T2DM aufweist (Cauchi et al. 2007).

„... da die wissenschaftliche Datenlage eine entsprechende Evidenz nicht hergibt.“

Es ist naheliegend anzunehmen, dass Risikogene für bestimmte Erkrankungen, auch für die Ernährung, eine Rolle spielen und deren Informationen bei Ernährungsempfehlungen berücksichtigt werden sollten. Die Hauptlimitation dabei ist, dass die meisten Assoziationsergebnisse aus epidemiologischen Studien stammen und eine Überprüfung in Humaninterventionsstudien fehlt. Die paar wenigen Interventionsstudien, in denen genetische Varianten untersucht wurden, basieren auf der Annahme, dass genetische Varianten, die z. B. mit einem erhöhten Körpergewicht vergesellschaftet sind, auch einen Effekt auf die Gewichtsreduktion haben.

Zudem verfolgten die Interventionsstudien einen *post hoc*-Ansatz, d. h. die Intervention *per se* ist nicht genbasiert, sondern es wird lediglich ein Zusammenhang zwischen Genetik und Gewichtsreduktion untersucht. Die wenigen Studien (Celis-Morales et al. 2017, Horne et al. 2020), die genbasierte Ernährungsempfehlungen ausgesprochen haben, konnten keine höhere Gewichtsreduktion bei dieser Art der personalisierten Ernährung feststellen. Die Autor*innen der *Food4Me*-Studie (s. dazu auch den Beitrag auf S. 129) schlussfolgerten, dass Ernährungsempfehlungen basierend auf der Genetik zu keinem Mehrwert in der Gewichtsabnahme verglichen mit anderen Formen von personalisierten Ernährungsempfehlungen führen (Celis-Morales et al. 2017).

Obwohl es eine genetische Komponente gibt, zeigen neuere Studien, dass bei der metabolischen Antwort auf eine Mahlzeit die Genetik keine so große Rolle spielt wie erwartet. Die *Personalised Responses to Dietary Composition Trial* (PRE-DICT 1)-Studie mit über 1 000 Teilnehmenden untersuchte im Alltagssetting die postprandiale Glucose- und Lipidantwort nach Verzehr von definierten Mahlzeiten. Das Mikrobiom (Triglyceridantwort: 7 %, Glucoseantwort: 6 %, Insulinantwort: 6 %) und die Genetik (Triglyceridantwort: 1 %, Glucoseantwort: 10 %, Insulinantwort: < 1 %) sowie die Mahlzeitenzusammensetzung (Triglyceridantwort: 4 %, Glucoseantwort: 15 %, Insulinantwort: < 1 %) wiesen einen marginalen Effekt im Hinblick auf die unterschiedlichen Stoffwechselantworten auf (Berry et al. 2020).

Gewichtsreduktion

Es gibt ein paar wenige Gewichtsreduktionsstudien, die auch genetische Informationen bei ihrer Auswertung berücksichtigten. Allerdings zeigte sich, dass Adipositas-SNPs keinen Effekt auf die Gewichtsreduktion haben (Holzapfel et al. 2021). Eine Metaanalyse konnte keinen Effekt von Risikoallelen des *FTO*-Gens auf die Gewichtsreduktion in randomisierten kontrollierten Studien beschreiben (Livingstone et al. 2016). Auch die untersuchten Gen-Ernährungs-Interaktionen haben keinen klinischen Effekt auf die Höhe der Gewichtsreduktion (Bayer et al. 2020).

NOW-Studie

In der randomisierten kontrollierten *Nutrigenomics, Overweight/Obesity and Weight Management* (NOW)-Studie wurde der Effekt einer Ernährungsintervention (standardisiertes Programm vs. standardisiertes Programm + genbasierte Ernährungsempfehlungen) auf die Veränderung des Körperfettanteils, Körpergewichts und BMIs von 140 Erwachsenen untersucht. Im Vergleich zur Kontrollgruppe hatten nach einem halben Jahr Personen in der Interventionsgruppe ihren

prozentualen Körperfettanteil signifikant stärker reduziert. Kein Unterschied im Körperfettanteil konnte nach 12 Monaten nachgewiesen werden. Die Interventionsgruppe unterschied sich nicht bezüglich der Unterschiede in Gewichts- und BMI-Veränderungen (Horne et al. 2020).

DIETFITS-Studie

Die *Diet Intervention Examining The Factors Interacting with Treatment Success* (DIETFITS)-Studie untersuchte, ob die Kostform *per se* (*low carb vs. low fat*), eine Interaktion zwischen Kostform und drei unterschiedlichen SNPs oder eine Interaktion zwischen Kostform und basaler Insulinantwort einen Effekt auf die Gewichtsabnahme hat. Es wurden 609 Personen mit einem BMI zwischen 28 und 40 kg/m² in die Studie eingeschlossen. Nach der einjährigen Intervention konnte kein genetischer Effekt auf die Gewichtsabnahme verbucht werden (Gardner et al. 2018).

Fazit

Obwohl personalisierte genbasierte Ernährungsempfehlungen in der Laienpresse aber auch unter Expert*innen für Gesprächsstoff sorgen, ist die wissenschaftliche Datenlage eindeutig. Die genetische Information kann derzeit nicht für evidenzbasierte genbasierte Ernährungsempfehlungen herangezogen werden, da die wissenschaftliche Datenlage eine entsprechende Evidenz nicht hergibt. Bis heute konnte nicht bewiesen werden, dass aufgrund genbasierter Ernährungsempfehlungen Personen ihr Körpergewicht besser reduzieren oder stärker vor einer Stoffwechselerkrankung geschützt sind. Es bleiben weitere Forschungsergebnisse abzuwarten, um personalisierte Ernährungsempfehlungen basierend auf der Genetik aussprechen zu können.

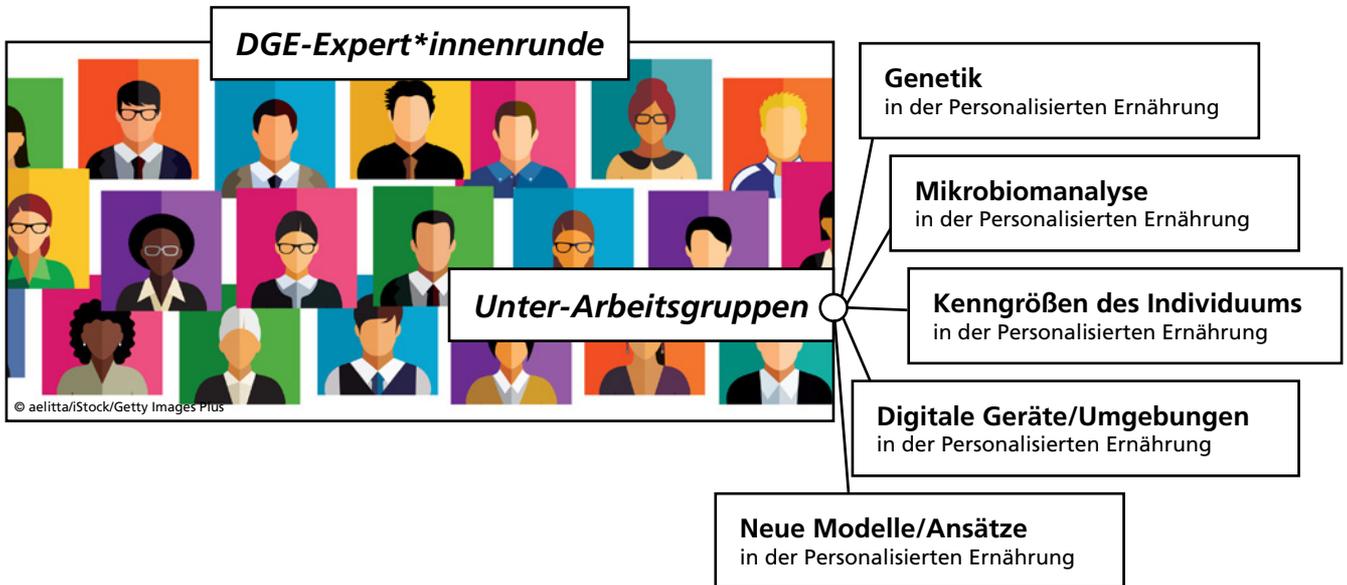
Dr. rer. nat. Christina Holzapfel,

*Institut für Ernährungsmedizin, Klinikum rechts der Isar,
Technische Universität München, Fakultät für Medizin, München*

Literatur

- Bayer S, Winkler V, Hauner H et al.: Associations between Genotype-Diet Interactions and Weight Loss – A Systematic Review. *Nutrients* 12 (2020) 2891
- Berry SE, Valdes AM, Drew DA et al.: Human postprandial responses to food and potential for precision nutrition. *Nat Med* 26 (2020) 964–973
- Cauchi S, El Achhab Y, Choquet H et al.: TCF7L2 is reproducibly associated with type 2 diabetes in various ethnic groups: a global meta-analysis. *J Mol Med* 85 (2007) 777–782
- Celis-Morales C, Marsaux CF, Livingstone KM et al.: Can genetic-based advice help you lose weight? Findings from the Food4Me European randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 105 (2017) 1204–1213
- Claussnitzer M, Dankel SN, Kim KH et al.: FTO Obesity Variant Circuitry and Adipocyte Browning in Humans. *N Engl J Med* 373 (2015) 895–907
- Frayling TM, Timpson NJ, Weedon MN et al.: A common variant in the FTO gene is associated with body mass index and predisposes to childhood and adult obesity. *Science* 316 (2007) 889–894
- Gardner CD, Trepanowski JF, Del Gobbo LC et al.: Effect of Low-Fat vs Low-Carbohydrate Diet on 12-Month Weight Loss in Overweight Adults and the Association With Genotype Pattern or Insulin Secretion: The DIETFITS Randomized Clinical Trial. *JAMA* 319 (2018) 667–679
- Holzapfel C, Sag S, Graf-Schindler J et al.: Association between Single Nucleotide Polymorphisms and Weight Reduction in Behavioural Interventions – A Pooled Analysis. *Nutrients* 13 (2021) 819
- Horne JR, Gilliland JA, O'Connor CP et al.: Change in Weight, BMI, and Body Composition in a Population-Based Intervention Versus Genetic-Based Intervention: The NOW Trial. *Obesity* 28 (2020) 1419–1427
- Livingstone KM, Celis-Morales C, Papandonatos GD et al.: FTO genotype and weight loss: systematic review and meta-analysis of 9563 individual participant data from eight randomised controlled trials. *BMJ* 354 (2016) i4707
- Mahajan A, Taliun D, Thurner M et al.: Fine-mapping type 2 diabetes loci to single-variant resolution using high-density imputation and islet-specific epigenome maps. *Nat Genet* 50 (2018) 1505–1513
- Yengo L, Sidorenko J, Kemper KE et al.: Meta-analysis of genome-wide association studies for height and body mass index in ~700 000 individuals of European ancestry. *Hum Mol Genet* 27 (2018) 3641–3649

DGE-Arbeitsgruppe: Personalisierte Ernährung



Im Frühjahr 2021 etablierte sich unter der Schirmherrschaft des Präsidenten der DGE, Prof. Dr. Jakob Linseisen, eine Arbeitsgruppe (AG) aus 15 Experten*innen, die unter Beteiligung der Geschäftsstelle einen Sachstandsbericht zum Themenfeld **Personalisierte Ernährung (PE)** erarbeiteten. Das diesjährige Wissenschaftliche Symposium der DGE in Bonn dient als Forum, um diese Arbeit der Öffentlichkeit vorzustellen und dabei auch einen neuen Ansatz für die PE der Zukunft zur Diskussion zu bringen.

In der Arbeitsgruppe sind Expertinnen und Experten aus den Bereichen Public Health, Psychologie, Genetik, Epidemiologie, Molekular- und Zellbiologie, Verhaltenswissenschaften, Ernährungsmedizin und Ernährungswissenschaften tätig, die gleichzeitig ihre Expertise zu den für die PE relevanten Feldern der Ernährung und Lebensführung sowie Übergewicht, Diabetes oder auch kardiovaskulären Erkrankungen einbringen. Die AG konstituierte sich und verständigte sich zunächst darüber, mit welcher Begrifflichkeit sie die Arbeit definiert. Da in den letzten Jahren in der Wissenschaft vermehrt der Begriff *Precision Nutrition* (Präzisionsernährung) – häufig auch synonym zu Personalisierter Ernährung – verwendet wird, schien eine Begriffsfindung angezeigt. Nach intensiver Diskussion entschied sich die AG beim etablierten Begriff der PE zu bleiben. Da es keine verbindliche Definition von PE gibt, hat sich die AG als Rahmen ihrer Arbeit folgender Definition bedient:

Info

Personalisierte Ernährung (PE) kann als ein umfassender Ansatz verstanden werden, der Konsument*innen auf individuelle Bedarfe und Bedürfnisse abgestimmte Empfehlungen, Dienstleistungen oder Produkte offeriert, die gleichermaßen dem Erhalt oder Erwerb von Gesundheit und Wohlbefinden als auch der sächlichen, biologischen und sozialen Umwelt dienlich sind.

Eine Stichwortsammlung aller Aspekte, die das Themenfeld PE berühren, belegte eindrücklich, wie viele Facetten es zu beleuchten galt. Um die Arbeit zu strukturieren wurden 5 Untergruppen (UG) gebildet und die Mitglieder der AG ordneten sich selbst einer oder mehrerer dieser Untergruppen zu. Diese wiederum diskutierten Umfang und Rahmen ihrer Arbeit und die Vorgehensweise. Die verschiedenen UG haben in unterschiedlicher Herangehensweise inzwischen über nahezu ein Jahr gearbeitet und die Erträge werden jetzt in Form von originären wissenschaftlichen Arbeiten erkennbar.

Genetik

Eine Arbeitsgruppe hat sich sehr intensiv mit der **Genetik als Grundlage der PE** beschäftigt und dazu zunächst die Befunde zur genetischen Varianz in ihrer Bedeutung für die Genese der prominenten *non-communicable diseases* (NCD's) mit der Sequenz von Adipositas, Diabetes und kardiovaskulären Erkrankungen zusammengetragen. Darüber hinaus wurden Studien analysiert, die Genvarianten in die personalisierten Ansätze eingebracht haben und geprüft, welche Evidenz es für die Wirksamkeit eines solchen genotypbasierten Vorgehens in der PE gibt. Dieses Feld ist unmittelbar mit der eigentlichen Geburtsstunde der modernen PE verbunden.



© cosmin4000/iStock/Getty Images Plus

Zwar waren schon etliche Studien zu einzelnen Genvarianten und ihrem Zusammenhang zu ernährungsabhängigen metabolischen Unterschieden vorgelegt worden. Die Publikation des Humangenoms in 2001 hat jedoch einen enormen Schub für die Entwicklung der PE gebracht. So wurde bereits 2003 durch Unternehmen die PE als Dienstleistung angeboten. Hierbei dienten jeweils einige wenige Genvarianten, die aus Abstrichen der Mundschleimhaut bestimmt wurden, als Grundlage. Entsprechende Konzepte und Angebote finden sich auch heute noch im Markt.

Mit Blick auf die nun seit 20 Jahren vorangetriebenen Studien zur Identifizierung relevanter Genvarianten, z. B. für Übergewicht, Diabetes und kardiovaskuläre Erkrankungen, ist zu schließen, dass sie für jeden Endpunkt trotz Hunderte einzelner identifizierter Genvarianten meist nur 10 bis maximal 20 % der Varianz in einer Population erklären können.

Die Gruppe hat sich auch mit den Prinzipien epigenetischer Modifikation befasst und weist auf viele Studien hin, die solche Alterationen im Zusammenhang mit Ernährungsfaktoren und den NCD's belegen. Hier kommt im Gegensatz zur Genetik jedoch zum Tragen, dass jeder Zelltyp und jedes Organ

bzw. Kompartiment eine eigene Signatur solcher Veränderungen aufweist. Damit ist die Interpretation im Zusammenhang von Gesundheit und Krankheitsrisiken noch sehr viel problematischer. Es wundert somit nicht, dass die Epigenetik bisher in Ansätzen der PE keine Nutzung findet.

Der weitere Ansatz der Gruppe war es, die Studienlage zur Wirksamkeit von PE-Maßnahmen zu prüfen, wenn in diesen Konzepten die genetischen Varianten (in Auswahl) eines Individuums einbezogen wurden. Dabei zeigt sich, dass im Gegensatz zu einer stattlichen Zahl kommerzieller Angebote, meist als Programm zur Gewichtsreduktion durch Ernährung und/oder Sport, nur wenige wissenschaftliche Studien dazu vorliegen. Diese zeigen insgesamt eher bescheidene Erfolge, sei es bei Programmen zur Gewichtsreduktion oder allgemein bei der Veränderung der Ernährungsgewohnheiten, die anhand von Verzehranalysen oder zum Beispiel auch am *healthy eating index* beurteilt wurden. Die Ergebnisse der Gruppe sind in einer wissenschaftlichen Übersichtsarbeit zusammengefasst worden, die gerade in *Mol Nutr Food Res* (Holzapfel et al. 2022) erschienen ist (s. dazu auch den Beitrag auf S. 116).

Mikrobiomanalyse

Eine weitere Arbeitsgruppe hat sich dem neuen Ansatz der Inklusion von **Mikrobiomanalysen** im Kontext der PE gewidmet. Seit über 100 Jahren ist bekannt, dass der menschliche Dickdarm eine hohe Bakteriendichte mit großer Vielfalt an Spezies aufweist. Allerdings haben erst die neuen Sequenzierungstechniken mit immer schnelleren und kostengünstigeren Analysen dem Feld eine inflationäre Entwicklung bei Publikationen und in öffentlicher Wahrnehmung gebracht. Eine Reihe von Unternehmen haben daher bereits sehr früh die Analyse von Stuhlproben in individualisierte Ernährungskonzepte integriert. Hier bestand für die Arbeitsgruppe das Problem, dass trotz der Vielzahl vergleichbarer kommerzieller Angebote praktisch keine wissenschaftlichen Studien existieren, die den Wert einer solchen Mikrobiomanalyse aus dem Stuhl für den Erfolg einer PE-Maßnahme belegen konnten.

© ChrisChrisW/iStock/Getty Images Plus



Daher konnten die DGE-Expert*innen nur die Prinzipien eines solchen Ansatzes herausarbeiten, aber eben auch die vielfältigen technischen und sonstigen Einflussgrößen, die einer einfachen und einmaligen Stuhlanalyse nur eine moderate Aussagekraft verleihen dürften. Dies wurde auch 2021 im Rahmen des DGE-Symposiums zum Mikrobiom in Bonn sehr eindrücklich herausgestellt (s. DGEwissen 9/2021). Auch hier bleibt festzuhalten, dass trotz Tausender Studien zur Diversität des Mikrobioms bisher nur etwa 15 % der Varianz in der Population erklärt werden können und wohl Hunderte von Einflussgrößen der Ausprägung des Mikrobioms in seiner Vielfalt zugrunde liegen. Dabei hat die Mehrzahl der individuellen Einflussgrößen etwa gleich große Effekte.

Es wird auch nach wie vor wissenschaftlich hinterfragt, was denn ein „gesundes Mikrobiom“ kennzeichnet. Diese Frage ist aber von zentraler Bedeutung, da jede individualisierte Empfehlung zur diätetischen Beeinflussung des Mikrobioms eine Zielvorgabe benötigt. Wissenschaftliche Studien zur Wertigkeit der Mikrobiomanalysen in Konzepten der PE fehlen. Daher hat sich die Expert*innengruppe mit den Grundlagen der mit der Mikrobiomanalyse verbundenen Erfassung der individuellen glykämischen Antwort beschäftigt, die mit den minimalinvasiven und Bluetooth gekoppelten Glucose-Sensoren eine kontinuierliche Erfassung der interstitiellen Profile ermöglicht. Die Assoziation von Mikrobiom mit dem Glucoseverlauf nach Zufuhr kohlenhydratreicher Kost geht auf eine Studie aus Israel (Zeevi *et al.* 2015) zurück. Diese hat bei 800 Teilnehmenden nach Erfassung anthropometrischer Kenngrößen, von Lebensmittelverzehrdaten, ausgewählten Blutparametern und eben Mikrobiomanalysen einen prädiktiven Algorithmus für die Beschreibung individueller Glucoseantworten entwickelt. Die glykämischen Verläufe sind mit den neuen Sensoren leicht zu verfolgen und ebenfalls leicht zu beeinflussen. Daher entwickelte sich ein Konzept, diese Verläufe in den Mittelpunkt der Analyse und deren Beeinflussung durch Ernährungsmaßnahmen zu stellen. Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass diätetische Empfehlungen sehr schnell in den Glucoseprofilen sichtbar werden können und damit im Sinne eines Biofeedback den Proband*innen ein unmittelbares Erfolgserlebnis vermitteln. Allerdings steht die Frage im Raum, inwieweit die Glucoseprofile als Surrogat für die Ernährungs-/Gesundheitsbeziehung dienen können. Neuere Studien lassen inzwischen Zweifel aufkommen, ob dem Mikrobiom in der Analyse überhaupt eine nennenswerte oder gar kausale Bedeutung zukommt. Die von der Gruppe erarbeitete Befundlage wurde in einem Manuskript mit dem Charakter eines Übersichtsartikels in einem internationalen Journal zur Publikation vorgelegt.



© marchmeena29/Stock/Getty Images Plus

Kenngößen des Individuums

Die dritte Gruppe hat sich zum Ziel gesetzt, für jede Art von PE die **relevanten Kenngrößen des Individuums in ihrer Wertigkeit** zu klassifizieren. Dieses Unterfangen begründet sich in seiner Notwendigkeit einerseits in den Erfahrungen, die mit PE-Konzepten gemacht worden sind, andererseits in der technischen Entwicklung, die in vielfältiger und nie zuvor möglicher Weise neue Daten zum Individuum, seinem Essverhalten und seinen Körperfunktionen erheben kann. Hier stellt sich die Frage, welches Maß an Granularität die Daten haben müssen, um darauf aufbauend optimierte Empfehlungen zum Lebensmittelverzehr oder Lebensstil formulieren zu können. Die Arbeitsgruppe hat dazu einen Katalog erarbeitet, der die Kenngrößen des Individuums auflistet und in ihrer Bedeutung für PE-Ansätze beschreibt.

Digitale Geräte/Umgebungen

Begleitend dazu beschäftigt sich eine weitere Arbeitsgruppe mit den neuen **technischen Möglichkeiten**, die sich in den **„digitalen Ökosystemen“** (Frau Prof. Dr. Britta Renner, 2022) für neue PE-Konzepte ergeben. Wurden beispielsweise



© scanrail/Stock/Getty Images Plus

in den wissenschaftlichen Studien zu PE, aber auch in den kommerziellen Angeboten, bisher die klassischen Verzehrerhebungsmethoden wie der 24-Stunden-Recall oder *food frequency questionnaire* (FFQ) eingesetzt, so bieten heute die allseits verfügbaren mobilen Geräte die Möglichkeit, einerseits Zeit und Ort des Essens (sowie, wenn gewollt, auch die soziale Umgebung) zu registrieren, andererseits können durch Bilder die konsumierte Mahlzeit oder der Snack dokumentiert werden.

Werden Kantinen oder Restaurants aufgesucht, könnte zukünftig verbunden mit dem via GPS erfassten Ort auch die Örtlichkeit, die Wahl auf der Speisekarte und, wenn hinterlegt, die Rezeptur und damit die verzehrte Menge an Energie und Nährstoffen in eine individuelle Verzehrdatenbank eingetragen werden. Wird die Menge vollständig verzehrt, sind dies valide Informationen.

Gleiches gilt für Mahlzeiten, Menus oder Snacks, die nach Hause geliefert werden. Auch aus dem Einkaufsverhalten und den Daten der Anbietenden im Lebensmitteleinzelhandel können relevante Informationen extrahiert werden. Wenn es attraktiv gemacht werden kann (z. B. durch Incentivierung), solche Daten einem Drittanbieter verfügbar zu machen, können auf die Person bezogene Konsumdaten in Versorgungsparameter übersetzt werden und in eine persönliche Datenbank einfließen, die somit fast alle Verzehrbereiche erfasst und Versorgungsdaten quantifiziert vorlegen kann.

Als selbstlernende Systeme stehen zukünftig vermutlich auch Bildanalysetechniken zur Verfügung. Durch Struktur- bzw. Mustererkennung werden die auf einem Teller präsentierten und per Foto dokumentierten Bestandteile eines Essens mengenmäßig analysiert und über eine Datenbank die Nährstoffe und Energie berechnet. Da die einzelnen Komponenten (Beilagen) auf dem Teller häufig gleichartig sind, kann das System selbst lernen und somit mit der Zeit präziser werden. Allerdings können hier die Systeme auch scheitern, wenn nicht-verzehrte Anteile auf einem Teller in Abzug gebracht werden sollen, da hier meist keine Struktur mehr erkennbar ist. Zurzeit erfordern diese Verfahren jedoch noch eine Standardisierung sowohl der Farben als auch des Winkels der Kameraaufnahme. Dies wird sich vermutlich durch Stereo-Fotografie in den Mobilgeräten zukünftig erübrigen.

Zusammen mit den persönlichen Daten einschließlich anthropometrischer Kenngrößen sowie der Lebensumstände (Tätigkeit, Bewegungsprofile usw.) können diese Werkzeuge die Erfassung der relevanten Parameter schnell und mehr oder weniger kontinuierlich erheben. Dies gilt auch für die Körperfunktionen. Weitverbreitet sind die Sensoren zur Erfassung körperlicher Aktivität in Zeit, Örtlichkeit, Intensität und Art der Bewegung und dies inzwischen auch mit hoher Präzision.

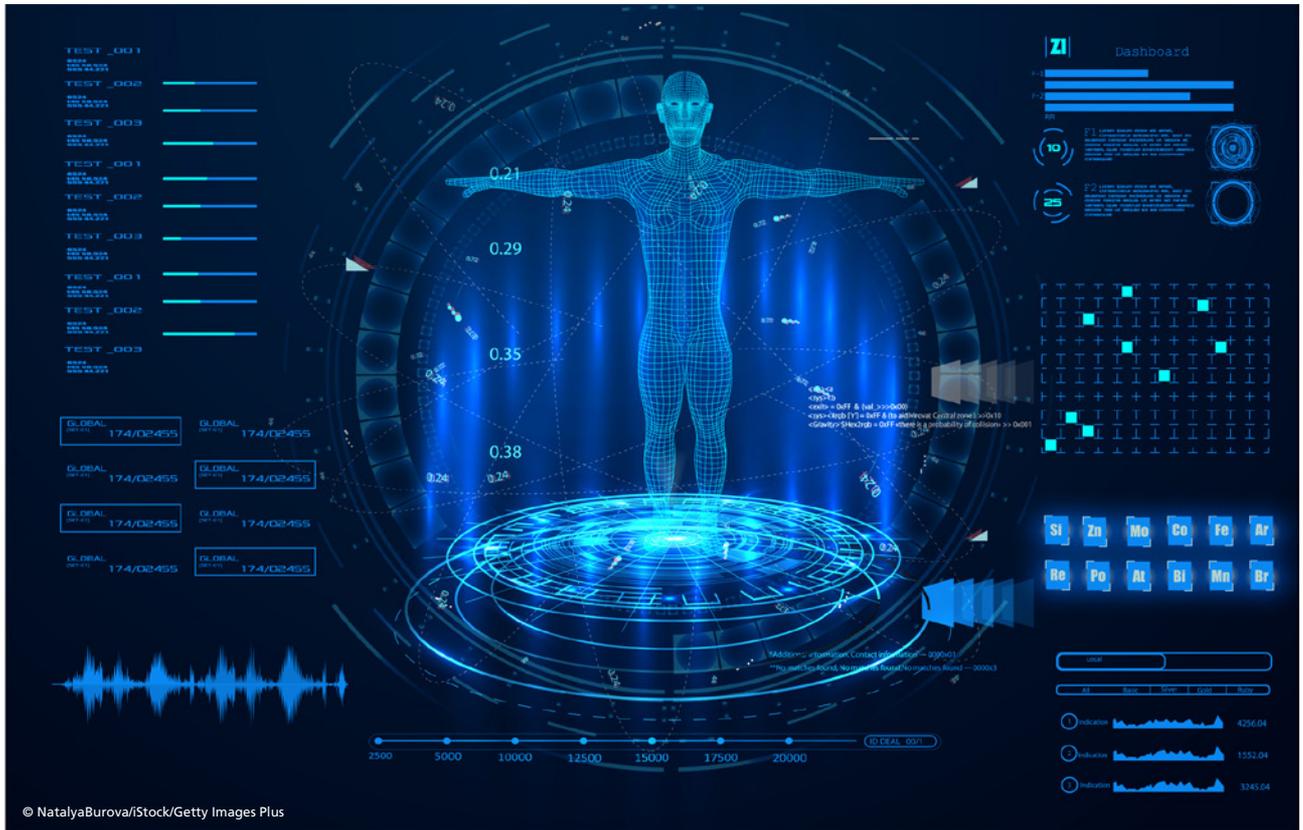
Obwohl für das Diabetesmanagement entwickelt, sind die interstitiellen Glucosesensoren schon zum Lifestyle-Produkt geworden. Sie finden zunehmend auch in allen kommerziellen Angeboten zu PE Anwendung. Die Einführung komplett nicht-invasiver Glucosesensoren steht unmittelbar bevor. Erst kürzlich wurden marktreife Sensoren vorgestellt, die zusätzlich die Konzentrationen von Lactat sowie Ketonkörper messen können – hier wohl mit Blick auf Sporttreibende als primäre Klientel. Bereits verfügbar in den meisten mobilen Uhren sind Sensoren für den Puls und selbst EKG-Aufzeichnungen, mit bemerkenswerter Präzision und Zuverlässigkeit. Geräte des Internet 4.0 werden zukünftig darüber hinaus Daten über Vitalfunktionen erfassen können, z. B. die Analyse von Urinproben aus „intelligenten Toiletten“. Aber auch hier gilt, dass die Verfügbarkeit solcher Anwendungen schon sehr lange prognostiziert wird, sie aber bisher keinen Markt erreicht haben.

Neue Modelle/Ansätze

Eine weitere Arbeitsgruppe (unter maßgeblichem Input von Frau Prof. Renner) beschäftigt sich mit der **Entwicklung eines neuen Modells** für die PE, welches stärker die individuellen Befähigungen und Begrenzungen sowie das Essensumfeld in den Mittelpunkt stellt, sich stärker von der umfassenden biomedizinischen Charakterisierung des Individuums löst und eher auf den Weg bzw. die Maßnahmen fokussiert. Mit der ständigen Netzanbindung der mobilen Geräte können natürlich nicht nur Daten zeitnah mit Örtlichkeit erhoben werden, sondern auch Entscheidungen zum Einkauf oder Verzehr gezielt und unmittelbar beeinflusst werden. D. h., hier können auf den Bedarf und die Bedürfnisse des*r Einzelnen abgestimmte Alternativen in Art und Menge aufgezeigt werden, die den individuellen Zielen in einer PE-Maßnahme näherkommen. Gleichzeitig können Empfehlungen zum Setting ausgesprochen werden, so z. B. zur Geschwindigkeit des Verzehrs in der Kantine/Mensa oder beim Einkauf mit dem Hinweis auf die eigene Zubereitung als Ersatz eines Convenience-Produkts mit der Kaufempfehlung für die Rohwaren und Zutaten sowie einem Kochrezept. Ein solcher Ansatz kann in besonderer Weise die individuellen Fähigkeiten oder Begrenzungen, seien es kognitive oder finanzielle, berücksichtigen.

Die Interventionsmaßnahmen sind natürlich jederzeit koppelbar mit einem Programm zur gesundheitsförderlichen Lebensführung, z. B. unter dem Dach eines Dienstleisters, einer Krankenkasse oder des Lebensmittelhandels.

Insbesondere für den Verzehr von Lebensmitteln gewinnen zunehmend neben Genuss und Geschmack, Bequemlichkeit und Gesundheitswert auch Aspekte der Umweltwirksamkeit,



des Tierwohls oder auch der sozialen Gerechtigkeit an Bedeutung. All diese Aspekte in die Angebote zur PE zu integrieren, würde sicher die Kauf- oder Verzehentscheidung vieler Konsument*innen erleichtern. Hier könnte die NEUE Personalisierte Ernährung ein wesentliches Instrument für die Praxis einer nachhaltigeren und gesundheitsförderlichen Ernährungsweise bieten.

Die für die Entwicklung entsprechender kompetenter und vor allem vertrauenswürdiger Angebote notwendigen Investitionen sollten uns als Gesellschaft nicht schrecken. Da zukünftig KI-Anwendungen entsprechende Maßnahmen auch ohne Beteiligung von Expert*innen ermöglichen und dazu beispielsweise auch Avatare zum Einsatz kommen können, besteht die Chance, solche Angebote zur Intervention bei Kauf und Verzehr am Ort und zeitunabhängig auch kostenfrei, z. B. seitens öffentlicher Träger, zu ermöglichen. Damit wären Zielgruppen erreichbar, die vermutlich besonders von einem solchen Ansatz zur Personalisierten Ernährung profitieren würden.

Das gilt gleichermaßen für bildungsfernere Personen oder Personen mit Sprachbarrieren. Mit einem solch breiten Zugang zu unterschiedlichsten Bevölkerungsgruppen könnte die NEUE PE nicht nur einen Nutzen für die Umwelt, sondern auch für den Bereich der öffentlichen Gesundheit liefern – was sie bisher als Angebot für „Eliten“ nicht zu leisten vermochte.

Mit dem nachgewiesenen Nutzen einer individuellen Zuwendung in Kenntnis von Fähigkeiten/Fertigkeiten und Limitationen des zu Beratenden sollte sich auch die Compliance in den Beratungsansätzen verbessern lassen. Einen großen Feldversuch scheint dies jedenfalls zu rechtfertigen.

Für die AG: Prof. em. Dr. Hannelore Daniel, ehemals TU-München, Freising

Literatur

Holzapfel C et al.: Genetics and epigenetics in personalized nutrition: evidence, expectations and experiences. *Mol Nutr Food Res* (2022). doi: 10.1002/mnfr.202200077

Zeevi D et al.: Personalized Nutrition by Prediction of Glycemic Responses. *Cell* 163 (2015) 1079–1094



© Caiaimage/Martin Barraud/iStock/Getty Images Plus

Urheberrechtlich geschützt

Precision Nutrition

Erwartungen, Limitationen und ein *SHOWCASE*

In den letzten Jahren etabliert sich in der internationalen Ernährungsforschung der Begriff *Precision Nutrition* und ersetzt dabei häufig *Personalisierte Ernährung*, die über mehr als 20 Jahre den Bereich individualisierter Ernährung begrifflich fasste. Zwar lassen sich praktisch keine experimentellen wissenschaftlichen Studien zur Präzisionsernährung finden, doch flutet eine Vielzahl von Übersichtsartikeln zu *Precision Nutrition* und ihrem vermeintlichen Potenzial zur Verbesserung der Ernährung und zur Förderung von Gesundheit und Fitness die wissenschaftliche Literatur. Die Arbeitsgruppe der DGE hat sehr lange diskutiert, ob sie bei der klassischen Begrifflichkeit der Personalisierten Ernährung bleiben oder auch Präzisionsernährung verwenden sollte. Letztlich hat sie sich für Personalisierte Ernährung entschieden. Die wesentlichen Gründe dafür sind, dass diese gut eingeführt ist und somit wenig Erklärung benötigt und gegenwärtig für die Präzisionsernährung weder eine

verbindliche Definition noch Ansätze bzw. Befunde aus einer wissenschaftlichen Bewertung des Themas vorliegen (s. auch den Beitrag auf S. 119).

Erwartungen und Limitationen

Der Begriff Präzisionsernährung impliziert einen noch höheren Kenntnisstand über den Zustand der jeweiligen Person und ihrer Lebensumstände als es die Personalisierte Ernährung erfordert. Vor allem wird aber vorausgesetzt, dass die Wissenschaft sehr viel präziser Ernährungsbedarfe und -bedürfnisse formulieren könnte, um einem Menschen entsprechende Empfehlungen zu Ernährung und Lebensführung sowie Gesundheit, Wohlbefinden oder Fitness zu geben. Dies ist aus Sicht der Wissenschaft bisher aber nicht einmal im

Ansatz erfüllt. Vielfach werden in den einschlägigen Publikationen sog. *multi-omics*-Ansätze als methodische Grundlage für die präzisere Beschreibung des metabolischen Phänotyps oder des Gesundheitszustands definiert. D. h., dass neben einer umfassenden Genotypisierung (ggf. auch Gesamtgenomsequenzierung) Befunde aus der Analyse des Transkriptoms, des Epigenoms, des Proteoms, des Mikrobioms sowie des Metaboloms genutzt werden, um in holistischer Weise einen Menschen – zumindest biologisch respektive biochemisch – zu kartieren. Es würde den Rahmen sprengen, wollte man hier die Stärken und Schwächen jeder der Techniken und die Aussagekraft der erhobenen Befunde darlegen. Es sei daher nur darauf hingewiesen, dass fast alle diese Ansätze trotz Tausenden von wissenschaftlichen Studien kaum mehr als 20 % der Varianz eines beliebigen *omics*-Datensatzes einer Kohorte erklären können (Shanahan et al. 2021). Und, für die Mehrzahl der nicht-übertragbaren Erkrankungen

„In diesem Sinne ist man geneigt, sich Frank Hu in seinem Zitat zu Precision Nutrition anzuschließen, in dem er warnt, hier zu hohe Erwartungen zu formulieren.“

(NCD's), wie beispielsweise Typ-2-Diabetes, wird die Diagnostik durch solche *omics*-Datensätze meist nur marginal verbessert, wenn überhaupt (Zhou et al. 2019, Carter et al. 2016). Auch die Inklusion von Genvarianten, wie sie z. B. für Typ-2-Diabetes beschrieben wurden, kann die Diagnostik gegenüber den klassischen Verfahren mit Familienanamnese und einfacher Bestimmung der Nüchternblutglucosekonzentration oder dem Verlauf nach einem oralen Glucosebelastungstest nicht signifikant verbessern (Talmud et al. 2010, Mühlenbruch et al. 2013). In diesem Sinne ist man geneigt, sich Frank Hu (Harvard University) in seinem Zitat zu *Precision Nutrition* anzuschließen (Wang und Hu 2018), in dem er warnt, hier zu hohe Erwartungen zu formulieren. Es scheint bemerkenswert, dass die klassischen Verfahren zur Beurteilung des Ernährungszustands in der wissenschaftlichen Literatur kaum mehr vorzufinden sind und in der Folge der *genetics/omics*-Revolution scheinbar auch vergessen wurden. Das betrifft nicht nur die anthropometrischen Kenngrößen wie

Hautfaldendicke und Körperfettverteilung, sondern auch die Statusparameter für den Ernährungszustand wie die Konzentrationen der Vitamine, Mengen- und Spurenelemente. Nur ganz wenige Unternehmen bieten hierzu eine umfassende Analyse an, die dann meist über den*die Hausarzt*in und die dortige Blutabnahme verwirklicht wird. Mittels der *omics*-Technologien und auch der kommerziellen Angebote beispielsweise für eine breite Metabolitenprofilierung (> 500 < 1000 Metabolite) aus dem Blut lassen sich aber zu diesen klassischen Versorgungsindikatoren bisher keine Alternativen finden. Meist werden hierbei keine oder nur ganz wenige Vitamine (ggf. Ascorbat, Pyridoxol, 25OH-D₃) erfasst. Mengen- und Spurenelemente erfordern ohnehin andere Technologie, wie die ICP-MS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*) und findet daher kaum Berücksichtigung. Aber, selbst wenn die Metabolomanalyse einzelne Metabolite identifiziert, deren Konzentrationen z. B. durch einen Vitaminmangel im Blut erhöht sind, wird dies selten in den Kontext einer unzureichenden Versorgung mit einem Vitamin gebracht. Ein Beispiel hierfür sind die Konzentrationen von Propionylcarnitin im Blut und anderer Intermediate aus dem Abbau der verzweigtkettigen Aminosäuren (*branched chain amino acids*, BCAA), die sich im Biotinmangel aufgrund der biotinabhängigen Carboxylasen in den Abbauwegen verändern. Da aber die BCAA-Konzentrationen im Blut bei Insulinresistenz und Diabetes mellitus erhöht sind, werden die Veränderungen dieser Intermediate immer nur im Kontext dieser Erkrankungen diskutiert. Natürlich kann man die Veränderungen dieser Metabolite nicht ohne weitere Validierung einem Biotinmangel zuschreiben. Das Beispiel soll nur aufzeigen, dass Metabolomanalysen prinzipiell dazu geeignet wären. Hier kommt aber eben auch zum Tragen, dass bei allen Metabolomanalysen nur jene Metabolite gemessen werden, die aufgrund ihrer Konzentration und ihrer Chemie gut zu messen sind und eben nicht die gemessen werden, die gezielt einen Vitaminmangel, wie beim Beispiel Biotin, aufzei-

„Bei allen Metabolomanalysen werden nur jene Metabolite gemessen, die aufgrund ihrer Konzentration und ihrer Chemie gut zu messen sind.“

gen könnten. Inwieweit sich ein solcher Vitaminmangel z. B. im Plasmaproteom oder Transkriptom der mononukleären Zellen nachweisen lässt, ist wissenschaftlich praktisch nicht untersucht. Diese Feststellungen sollen in stark verkürzter Weise

zeigen, dass die *multi-omics*-Ansätze, die als zentrale Werkzeuge zur metabolischen Phänotypisierung bei der *Precision Nutrition* eingesetzt werden sollen, den Versorgungsstatus bei den Nährstoffen bisher nicht erfassen und somit äußerst relevante Informationen für eine Individualisierung der Ernährung schon gar nicht erhoben werden.

Das mag auch als Aufforderung verstanden werden, dass die Technologieentwickler*innen und die Wissenschaft diese Parameter durch gezielte Erweiterung des Analytenspektrums zugänglich machen sollten. Potenzial für die Entwicklung von Instrumenten, die es auch dem*der Nutzer*in selbst erlauben, den Versorgungsstatus zu ermitteln, bieten ganz neue bioelektrochemische Sensoren (Lin et al. 2011). Allerdings sind diese gegenwärtig noch mehr Vision als Realität.

Wessen Ernährung soll personalisiert werden?

Die publizierten Studien, die sich mit der Anwendung und Wirksamkeit von Personalisierter Ernährung beschäftigt haben, rekrutierten meist gesunde Menschen und schließen solche mit Unverträglichkeiten, Allergien oder bekannten Erkrankungen aus. Dies hat häufig seinen Grund in einem reduzierten Risiko aufgrund einer gegebenen Empfehlung und eines daraus resultierenden Gesundheitsproblems, einen Haftungsfall zu generieren. Im Charakter sind die Studien somit fast immer so angelegt, dass sie die entsprechend vorselektionierten gesunden Teilnehmenden „gesünder“ machen wollen. Dies ist bekanntlich nicht möglich und daher verbleiben die Parameter, die den Erfolg einer Maßnahme der Personalisierten Ernährung dokumentieren, auf der Ebe-

ne der Lebensumstände mit einer veränderten Lebensmittelauswahl, einer verminderten Energiezufuhr (oder *healthy eating index*), reduziertem Körpergewicht, höherer Bewegungsintensität, reduziertem Salzkonsum oder anderer subjektiver Parameter. Inwieweit solche Veränderungen dann tatsächlich zu einem verbesserten Gesundheitszustand führen, lässt sich kaum belegen.

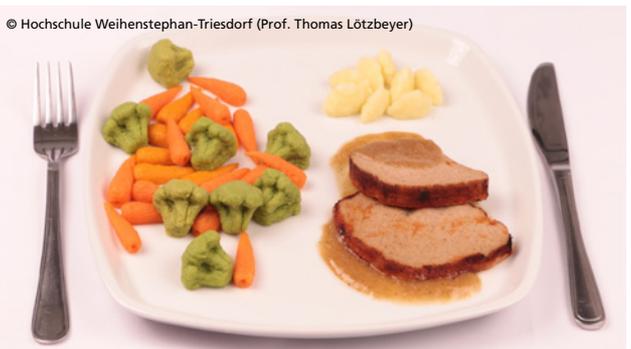
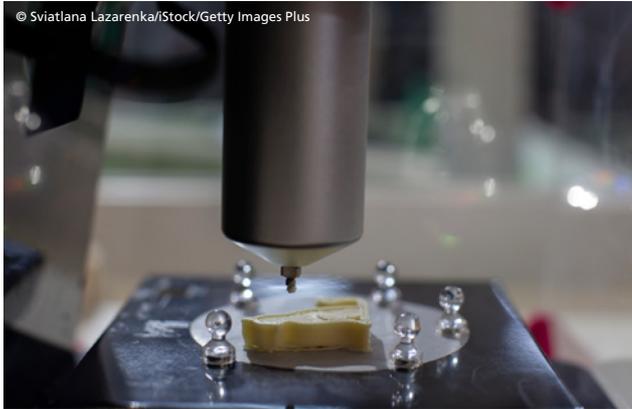
Viele der Studien, die personalisierte Konzepte geprüft haben, kommen zu dem Schluss, dass die Individualisierung zwar gegenüber generischen Empfehlungen Erfolge zeigt, die Adhärenz und damit die Erfolge aber nicht signifikant verbessert werden, wenn genetische oder metabolische Parameter (aus Blutanalysen) inkludiert werden, um damit argumentativ z. B. die individuellen Risiken in den Empfehlungen zu unterfüttern (Celis-Moralis et al. 2017, Jinnette et al. 2021). In einer Studie die prüfte, inwieweit Ansätze der Personalisierten Ernährung geeignet sind, beispielsweise die Therapie des Diabetes mellitus zu verbessern, konnte auch hier kein Nutzen belegt werden, wenn die Risiken individuell adressiert wurden (Godino et al. 2016). In diesem Sinne hat die Personalisierte Ernährung und noch mehr die Präzisionsernährung ein hohes Anspruchsniveau aber bisher eher bescheidene Erfolge.

Ein Fall für die Präzisionsernährung

Ernährungsprobleme bei Hochbetagten sind bestens dokumentiert. So lassen sich abhängig von Alter, Gesundheitszustand, Lebensumständen und Unterbringung sowie Versorgungsqualität Mangelzustände z. B. für Energie, Protein und einige Vitamine oder auch Eisen belegen (Conzade et al.



© byryo/iStock/Getty Images Plus



Mittels 3D-Druck kann ein genussvolles Menü gereicht werden, das nicht nur ernährungsphysiologisch, sondern auch hedonisch einen Mehrwert liefert.

2017). Darüber hinaus ist der Allgemeinzustand meist aufgrund von Multimorbidität beeinträchtigt und lässt sich u. a. als Gebrechlichkeit (*frailty*) klassifizieren.

Insbesondere der Ernährungszustand von Menschen mit Kau- und Schluckbeschwerden (Dysphagie) weist vielfach eine quantitative wie qualitative Mangelernährung aus. In der Allgemeinbevölkerung (> 55 Jahre) wird die Dysphagie mit einer Häufigkeit von 16–22 %, bei unabhängig lebenden Senior*innen mit im Mittel 76 Jahren von 33 % und bei Altenheim-Bewohner*innen von rund 50 % diagnostiziert (*Michaelis 2017, Wirth et al. 2018*). Patient*innen mit Dysphagie sind kaum in der Lage, normale Lebensmittel und Menüs zu verzehren und können damit weder die notwendige Nahrungsenergie noch Protein oder Mikronährstoffe in ausreichenden Mengen zuführen. Die übliche Intervention sieht vor, die Nährstoffbedarfe besser zu erfüllen, in dem die einzelnen Kostbestandteile püriert und ggf. angegedickt werden, um das Schlucken zu erleichtern. Über Formen gestürzt auf einem Teller können so servierfertige Menüs mit der Anmutung von normalen Bestandteilen wie Kartoffeln, Fleisch oder Gemüse gereicht werden.

Eine interessante Alternative hierzu bietet der 3D-Druck. Als Personalisierte Ernährung von Dysphagiepatient*innen haben Prof. Dorothee Volkert (Erlangen-Nürnberg), Prof. Thomas Lötzbeyer (Weihenstephan), die Autorin und einige weitere Partner das Konzept entwickelt, auf der Grundlage des erfassten Ernährungsstatus der Person individualisierte Menüs mittels 3D-Druck zu generieren, die individuelle Nährstoff-/Energiebedarfe des*r Patient*in durch gezielte Anreicherung einzelner Produktvarietäten (Erbsen, Kartoffel, Fleisch) mit einzelnen Nährstoffen (einzelne Vitamine, Mengen-/Spurenelemente, Protein usw.) zu ermöglichen. Dazu werden die Rohstoffe püriert, angegedickt und mit dem Nährstoff oder -gemisch versetzt, der Druckpatrone zugeführt und auf dem Teller z. B. als Erbsen ausgedruckt.

Da vielfach bei den Hochbetagten auch Geruchs- und Geschmackswahrnehmung beeinträchtigt sind, kann hier durch gezielten Einsatz von Gewürzen und Salz, aber auch Aromen, das Geschmackserlebnis verbessert werden. Insgesamt kann damit ein genussvolles und natürlich anmutendes Menü gereicht werden (s. Menüfotos), das nicht nur ernährungsphysiologisch, sondern auch hedonisch einen Mehrwert liefert. Der Individualisierung des Menüs im Rahmen des Konzepts lag die umfassende Erhebung des Ernährungs- und Versorgungs-

zustands zugrunde, aber auch eine Ermittlung der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung und der Kostpräferenzen. Mit minimal-invasiven Techniken (Blut aus der Fingerkuppe oder Ohrläppchen, ohne Blutabnahme) sollten einerseits die klassischen Versorgungsparameter im Blut (Vitamine, Mengen-, Spurenelemente), andererseits auch die physische Konstitution anhand anerkannter Parameter und Scores (Walston 2018) erhoben und in zeitlicher Abfolge dokumentiert werden. Zusammen mit einer Menüdatenbank und hinterlegten Rezepten ließe sich somit über einen Algorithmus die Individualisierung der täglichen Menüs in den verschiedenen Dimensionen vornehmen. Letztlich sollte anhand des Gesundheitsstatus und Vitalparametern auch belegbar sein, dass ein solches teureres Versorgungskonzept sich nicht nur langfristig kostensparend z. B. auf die Verzögerung von Gebrechlichkeit (Verhinderung von Stürzen usw.) auswirkt, sondern über den Genusswert auch zusätzliche Lebensqualität bietet.

Dass eine solche Kost mit gezielter Änderung der Textur sich bei Dysphagiepatient*innen positiv auf die Versorgung und die Gewichtsentwicklung auswirkt, ist erfolgreich demonstriert worden (Ott et al. 2019). Es bleibt also die Hoffnung, dass ein solches Konzept der Personalisierten Ernährung/Präzisionsernährung von Hochbetagten mit Kau- und Schluckbeschwerden einen Träger findet, der dies in einem *Proof-of-concept* in die Realität der Versorgung einbettet.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es durchaus Bereiche gibt, in der die Präzisionsernährung eine sinnvolle Maßnahme darstellt; doch setzt dies aus Sicht der Autorin immer auch die umfassende Ermittlung des Ernährungs- bzw. Versorgungszustands voraus. In keiner der wissenschaftlichen Studien zu Personalisierter Ernährung ist dies jedoch anhand etablierter Parameter und umfassend geschehen. Hier erfolgte dies meist nur indirekt durch die Ermittlung des Lebensmittelverzehr und einer daraus abgeleiteten Einschätzung der Versorgung. Es wurde schon ausgeführt, dass die Integration von *multi-omics*-Verfahren in die Präzisionsernährung dieses Defizit der Konzepte vermutlich auch nicht ausgleicht. Somit bleibt die Präzisionsernährung bisher vor allem eine Vision ohne relevante Basis.

Prof. em. Dr. Hannelore Daniel,
ehemals TU-München, Freising

Literatur

- Carter TC, Rein D, Padberg I et al.: Validation of a metabolite panel for early diagnosis of type 2 diabetes *Metabolism* 9 (2016) 565:1399–408. doi: 10.1016/j.metabol.2016.06.007
- Celis-Morales C, Livingstone KM, Marsaux CF et al.: Food4Me Study. Effect of personalized nutrition on health-related behaviour change: evidence from the Food4Me European randomized controlled trial. *Int J Epidemiol* 4 (2017) 578–588. doi: 10.1093/ije/dyw186
- Conzade R, Koenig W, Heier M et al.: Prevalence and Predictors of Subclinical Micronutrient Deficiency in German Older Adults: Results from the Population-Based KORA-Age Study. *Nutrients* 11 (2017) 1276. doi: 10.3390/nu9121276
- Godino JG, van Sluijs EMF, Marteau TM et al.: Personalized Estimates of Genetic or Phenotypic Risk of Type 2 Diabetes, and Objectively Measured Physical Activity: A Randomized Controlled Trial. *PLoS Med* 11 (2016) e1002185
- Jinnette R, Narita A, Manning B, McNaughton SA et al.: Does Personalized Nutrition Advice Improve Dietary Intake in Healthy Adults? A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Adv Nutr* 6 (2021) 657–669. doi: 10.1093/advances/nmaa144
- Lin T, Xu Y, Zhao A, He W, Xiao F: Flexible electrochemical sensors integrated with nanomaterials for in situ determination of small molecules in biological samples: A review. *Anal Chim Acta* 5 (2022) 1207: 339461. doi: 10.1016/j.aca.2022.339461
- Michaelis S: Gastroenterologische Leitsymptome und Behandlung: Dysphagie. In: Layer P, Rosien U (Hrsg.): *Facharztwissen Gastroenterologie*. 1. Aufl., Elsevier Urban & Fischer, München (2017) 1–3
- Mühlenbruch K, Jeppesen C, Joost H-G et al.: The value of genetic information for diabetes risk prediction – differences according to sex, age, family history and obesity. *PLoS One* 5 (2013) e64307. doi: 10.1371/journal.pone.0064307
- Ott A, Senger M, Lötzbeyer T et al.: Effects of a Texture-Modified, Enriched, and Reshaped Diet on Dietary Intake and Body Weight of Nursing Home Residents with Chewing and/or Swallowing Problems: An Enable Study. *Journal of Nutrition in Gerontology and Geriatrics* 38 (2019) 361–376. doi: 10.1080/21551197.2019.1628158
- Shanahan F, Ghosh TS, O’Toole PW: Healthy Microbiome – What Is the Definition of a Healthy Gut Microbiome? *Gastroenterology* 160 (2021) 483–494
- Talmud PJ, Hingorani AD, Cooper JA et al.: Utility of genetic and non-genetic risk factors in prediction of type 2 diabetes: Whitehall II prospective cohort study. *BMJ* 1 (2010) 340: b4838. doi: 10.1136/bmj.b4838
- Walston J, Buta B, Xue QL: Frailty Screening and Interventions: Considerations for Clinical Practice. *Clin Geriatr Med* 2 (2018) 25–38. doi: 10.1016/j.cger.2017.09.004
- Wang DD, Hu FB: Precision nutrition for prevention and management of type 2 diabetes. *Lancet Diabetes Endocrinol* 5 (2018) 416–426
- Wirth R, Lueg G, Dziewas R: Oropharyngeale Dysphagie im Alter – Abklärung und Therapieoptionen. *Dtsch Med Wochenschr* 143 (2018) 148–151
- Zhou W, Sailani MR, Contrepois K et al.: Longitudinal multi-omics of host-microbe dynamics in prediabetes. *Nature* 5 (2019) 663–671. doi: 10.1038/s41586-019-1236-x

Die Food4Me-Studie

Hinweise auf Effektivität und Optimierungspotenziale Personalisierter Ernährung

Hintergrund

Ernährung bietet ein beachtliches Potenzial zur Prävention nicht-übertragbarer Erkrankungen, das in vielen Bevölkerungsgruppen jedoch unzureichend ausgeschöpft wird. Vor diesem Hintergrund untersuchte die Food4Me-Studie die Hypothese, dass Empfehlungen für eine gesündere Ernährung auf eine größere Compliance stoßen, wenn sie auf den individuellen Lebensstil, den Phänotyp und gegebenenfalls sogar den Genotyp von Personen zugeschnitten sind (= Personalisierte Ernährung).



Studiendesign

Food4Me war ein von der europäischen Union gefördertes Forschungsprojekt zur Untersuchung von *opportunities and challenges for personalized nutrition* (www.food4me.org). Es umfasste unter anderem eine sogenannte *Proof of Principle* (PoP)-Studie – eine multizentrische, vierarmige, rein webbasierte, randomisierte und kontrollierte Interventionsstudie, die der Frage nachging, inwieweit das Ernährungsverhalten durch individuell gestaltete Verzehrsempfehlungen, also durch Personalisierte Ernährung, beeinflusst werden kann. Die Studie wurde zwischen 2012 und 2014 durchgeführt und umfasste insgesamt 1 540 Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer an Studienzentren in Irland, Großbritannien, den Niederlanden, Spanien, Griechenland, Polen und Deutschland. Während die Kontrollgruppe lediglich allgemeine Ernährungsempfehlungen in Anlehnung an die 10 Regeln der Deutschen Gesellschaft für Ernährung erhielt (DGE 2020), wurden für die drei Interventionsgruppen persönliche Ernährungsempfehlungen entwickelt, die entweder auf den individuellen Ernährungsgewohnheiten basierten (Level 1) oder auf Ernährungsgewohnheiten plus phänotypischen Informationen (Level 2) oder schließlich auf Ernährungsgewohnheiten plus phänotypischen und genotypischen Informationen (Level 3) (Celis-Morales et al. 2015).

Die phänotypischen Informationen umfassten Anthropometrie und Analysen ausgewählter Biomarker in *dried blood spots* (Glucose, Cholesterol, n-3-Fettsäuren und Carotine). Als genotypische Informationen wurden Einzelnukleotid-

Polymorphismen (*single nucleotide polymorphisms* = SNPs) in den Genen MTHFR, FTO, TCF7L2, ApoE ε4 und FADS1 berücksichtigt (Celis-Morales et al. 2015).

Die personalisierten Ernährungsempfehlungen der drei Interventionsgruppen basierten auf der Identifikation von jeweils drei *target nutrients* und einem umfangreichen Entscheidungsbaum (*decision tree*), der in Abhängigkeit von Zufuhrhöhe und entsprechenden Lebensmittelquellen sowie gegebenenfalls unter Berücksichtigung von phänotypischen (Level 2) und genotypischen Zusatzinformationen (Level 3) Textbausteine für einen sogenannten personalisierten Ernährungsbericht lieferte (Celis-Morales et al. 2016).

Die primäre Zielgröße der Intervention waren die Ernährungsgewohnheiten der Probandinnen und Probanden gemäß deren Angaben in *food frequency questionnaires* (FFQ) zu drei Zeitpunkten: Baseline, Monat 3 und Monat 6 (Marshall et al. 2016).

Ergebnisse

Der Vergleich der FFQ-Daten aus Baseline- und Abschlussbefragung nach sechs Monaten zeigte bei den drei Interventionsgruppen gegenüber der Kontrollgruppe im Durchschnitt unter anderem einen geringeren Verzehr von rotem Fleisch, einen höheren Verzehr an Obst, eine niedrigere Zufuhr an Speisesalz und gesättigten Fettsäuren sowie eine höhere Zufuhr an Folat, aber beispielsweise keinen Unterschied beim Verzehr von Gemüse oder Vollkornprodukten. Insgesamt er-

Tab. 1:

Vergleich der FFQ-Daten aus Baseline- und Abschluss-Befragung (nach Celis-Morales et al. 2016)

Parameter	Differenz Interventionsgruppen vs. Kontrollgruppe		
	Mittelwert	95 %-Konfidenzintervall	p
Obst (g/Tag)	+31,4	[-0,7; 63,7]	0,054
Gemüse (g/Tag)	+2,0	[-14,9; 18,9]	0,814
Vollkornprodukte (g/Tag)	+0,95	[-15,2; 17,2]	0,908
rotes Fleisch (g/Tag)	-5,5	[-10,8; -0,09]	0,046
gesättigte Fettsäuren (Prozent der Energiezufuhr)	-1,14	[-1,6; -0,67]	< 0,0001
Speisesalz (g/Tag)	-0,65	[-1,1; -0,25]	0,002
Folat (µg/Tag)	+29,6	[0,21; 59,0]	0,048
healthy eating index (HEI-10)	+1,27	[0,30; 2,25]	0,010

FFQ = food frequency questionnaire

gibt sich für die Interventionsgruppen im Durchschnitt ein etwas höherer *healthy eating index* (HEI-10, Guenther et al. 2013) als in der Kontrollgruppe (s. Tab. 1). Angesichts dieser Ergebnisse schlussfolgern die Autorinnen und Autoren: „... participants who received personalized nutrition advice had a healthier diet compared with controls ...“. Sie schränken jedoch auch ein: „These results demonstrate a lack of added value from using phenotypic or phenotypic + genotypic information to personalize lifestyle interventions.“ (Celis-Morales et al. 2016).

Diskussion

Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen von Celis-Morales et al. (2016) erscheinen zunächst ziemlich ernüchternd. Im Durchschnitt unterscheiden sich die drei Interventionsgruppen kaum von der Kontrollgruppe, selbst wenn gewisse Unterschiede teilweise noch statistisch signifikant sind. Bei näherer Betrachtung erweisen sich jedoch die Schlussfolgerungen der Autorinnen und Autoren als etwas voreilig und zu stark verallgemeinert.

„Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Studie erscheinen zunächst ziemlich ernüchternd.“

In Bezug auf die Verwendung genotypischer Informationen für personalisierte Ernährungsempfehlungen ist zu berücksichtigen, dass nur bei Trägerinnen und Trägern der Risikoal-

lele tatsächlich mit Effekten auf das Ernährungsverhalten zu rechnen ist. Kolossa (2018) untersuchte daraufhin die deutsche Subkohorte der PoP-Studie und differenzierte bei den Level 3-Probandinnen und -Probanden zwischen solchen mit und ohne erhöhtem Risiko. Sie konnte trotz geringer Fallzahlen zeigen, dass Risikoträgerinnen und -träger für FADS1 im Studienverlauf den stärksten Anstieg im n-3-Index aufwiesen ($X^2 = 10,11$; $p = 0,039$) und Risikoträgerinnen und -träger für ApoE $\epsilon 4$ den deutlichsten Rückgang bei der Zufuhr an gesättigten Fettsäuren zeigten ($X^2 = 13,79$; $p = 0,008$). Insbesondere im letzteren Fall waren die Effekte beeindruckend, da die Trägerinnen und Träger des Risikoallels zwischen Basisuntersuchung und Studienabschluss nach sechs Monaten die Zufuhr an gesättigten Fettsäuren im Median um 2,7 Energieprozent reduzierten. Von ähnlichen Ergebnissen berichten Celis-Morales et al. (2017) in Bezug auf das FTO-Gen: Trägerinnen und Träger des Risikoallels reduzierten ihre Körpermasse (m) und ihren Hüftumfang (WC) während der Studie deutlicher als Personen mit geringerem Risiko ($\Delta_m = -0,29$ kg; $p = 0,037$ bzw. $\Delta_{WC} = -2,35$ cm; $p = 0,048$).

Darüber hinaus ist Zurückhaltung geboten, wenn die Ergebnisse aus der Food4Me-PoP-Studie auf das Konzept von Personalisierter Ernährung verallgemeinert werden. Grundsätzlich hängt die Compliance von Ernährungsempfehlungen entscheidend davon ab, wie und was kommuniziert wird. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der PoP-Studie erhielten ihre mehr oder weniger deutlich personalisierten Ernährungsempfehlungen in Form einer pdf-Datei zum Download. Diese umfasste für die Kontrollgruppe fünf Seiten und für die Interventionsgruppen je nach Level ca. acht bis zehn Seiten. Dabei war der Abschnitt zum genetischen Profil bei Level 3 grafisch deutlich weniger ansprechend als die übrigen Seiten (Celis-Morales et al. 2016, supplementary data). Diese personalisierten Ernährungsberichte für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer können aber offensichtlich nur verhaltensrelevant werden, wenn sie tatsächlich gelesen und verstanden wer-

den. Leider wurden diese Fragen im Rahmen von Food4Me nicht untersucht, und so lässt sich nur mutmaßen, dass der Umfang der personalisierten Ernährungsberichte als *Confounder* gewirkt haben könnte, der gegebenenfalls einem deutlicheren Effekt der Personalisierung entgegenwirkte. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die Annahme personalisierter Ernährungsempfehlungen deutlich vom Vertrauen in den jeweiligen Serviceanbieter abhängt (Stewart-Knox et al. 2013), sodass ein höherer Grad an Personalisierung von Ernährungsempfehlungen keine deutlich stärkere Motivation zu deren Einhaltung bedeuten muss. Schließlich beinhalteten die Ernährungsberichte ausschließlich qualitative Empfehlungen wie beispielsweise „Cut back on processed foods and meats e.g. pies, pastries which are high in saturated fats“, „Use less fat or oil when cooking“ oder „Go for 'low-fat' or 'reduced fat' varieties of foods including dairy products, sauces and snacks“ (Celis-Morales et al. 2016). Es fehlten dabei Anhaltspunkte, wie stark die jeweiligen Verzehränderungen ausfallen sollten, sodass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer kleine Modifikationen in ihren Ernährungsgewohnheiten möglicherweise für ausreichend hielten.

Fazit

Die PoP-Studie des Food4Me-Projekts zeigte eine etwas höhere Compliance von Ernährungsempfehlungen durch Personalisierung. Da diese Compliance jedoch deutlich vom Wie und Was der Kommunikation der Empfehlungen beeinflusst wird, können Studienergebnisse kaum verallgemeinert werden. Eine qualitative Nachanalyse ergab darüber hinaus, dass das Konzept von Personalisierter Ernährung erfolgreicher sein könnte, wenn der Alltag der betroffenen Personen stärker berücksichtigt würde (Kolossa 2018). Die komplexen Entscheidungssituationen in Familienhaushalten oder einge-

schränkten Entscheidungsmöglichkeiten in der Gemeinschaftsverpflegung sowie unzureichende *Food Literacy* oder mangelnde Zeitbudgets für die Speisenzubereitung wurden als wichtige Hindernisse identifiziert. Der Ansatz der Personalisierten Ernährung scheint insgesamt in die richtige Richtung zu gehen. Es ist aber noch ein weiter Weg, bis er weite Teile der Bevölkerung substantiell unterstützen kann, gesündere Ernährungsgewohnheiten zu entwickeln.

Prof. Dr. Kurt M. Gedrich,

Arbeitsgruppe Public Health Nutrition, ZIEL – Institute for Food & Health, Technische Universität München, Freising

Literatur

- Celis-Morales C, Livingstone KM, Marsaux CFM et al.: Design and baseline characteristics of the Food4Me study: a web-based randomised controlled trial of personalised nutrition in seven European countries. *Genes Nutr* 10 (2015) 450
- Celis-Morales C, Livingstone KM, Marsaux CF et al.: Effect of personalized nutrition on health-related behaviour change: evidence from the Food4Me European randomized controlled trial. *Int J Epidemiol* 46 (2016) 578–588
- Celis-Morales C, Marsaux CF, Livingstone KM et al.: Can genetic-based advice help you lose weight? Findings from the Food4Me European randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 105 (2017) 1204–1213
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE): Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. Bonn (2020)
- Guenther PM, Casavale KO, Reedy J et al.: Update of the Healthy Eating Index: HEI-2010. *J Acad Nutr Diet* 113 (2013) 569–580
- Kolossa S: Effectiveness of personalized nutrition – the German experience. (2018) <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn:nbn:de:bv-b:91-diss-20180111-1375825-1-3> (eingesehen am 11.07.2022)
- Marshall SJ, Livingstone KM, Celis-Morales C et al.: Reproducibility of the Online Food4Me Food-Frequency Questionnaire for Estimating Dietary Intakes across Europe. *J Nutr* 146 (2016) 1068–1075
- Stewart-Knox B, Kuznesof S, Robinson J et al.: Factors influencing European consumer uptake of personalised nutrition. Results of a qualitative analysis. *Appetite* 66 (2013) 67–74. www.food4me.org/ (eingesehen am 09.07.2022)



Machen Sie mit am nutritionDay 2022!

Ernährungsversorgung in Gesundheitseinrichtungen verbessern und Mangelernährung bekämpfen

Arbeiten Sie im Krankenhaus oder Pflegeheim? Gibt es in Ihrer Einrichtung bereits gute Strukturen in der Ernährungsversorgung oder denken Sie, da wäre noch etwas zu tun? Werden Sie Teil der weltweiten Initiative zur Bekämpfung von Mangelernährung in Gesundheitseinrichtungen. Helfen Sie mit, im Zuge der **nutritionDay-Deutschland-Aktion 2022** regionale Versorgungsstrukturen in Pflegeheimen und Krankenhäusern zu erfassen und so zu einer Verbesserung der Ernährungssituation beizutragen. Dokumentieren Sie dafür am **Stichtag 10. November 2022** die Situation in Ihrer Einrichtung.

Hintergrund

Die Auswertung früherer nutritionDay-Daten und der Deutschland-Aktion 2018, die im 14. DGE-Ernährungsbericht 2020 veröffentlicht wurde, haben bereits gezeigt, dass Mangelernährung auch bei Klinikpatient*innen und Pflegeheimbewohner*innen in Deutschland ein relevantes Gesundheitsproblem darstellt. Ernährungsstrukturen sind nicht standardmäßig vorhanden, nach wie vor besteht ein deutliches Defizit an ernährungsmedizinischer Fachkompetenz. Maßnahmen zur Verbesserung der Ernährungsversorgung in Krankenhäusern und Pflegeheimen sind dringend erforderlich, um der Entwicklung von Mangelernährung präventiv entgegenzuwirken und bestehende Ernährungsprobleme adäquat zu behandeln. Noch ist die Datenlage in Deutschland allerdings spärlich.

Welches Ziel verfolgt dieses Projekt?

Ziel der erneuten nutritionDay-Deutschland-Aktion ist es, die Datenbasis zur Ernährungssituation in Kliniken und Pflegeheimen zu erweitern und möglichst flächendeckende Daten zur Prävalenz von Mangelernährung und zu bestehenden Versorgungsstrukturen in Krankenhäusern und Pflegeheimen in Deutschland zu erhalten. Dabei liegt der Schwerpunkt der Erhebung in diesem Jahr bei der Qualität der Ernährungsversorgung – von der Mahlzeitenversorgung über die pflegerische Unterstützung bis zur ärztlichen und diätetischen Ernährungstherapie. Auch Aspekte der Nachhaltigkeit werden dabei berücksichtigt.

Die Aktion wird von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg in Kooperation mit der nutritionDay-Geschäftsstelle, der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin e. V.,

der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V., dem Berufsverband Oecotrophologie e. V. und dem Verband der Diätassistenten – Deutscher Bundesverband e. V. durchgeführt. Alle Daten, die 2022 erhoben werden, fließen in eine Analyse ein, die im Auftrag des BMEL für den 15. DGE-Ernährungsbericht 2024 durchgeführt wird, um die Ist-Situation in Krankenhäusern und Pflegeheimen zu dokumentieren. Auf politischer Ebene werden daraus geeignete Maßnahmen abgeleitet, um Strukturen schaffen und verbessern zu können.

Info

Machen Sie mit am nutritionDay 2022: Donnerstag, 10. November 2022!

Das Projekt ist auf die Unterstützung von Krankenhäusern und Pflegeheimen in ganz Deutschland angewiesen. Die Datenerhebung ist anonym, kostenfrei und erfordert kein Spezialwissen. Jedes Krankenhaus oder Pflegeheim kann mit einer oder mehreren Stationen oder Wohnbereichen mitwirken. Die Registrierung erfolgt über www.nutritionday.org. Über diese Website erhalten Sie alle Fragebögen und umfassende Hinweise zur Durchführung sowie eine Checkliste mit 12 einfachen Schritten zur Vorbereitung.

Haben Sie Fragen zum Projekt?

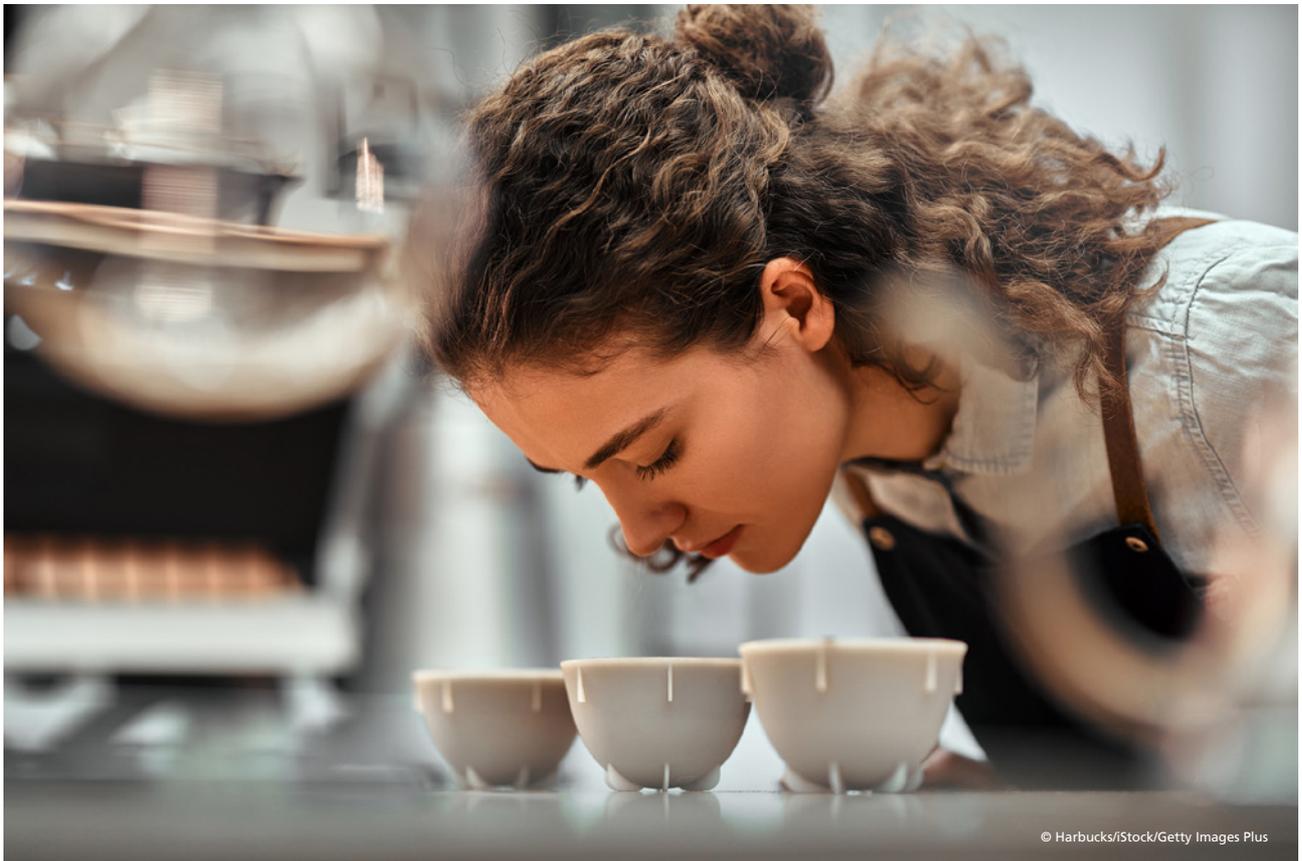
Sind Sie an einer Online-Schulung zur Durchführung oder an Unterstützung bei der Eingabe der erhobenen Daten interessiert?

Dann melden Sie sich gerne bei unserem nutritionDay-Team Deutschland, vertreten durch Prof. Dr. Dorothee Volkert und M. Sc. Isabel Galicia Ernst.

E-Mail: interest@nutritionday.org

Tel.: +49 911 530 296 170





Das riecht aber gut!

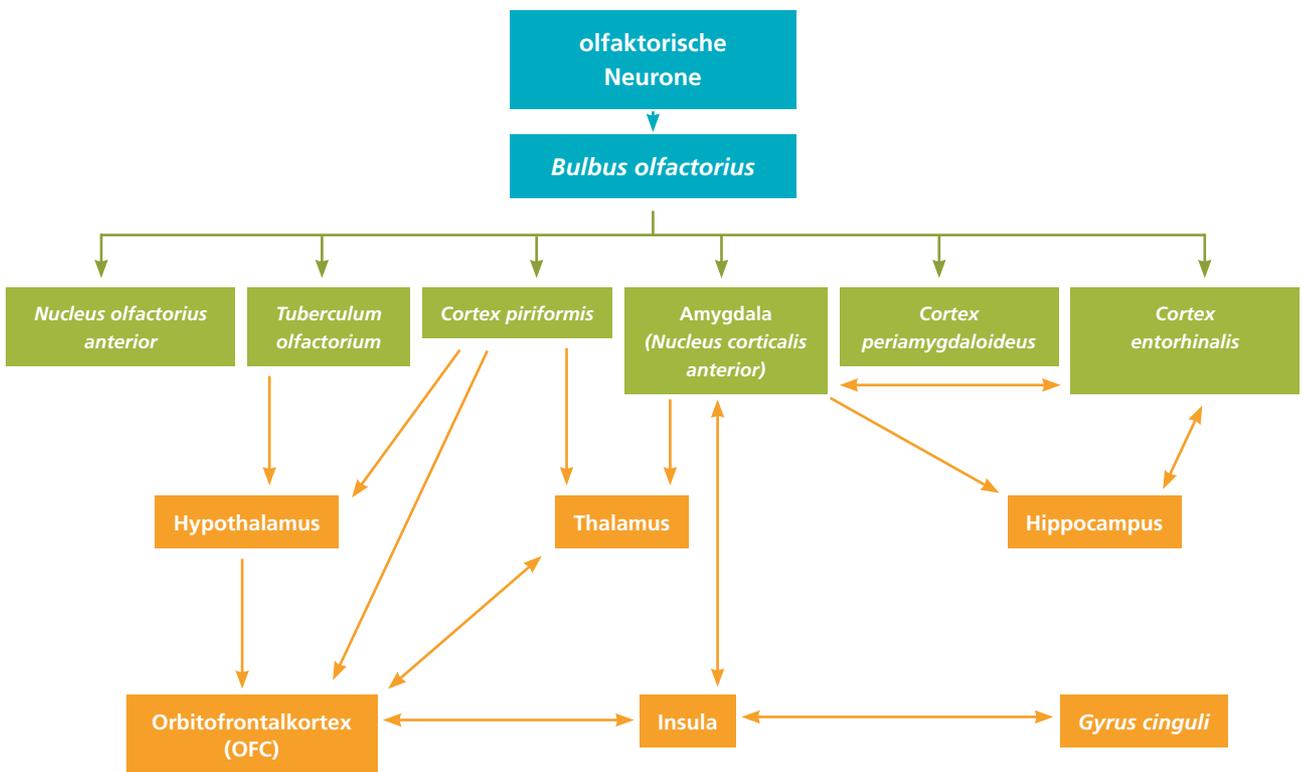
Zur zentralen Verarbeitung sensorischer Reize und deren Einfluss auf das Essverhalten

Es wird fälschlicherweise von vielen Expert*innen angenommen, dass der Geruchssinn des Menschen im Vergleich zu anderen Spezies unterentwickelt sei. Diese Annahme geht zurück auf den Neuroanatom Paul Broca, der im 19. Jahrhundert postulierte, dass Menschen „Nichtriecher“ oder „Mikrosmatiker“ sind, deren erstes olfaktorisches Hirnareal (der *Bulbus olfactorius*) im Vergleich zu anderen Spezies relativ klein ist (McGann 2017). Dieses Postulat ist die Grundlage dafür, dass der menschliche Geruchssinn noch heute von Biolog*innen, Anthropolog*innen und Psycholog*innen falsch eingeschätzt wird und in der medizinischen Praxis so gut wie keine Anwendung findet. Diesem Argument kann entgegengesetzt werden, dass das Geruchssystem des Menschen dem von anderen Säugetieren ähnelt. Der *Bulbus olfactorius* ist z. B. bei der Ratte in Relation zur Gesamthirnmasse größer als beim Menschen, schaut man sich jedoch die absolute

Größe der Bulbi direkt im Vergleich an, so sieht man, dass sie in etwa gleich groß sind bzw. der menschliche *Bulbus olfactorius* sogar größer ist als der der Ratte (Freiherr et al. 2013). In 3D-CT-Scans wurde deutlich, dass das Hirnvolumen des fossilen Schädels eines *Homo neanderthalensis* und eines *Homo sapiens* ungefähr gleich groß ist, obwohl die Form des Gehirns sich unterscheidet. Es konnten evolutionäre Veränderungen am Schädel des *Homo sapiens* gezeigt werden: Der *Homo-sapiens*-Schädel zeigte größere Volumina der olfaktorischen Bulbi, des Orbitofrontalkortex und auch der Temporalpole. Dies könnte zu einer Reorganisation der Hirnareale und zur Entwicklung des Lern- und Sozialverhaltens des *Homo sapiens* beigetragen haben, so die Schlussfolgerung. Hierbei könnten höhere olfaktorische Funktionen und deren Verhaltensimplikationen wichtige, oft unterschätzte Faktoren dargestellt haben (Bastir et al. 2011).

Abb. 1:

Organisation der Hirnareale, die zur Verarbeitung von Geruchsreizen zuständig sind
(nach Albrecht und Wiesmann 2006)



Verschiedene Beispiele verdeutlichen allerdings, dass der Geruchssinn des Menschen weit besser ausgeprägt ist, als weitläufig angenommen. Evolutionäre Gründe dafür sind beispielsweise die enorme Wichtigkeit der Wahrnehmung von Gefahrstoffen, für soziale Interaktionen aber auch für die Wahrnehmung von Lebensmitteln.

Wie funktioniert der Geruchssinn?

Das olfaktorische System des Menschen verfügt über ca. 400 funktionelle Rezeptoren (Trimmer et al. 2019). Das sind im Vergleich zur Ratte relativ wenig Geruchsrezeptoren – sie verfügt über 1 000 Rezeptoren. Man nahm bis vor Kurzem an, dass der Mensch damit ca. 10 000 verschiedene Geruchseindrücke wahrnehmen kann. Neueste Forschungsergebnisse zeigen allerdings, dass der Mensch sehr viel mehr, nämlich ca. eine Billion (10^{12} oder 1 000 Milliarden) verschiedener Gerüche unterscheiden kann (Bushdid et al. 2014). Somit kann der Mensch wesentlich mehr unterschiedliche Gerüche als Farben oder Töne wahrnehmen.

Wie kann man nun mit relativ wenigen Rezeptoren eine so hohe Anzahl von Geruchseindrücken wahrnehmen? Das

funktioniert mithilfe des kombinatorischen Rezeptorcodes für Gerüche. Jedes Geruchsmolekül hat verschiedene funktionelle Gruppen. Diese funktionellen Gruppen interagieren mit den verschiedenen Rezeptoren ähnlich dem Schlüssel-Schloss-Prinzip. Jeder Geruch aktiviert verschiedene Rezeptoren und damit ein spezifisches Rezeptormuster, wodurch der Geruch erkannt wird. Von den Rezeptoren aus wird die Geruchsinformation ins Gehirn und dort an verschiedene Zentren weitergeleitet. Der **Bulbus olfactorius** übernimmt eine erste Filterfunktion, hier findet eine basale Verarbeitung der Gerüche statt. Das zweite Hirnareal, welches für die Verarbeitung von Gerüchen zuständig ist, ist der **piriforme Kortex**. Hier wird bereits ein Geruchsobjekt generiert. Im vorderen Anteil des piriformen Kortex wird die Identität oder Struktur des Duftstoffes und im hinteren Anteil die Qualität des Duftstoffes verarbeitet. Der **Orbitofrontalkortex (OFC)** übernimmt anschließend höhere kognitive Aufgaben der Geruchsverarbeitung, hier werden Gerüche dahingehend beurteilt, ob sie angenehm sind oder ob die Geruchsquelle essbar ist. Außerdem sind weitere Hirnareale wie der **Hippocampus** (Erinnerung), die **Amygdala** (Emotionen), der **Hypothalamus** und das **Kleinhirn** an der Verarbeitung von Gerüchen beteiligt (s. Abb. 1) (Lundström et al. 2011). In einer Metaanalyse konnte bestätigt werden, dass der piriforme Kortex, die Amygdala, der OFC und die Insula für die Geruchsver-

beitung zuständig sind (Torske et al. 2022). Außerdem konnten die Aktivierungen, die speziell für die Verarbeitung von Lebensmittelgerüchen und unangenehmen Gerüchen zuständig sind, identifiziert werden.

Info

Neurowissenschaftler*innen untersuchen den Geruchssinn und die Wahrnehmung von Gerüchen hauptsächlich mithilfe der Methoden der funktionellen Magnetresonanztomografie (fMRT). Diese Methode ermöglicht es den Forscher*innen, dem Gehirn bei der Arbeit zuzuschauen. Es wird ein MRT-Scanner mit einem starken Magnetfeld benötigt. Das Gehirn ist von der Funktion her vergleichbar mit einem Muskel – es verbraucht mehr Energie und Sauerstoff, wenn es aktiv ist. Sauerstoff wird als Folge im Überschuss in aktive Hirnregionen geleitet. Dieser höhere Sauerstoffgehalt bewirkt Signalintensitätsunterschiede, die mithilfe der fMRT sichtbar gemacht werden können.

Gerüche und Emotionen

Der Geruchssinn ist im Vergleich zu unseren anderen sensorischen Systemen aus drei Gründen von besonderer Bedeutung: Geruchsinformationen werden hauptsächlich unbewusst verarbeitet. Der Grund hierfür liegt in der hirnanatomischen Organisation des Geruchssystems. Die Geruchsinformation erreicht kortikale Areale ohne durch den Thalamus, der für das Bewusstwerden von Informationen zuständig ist, geleitet zu werden. Außerdem verbinden wir mit Gerüchen stabile Erinnerungen und Assoziationen und auch starke Emotionen. Auch dies kann hirnanatomisch begründet werden: Der Geruchssinn hat eine enge Verbindung zum limbischen System. Schon zeitig in der Verarbeitung von Gerüchen werden die Amygdala und der Hippocampus, typische Areale für die Verarbeitung von Emotionen und Erinnerungen, eingebunden. Das heißt, Gerüche haben die einzigartige Eigenschaft, Emotionen und Erinnerungen auszulösen, obwohl dem Menschen noch nicht einmal offensichtlich ist, dass etwas gerochen wurde.

Gerüche und Emotionen werden aber nicht nur durch ähnliche neuronale Strukturen, das limbische System, verarbeitet, sondern haben auch sehr ähnliche Charakteristika. Beide vermitteln starke körperliche Reaktionen und zwar direkt und automatisch. Sie sind nur schwer zu unterdrücken und werden in erster Dimension hinsichtlich ihrer Angenehmheit be-

wertet. Der Mensch hat ein ähnlich gutes Erinnerungsvermögen für Gerüche und Emotionen, beide sind gut detektierbar und unterscheidbar, aber sowohl Emotionen als auch Gerüche sind nur schwer zu benennen.

Laien benennen Duftstoffe oft nach ihrem Ursprung (z. B. Holzgeruch), während sensorisch trainierte Expert*innen Gerüche objektiv hinsichtlich verschiedener Attribute (Bsp. für Holzattribute: Bleistift, würzig, Holzleim, Koniferen) und deren Intensitäten charakterisieren. Die Benennung von Gerüchen fällt Laien oft schwer, dennoch können die Intensität des Geruchs, dessen Angenehmheit oder auch damit verbundene Emotionen sehr leicht eingeordnet werden. Laut dem Kaskadenmodell von Olofsson (2014) gibt es verschiedene Wahrnehmungsprozesse während des Riechens – wir detektieren einen Geruch („Ich rieche etwas.“), dann identifizieren wir das Objekt („Es riecht nach Popcorn.“) oder bewerten seine Angenehmheit („Es riecht gut.“). Der letzte Schritt dieser Kaskade ist die Bewertung der Essbarkeit des wahrgenommenen Objekts („Das Popcorn ist essbar.“).

Eine in der Schweiz durchgeführte Studie zeigte, welche Deskriptoren zur Beschreibung von Gerüchen häufig verwendet werden. Es fällt auf, dass zur Beschreibung oder Benennung von Gerüchen vor allen Dingen Geschmackseindrücke (süß, sauer, salzig) verwendet werden. Außerdem kommen Deskriptoren vor, die Angenehmheit beschreiben (lecker, gut, frisch, schlecht), dann aber auch Deskriptoren, die eher die Intensität beschreiben (intensiv, mild, fad). Schließlich werden auch verschiedene Resultate von Lebensmittelprozessen (verbrannt, verdorben) genannt (Nuessli Guth und Runte 2017). Zusammenfassend kann man sagen, dass Menschen zwar eine große Anzahl von Gerüchen detektieren und unterscheiden können, aber die Benennung der Gerüche schwerfällt. Wir sind im Hinblick darauf sozusagen sprachlos. Erklären kann man dieses Phänomen mit Blick auf die menschliche Entwicklung. Das Sprachsystem entwickelt sich im Vergleich zum Geruchssystem erst relativ spät – ein Fötus kann bereits im Mutterleib Gerüche wahrnehmen. Die Sprache ist allerdings erst zu einem späteren Zeitpunkt so weit entwickelt, dass eine Benennung von Gerüchen möglich ist. Außerdem ist die Bedeutung von Gerüchen mit Blick auf die Evolution wichtiger als der Name des Geruchs. Aufgrund der ähnlichen Charakteristika von Gerüchen und Emotionen kann man so weit gehen, Gerüche als sensorische Emotionen zu bezeichnen.

Interaktion mit anderen Sinnessystemen

Geschmack

Der französische Gastrosoph Brillat-Savarin stellte 1826 fest: „Der Geruchs- und Geschmackssinn sind eigentlich identisch: Das Labor befindet sich im Mund und der Abzug in der Nase“. Auf der Zunge des Menschen befinden sich die Ge-

schmacksrezeptoren, mit denen die fünf Geschmacksqualitäten süß, sauer, salzig, bitter und umami wahrgenommen werden. Weitere mögliche Wahrnehmungen auf der Zunge sind Wassergeschmack, Calciumgeschmack sowie metallischer Geschmack, die Rezeptoren hierfür sind allerdings noch nicht identifiziert. Alle sonstigen Eindrücke, die der Mensch häufig als Geschmack beschreibt (z. B. Kaffeegeschmack) werden über den Geruchssinn vermittelt. Genießt man eine Tasse Kaffee, während man sich die Nase zuhält, nimmt man nur den bitteren Geschmackseindruck wahr. Öffnet man dann die Nase, kommt der Kaffeegeruch zu den Rezeptoren und wir erkennen das Getränk als Kaffee. Dieses Phänomen bildet die Grundlage dafür, dass bei einer Erkältung mit geschwollener Nase das Essen oftmals nicht schmeckt. Gemeint ist, dass die Aromen des Essens nicht zu den Geruchsrezeptoren gelangen und dementsprechend das Essen aufgrund des fehlenden Geruchseindrucks nicht mundet.

Es wurde früher angenommen, dass die Geschmacksrezeptoren sich in Regionen über die Zunge verteilen, also Rezeptoren für süß als Hinweisgeber auf eine wichtige Kohlenhydratquelle auf der Spitze der Zunge, und Rezeptoren für bitter als Anzeichen eines giftigen oder verdorbenen Lebensmittels auf dem Zungengrund. Diese regionale Einteilung der Zunge ist allerdings veraltet. Man weiß heute, dass die verschiedenen Geschmacksrezeptoren relativ gleichmäßig über die Zunge verteilt sind.

In einer Metaanalyse zur Hirnaktivierung durch Geschmacksreize konnten wir zeigen, dass Informationen zu Geschmack hauptsächlich durch die Insula, den OFC und den Thalamus verarbeitet werden (*Veldhuizen et al. 2011*).

Trigeminales System

Zusätzlich zur Geschmacks- und Geruchswahrnehmung gibt es während des Essens und Trinkens weitere sensorische Eindrücke, die ausgelöst werden. Das kann eine Temperatur- oder Texturwahrnehmung sein, aber auch eine trigeminale Stimulation.

Das trigeminale System verarbeitet brennende, stechende, prickelnde und kratzende Reize genauso wie Berührung, Druck und Temperatur. Ein Beispiel hierfür wäre die kühle und frische Wahrnehmung eines Minz-Kaugummis oder die wärmende Wahrnehmung einer Chili oder auch das Kribbeln der Kohlensäure beim Genuss einer Cola. Der Geruchssinn und das trigeminale System arbeiten zusammen, um verschiedene Eindrücke zu einer ganzheitlichen Wahrnehmung zu integrieren. Das trigeminale System ist das am wenigsten untersuchte chemosensorische System. Die Nervenendigungen des *Nervus trigeminus* im Nasen- und Rachenraum leiten die Reize an verschiedene Hirnnervenkerne weiter, von dort aus gelangt die Information weiter zum somatosensorischen Kortex und zur Insula und zum OFC.

Für das trigeminale System gab es in 2010 nur 9 oder 10 Studien, welche wir auch in einer Metaanalyse untersucht

haben (*Albrecht et al. 2010*). Dabei zeigte sich, dass es Hirnregionen gibt, die spezifisch für eine olfaktorische oder trigeminale Verarbeitung sind, andere Hirnareale aber auch beide Aufgaben übernehmen. Schaut man sich den piriformen Kortex genauer an, so sieht man eine Überlappung. Er reagiert auf reine Geruchsreize, aber auch auf trigeminale Reize. Dementsprechend führt die Stimulation von anatomisch nah beieinanderliegenden sensorischen Systemen zu einer Aktivierung von ein und demselben Hirnareal. Dieses Ergebnis macht Sinn, wenn man bedenkt, dass sowohl das Geruchssystem, als auch das trigeminale System an der Wahrnehmung von Flavor und Aroma von Lebensmitteln beteiligt sind.

Multisensorische Integration

Während des Konsums von Lebensmitteln kommen neben den chemosensorischen Eindrücken weitere sensorische Wahrnehmungen hinzu. Ein Lebensmittel schmeckt und riecht nicht nur, es stimuliert auch das visuelle, auditorische und taktile System. Eine Tasse Kaffee wird also neben dem Geruch und Geschmack auch mit dem Auge wahrgenommen und sie wird eventuell vom Geräusch einer Kaffeemaschine begleitet. Diese sensorischen Eindrücke gehen nicht nur vom Kaffee selbst aus, sondern auch von der Verpackung bzw. der jeweiligen Darreichungsform, dem Geschirr. Über die Hand und den Mund werden sowohl die Kaffeetasse, als auch der Kaffee selbst taktil wahrgenommen. Das menschliche Gehirn bringt all diese verschiedenen Reize zusammen und erzeugt eine ganzheitliche Wahrnehmung. Dieser Prozess wird als multisensorische Integration bezeichnet. Auf dieser basierend treffen wir die Entscheidung, ob wir ein Produkt mögen und konsumieren bzw. auch wiederholt konsumieren.

Während der multisensorischen Integration haben visuelle Eindrücke einen besonders starken Einfluss auf Geruchs- oder Geschmackssinn, man nennt dieses Phänomen visuelle Dominanz. So wird z. B. ein roter Apfel als süßer eingeschätzt als ein grüner Apfel. Selbst Sensorikexpert*innen, die jahrelange Erfahrung in der sensorischen Bewertung haben, sind davor nicht geschützt. So konnte gezeigt werden, dass sie einen rot eingefärbten Weißwein mit typischen Attributen für Rotwein beschreiben – hier bewirkt allein die Farbwahrnehmung eine Verzerrung des Geruchs- und Geschmackseindrucks (*Morrot et al. 2001*).

Nicht nur die Farbe des Lebensmittels spielt eine Rolle für dessen Wahrnehmung, auch die Farbe von Geschirr oder Verpackung. Beispielsweise wird eine Erdbeermousse auf einem weißen Teller röter wahrgenommen als auf einem schwarzen Teller und dementsprechend als süßer schmeckend bewertet (*Piqueras-Fiszman et al. 2012a*) oder eine heiße Schokolade schmeckt am leckersten aus einer orangefarbenen Tasse (*Piqueras-Fiszman und Spence 2012b*). Mineralwasser wird am erfrischendsten bewertet, wenn es in einer

blauen Flasche abgefüllt ist (Zellner und Durlach 2003). Es gibt noch sehr viel mehr Beispiele für diese multisensorischen Integrationseffekte.

Auch der Kontext spielt eine wichtige Rolle für die Einordnung der Geruchswahrnehmung. Ein Parmesangeruch kann z. B. in zwei verschiedenen Situationen präsentiert werden, einmal mit dem Label „hochwertiger Käse“, dann wird der Geruch sehr positiv bewertet oder mit dem Label „Erbrochenes“, dann wird der identische Geruch negativ bewertet und abgelehnt (Manescu et al. 2014).

Ausblick

In unserer eigenen Forschung untersuchen wir, wie Label auf Lebensmitteln, die eine gesundheitsfördernde Ernährungsweise hervorrufen sollen, deren Wahrnehmung beeinflussen. Diese Gesundheitslabel generieren niedrige Erwartungen an den Geschmack eines Produkts. Wir vergleichen z. B. das Label „nur natürliche Zucker“ mit dem Label „ohne Zuckerzusatz“ um zu erfahren, wie diese sprachlichen Nuancen, in denen die Produkteigenschaften kommuniziert werden, sich auf die Wahrnehmung und das Essverhalten auswirken. Außerdem untersuchen wir unser Essverhalten, also auch die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung, wenn wir einer Ablenkung ausgesetzt sind. Es ist bekannt, dass das menschliche Essverhalten sich ändert, wenn man vor dem TV oder dem PC isst. Durch die Ablenkung snacken wir mehr und bewerten den Geschmack von Lebensmitteln weniger intensiv. Unsere Forschung zeigt nun, dass auch Gerüche von Lebensmitteln während einer Ablenkung als weniger intensiv wahrgenommen werden (Hoffmann-Hensel et al. 2017, Schadll et al. 2021). Dieses Phänomen wird auch auf der Ebene der Verarbeitung im Gehirn erklärt – die Aktivität primärer Geruchsareale wird durch die Ablenkung nach unten reguliert. Diese geringere Wahrnehmung führt wahrscheinlich dazu, dass mehr konsumiert wird und sich negativ auf das Körpergewicht auswirkt. Zukünftige Studien werden auch die Wahrnehmung von übergewichtigen und adipösen Patient*innen unter Ablenkung in den Fokus nehmen.

Prof. Dr. rer. biol. hum. Jessica Freiherr,

Psychiatrische und Psychotherapeutische Klinik,
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Sensorische Analytik und Technologien, Fraunhofer Institut für
Verfahrenstechnik und Verpackung IVV

Literatur

- Albrecht J, Kopietz R, Frasnelli J et al.: The neuronal correlates of intranasal trigeminal function – an ALE meta-analysis of human functional brain imaging data. *Brain Res Rev* 2 (2010) 183–196
- Albrecht J, Wiesmann M: The human olfactory system: Anatomy and physiology. *Nervenarzt* 77 (2006) 931–939
- Bastir M, Rosas A, Gunz P et al.: Evolution of the base of the brain in highly encephalized human species. *Nat Commun* (2011) 588
- Bushdid C, Magnasco MO, Vosshall LB et al.: Humans can discriminate more than 1 trillion olfactory stimuli. *Science* (2014) 1370–1372
- Freiherr J, Wiesmann M, Witt M: Functional anatomy of the olfactory system II: Central relays, pathways, and their function. In: Welge-Lüssen A (Hrsg.): Management of smell and taste disorders: a practical guide for clinicians. Thieme, Stuttgart (2013) 27–38
- Hoffmann-Hensel SM, Sijben R, Rodriguez-Raecke R et al.: Cognitive Load Alters Neuronal Processing of Food Odors. *Chem Senses* 9 (2017) 723–736
- Lundström JN, Boesveldt S, Albrecht J: Central Processing of the Chemical Senses: an Overview. *ACS Chem Neurosci* 1 (2011) 5–16
- Manescu S, Frasnelli J, Lepore F et al.: Now you like me, now you don't: impact of labels on odor perception. *Chemical Senses* 39 (2014) 167–175
- McGann JP: Poor human olfaction is a 19th-century myth. *Science* (2017) 356
- Morrot G, Brochet F, Dubourdieu D: The color of odors. *Brain Lang* 2 (2001) 309–320
- Nuessli Guth J, Runte M: Odor descriptions from a language perspective. In: Buettner A (Hrsg.): Handbook of odors. Springer (2017) 1013–1026
- Olofsson JK: Time to smell: a cascade model of human olfactory perception based on response-time (RT) measurement. *Front Psychol* 5 (2014) 33
- Piqueras-Fiszman B, Alcaide J, Roura E et al.: Is it the plate or is it the food? Assessing the influence of the color (black or white) and shape of the plate on the perception of the food placed on it. *Food Quality and Preference* 1 (2012a) 205–208
- Piqueras-Fiszman B, Spence C: The Influence of the Color of the Cup on Consumers' Perception of a Hot Beverage. *J Sens Stud* 5 (2012b) 324–331
- Schadll S, Rodriguez-Raecke R, Heim L et al.: Playing Tetris Lets You Rate Odors as Less Intense. *Front Psychol* 14 (2021)
- Torske A, Koch K, Eickhoff S et al.: Localizing the human brain response to olfactory stimulation: A meta-analytic approach. *Neurosci Biobehav Rev* 134 (2022) 104512
- Trimmer C, Keller A, Murphy NR et al.: Genetic variation across the human olfactory receptor repertoire alters odor perception. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 7 (2019) 9475–9480
- Veldhuizen MG, Albrecht J, Zelano C et al.: Identification of human gustatory cortex by activation likelihood estimation. *Hum Brain Mapp* 12 (2011) 2256–2266
- Zellner DA, Durlach P: Effect of color on expected and experienced refreshment, intensity, and liking of beverages. *Am J Psychol* 4 (2003) 633–647

Wie können wir umweltverträglicher essen und trinken?

Mehr Pflanzen auf dem Teller, eine faire Ernährungsumgebung, mehr Digitalisierung und Transparenz – eine umweltverträglichere Ernährung braucht einen gesellschaftlichen Aufbruch.

Die Ansprüche an unsere Ernährung werden immer komplexer, sie soll verschiedenste Auswirkungen berücksichtigen. Nicht nur die gesundheitlichen Aspekte wie weltweite Adipositas- und Diabetesepidemie sowie Hungerkatastrophen stellen uns vor immer neue Herausforderungen. Auch die Umwelt wird immer stärker belastet, denn viele Lebensmittel, die wir konsumieren, tragen einen erheblichen sozialen, umwelt-, klima- und tier-schutzbezogenen Fußabdruck (WBAE 2020, WWF 2020).

Aktuelle Herausforderungen für die Umwelt

Ein entscheidender Faktor, der die Umwelt belastet, ist das weltweite **Bevölkerungswachstum**. Nach Berechnungen der Vereinten Nationen wird die Bevölkerung bis zum Jahr 2050 von derzeit 7,7 Mrd. Menschen auf 9,7 Mrd. Menschen anwachsen. Dadurch steigt der Pro-Kopf-Energieverbrauch stark an. Alleine die Pro-Kopf-Versorgung mit Fleisch hat sich seit 1961 mehr als verdoppelt (WBAE 2020). Dabei bedroht die **globale Lebensmittelproduktion** die lokalen Ökosysteme und die Stabilität des Erdsystems. Bereits jetzt sind beim Flächenverbrauch, den Treibhausgasemissionen sowie dem Phosphor- und Stickstoffeintrag die Belastungsgrenzen erreicht.

Die EAT-Lancet Kommission, ein Gremium aus hochrangigen Wissenschaftler*innen, hat eine Richtlinie für eine umweltverträgliche Ernährung erarbeitet (s. Abb. 1). Die Gestaltung einer gesunden Ernährung und naturverträglichen Landwirtschaft gelingt nur durch die Zusammenarbeit zwischen Konsument*innen, Politik und Lebensmittelindustrie. Für einen großen Ernährungswandel („*Great Food Transformation*“) wird **internationale und nationale Unterstützung** benötigt. Dabei muss nicht nur die Quantität, sondern vor allem die Qualität der Lebensmittel aus ernährungsphysiologischer Sicht berücksichtigt werden. Die Verzehrmenge an rotem Fleisch, verarbeitetem Fleisch, zugesetztem Zucker, Weißmehl und weißem Reis sowie stärkehaltigem Gemüse sollte reduziert werden.

Die Vielfalt in landwirtschaftlichen Systemen muss Normalität werden. Nur mit einer sogenannten „Nullausdehnungspolitik“ für neue landwirtschaftliche Flächen in natürliche Ökosysteme und artenreiche Wälder, der Wiederherstellung und Wiederaufforstung degradierter Flächen sowie der Einführung der *Half-Earth-Strategie* (50 % der Erde unter Schutz) kann die biologische Vielfalt erhalten werden.

Meilensteine auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit

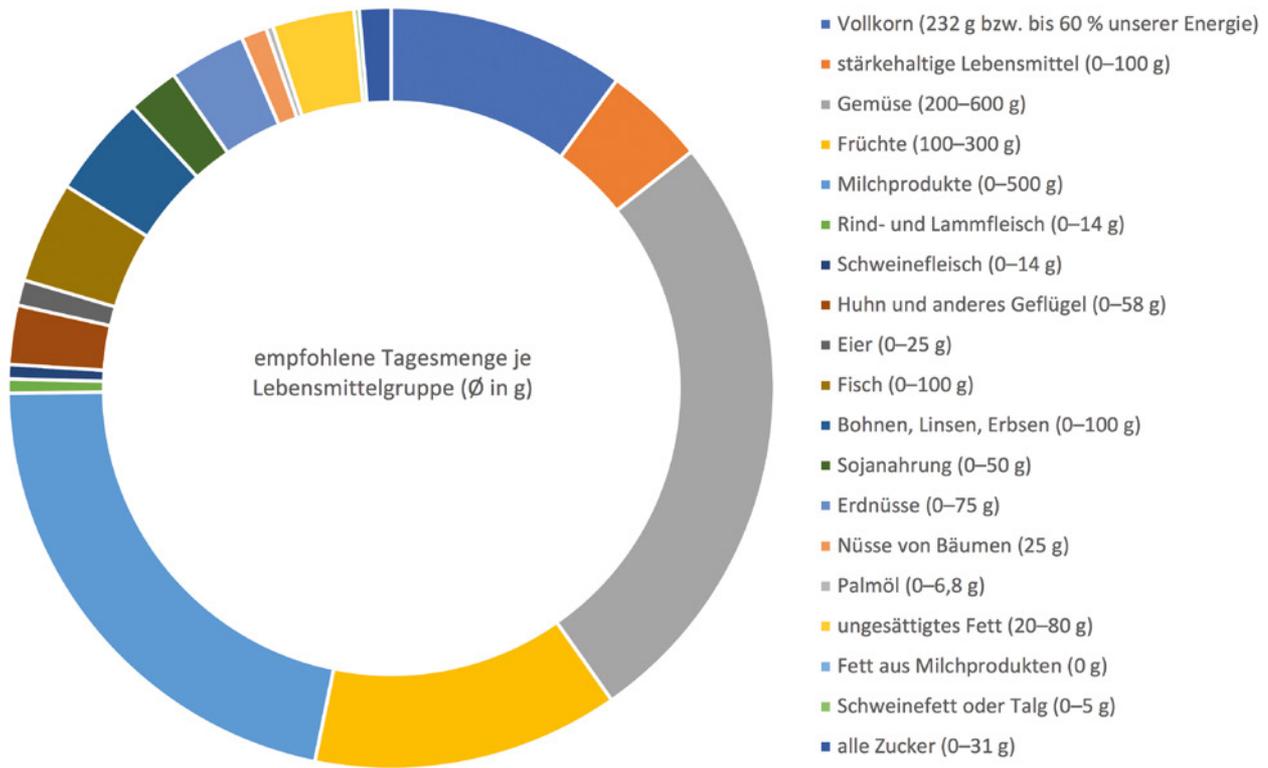
Die Erkenntnis, dass die planetaren Ressourcen endlich sind und geschützt werden müssen, ist nicht neu (*United Nations 1987*). Mehr Nachhaltigkeit und besserer Umweltschutz sind national und international bereits häufig diskutiert worden. Vor 50 Jahren wurde mit dem *Club of Rome* erstmals auf die **„Grenzen des Wachstums“** hingewiesen und ein Bewusstsein für die Endlichkeit natürlicher Ressourcen geschaffen mit der Forderung einer internationalen Umweltpolitik.

In Deutschland forderten schon zu Beginn der 1980er Jahre die Ernährungswissenschaftler Karl von Koerber, Thomas Männle und Claus Leitzmann, Universität Gießen, eine ganzheitliche Bewertung von Ernährung. In der **Vollwert-Ernährung** wurde die Bedeutung der Ernährung für Gesundheit, Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft erstmals systematisch aufgezeigt und Ernährungsempfehlungen für mehr pflanzliche Lebensmittel abgeleitet.

Die Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen einigten sich 2015 in ihrer Generalversammlung auf die **Agenda 2030**, in der die notwendige Transformation der Welt an ökologische, soziale und ökonomische Ziele geknüpft wird. Auch die Europäische Union hat sich zur Agenda 2030 verpflichtet. Nachfolgend entwickelte Deutschland eine **nationale Nachhaltigkeitsstrategie**, die alle zwei Jahre aktualisiert wird.

Abb. 1:

Empfehlungen für eine gesunde und umweltgerechte Ernährung 2050 (nach Willett et al. 2019)



Urheberrechtlich geschützt

Auf europäischer Ebene sind eine nachhaltige Lebensmittelproduktion und Ernährung Teil des sogenannten „**Green Deal**“, durch den Europa bis 2050 als eine der ersten Regionen zur Klimaneutralität geführt werden soll. In diesem Zusammenhang wurde die zentrale Strategie „Vom Hof auf den Tisch“ („*from farm to fork*“) entwickelt, um entlang der gesamten Wertschöpfungskette die unterschiedlichen Zieldimensionen einer nachhaltigen Entwicklung umzusetzen.

Im Jahr 2020 hat der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) beim deutschen Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft in seinem Gutachten „Politik für eine nachhaltigere Ernährung. Eine integrierte Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungsumgebungen gestalten“ **vier zentrale Zieldimensionen („big four“)** – **Gesundheit, Umwelt, Soziales und Tierwohl** – einer nachhaltigeren Ernährung benannt (WBAE 2020). Dieses Thema hat auch die DGE in ihrem Positionspapier zur nachhaltigeren Ernährung aufgegriffen (Renner et al. 2021).

Info

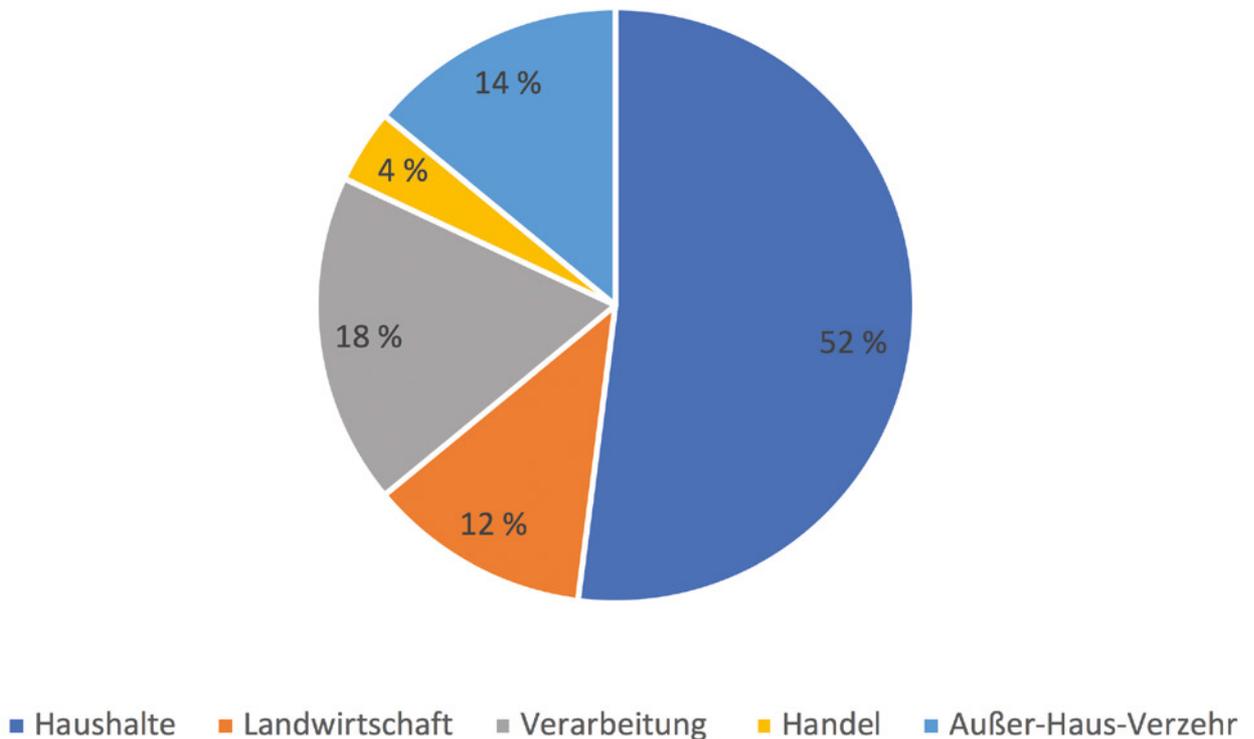
„**Nachhaltige Ernährung** ist eine Ernährung mit geringen Umweltauswirkungen, die zur Ernährungssicherheit und zum gesunden Leben heutiger und künftiger Generationen beiträgt. Nachhaltige Ernährung schützt und respektiert die biologische Vielfalt und die Ökosysteme, ist kulturell akzeptabel, zugänglich, wirtschaftlich fair und erschwinglich, ernährungsphysiologisch angemessen, sicher und gesund und optimiert gleichzeitig die natürlichen und menschlichen Ressourcen“ (FAO 2011).

Maßnahmen und Visionen für eine umweltfreundlichere Ernährung

Viele **Verbraucher*innen** wollen sich gesünder und umweltverträglicher ernähren.

Abb. 2:

Darstellung der prozentualen Anteile der Lebensmittelabfälle nach Bereichen der Wertschöpfungskette für Lebensmittel 2015 in Deutschland. Die Mittelwerte sind aufgetragen in Tonnen pro Jahr (nach Schmidt et al. 2019)



Verbraucher*innen können für eine umweltfreundlichere Ernährung:

- **Weniger Fleisch essen**, dadurch kann der Ausstoß an Methan, Lachgas und der hohe Wasserverbrauch gesenkt werden (BMUV 2022).
- **Mehr pflanzliche Lebensmittel wählen**. Milchalternativen auf pflanzlicher Basis haben im Vergleich zu Kuhmilch weniger CO₂-Emissionen, allerdings liegt der Wasserverbrauch teilweise über dem der Kuhmilch (Reis-, Mandeldrink).
- **Regionale Lebensmittel bevorzugen**, so fallen teure Transportwege weg, CO₂-Emissionen sinken. Allerdings kann die Lagerung und Haltbarmachung von Lebensmitteln die Umweltbelastung wieder erhöhen.
- **Saisonale Produkte verzehren**, auch Lebensmittel aus Folientunneln und unbeheizten Gewächshäusern sind gut geeignet (BZfE 2022).
- **Unverpackte Produkte wählen**. Beim Verzicht auf Verpackungen kann viel Verpackungsmüll gespart werden. Auch Wasserflaschen aus Plastik sind zu meiden.
- **Lebensmittelverluste reduzieren**. Weltweit gehen schätzungsweise 25–30 % aller produzierten Lebensmittel verloren. In Deutschland entsteht der Großteil der Lebensmittelabfälle mit 52 % (6,1 Mio. Tonnen) in privaten Haushalten (s. Abb. 2) (BMEL 2019).

Informationen und Tipps zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen gibt es hier: www.zugutfuerdietonne.de



Auch die **Unternehmen** können zu einer umweltfreundlicheren Ernährung beitragen:

- **Wahre Lebensmittelpreise („true costs“) berechnen**: Bei der Herstellung von Lebensmitteln entstehen auch Umwelt- und soziale Folgekosten. Bei tierischen Produkten ist die energieintensive Aufzucht der Nutztiere für die höheren wahren Kosten im Vergleich zu pflanzlichen Lebensmitteln entscheidend. Bei der ökologischen Lebensmittelproduktion wird auf mineralischen Stickstoffdünger verzichtet und weniger industriell produziertes Kraftfutter verwendet. Das sorgt dafür, dass die externen Kosten und Preisaufschläge geringer ausfallen als bei konventi-

Tab. 1:
True-Cost-Berechnung für Beispiel-Lebensmittel
(nach Universität Augsburg 2020)

Lebensmittel	Produktionsart	Preisauflschlag
Apfel	konventionell (bio)	8 % (4 %)
Banane	konventionell (bio)	19 % (9 %)
Kartoffel	konventionell (bio)	12 % (6 %)
Tomate	konventionell (bio)	12 % (5 %)
Mozzarella	konventionell (bio)	52 % (30 %)
Gouda	konventionell (bio)	88 % (33 %)
Milch	konventionell (bio)	122 % (69 %)
Fleisch (gemischt)	konventionell (bio)	173 % (126 %)

onellen Produkten (s. Tab. 1). Produkte aus konventioneller Nutztierhaltung müssten dagegen deutlich mehr kosten.

- **Mehr Transparenz schaffen:** Unternehmen müssen verlässliche Informationen über Produkteigenschaften liefern und so Verbraucher*innen bessere Wahlmöglichkeiten bieten.
- **Nachhaltiges Unternehmertum praktizieren:** Zukünftig wird der Anteil des Umweltschutzes eines Unternehmens eine immer größere Rolle spielen und reine Gewinnmaximierung ablösen.

Die **Politik** ist gefragt, bessere Rahmenbedingungen zu schaffen:

- **Aufbau eines eigenständigen Politikfeldes:** Wünschenswert ist eine integrierte Politik für eine nachhaltigere Ernährung, die umfassend die Ernährungsumgebung verbessert und die vier Nachhaltigkeitsdimensionen Gesundheit, Soziales, Umwelt und Tierwohl integriert.
- **Gesundheitsfördernde Ernährung für alle:** Zielgruppen sollten gezielt unterstützt werden, das würde auch weniger Ernährungsarmut bedeuten.
- **Entlastung einkommensschwacher Haushalte** sozialverträglich gestalten.
- **Preisreize für eine nachhaltigere Ernährung** könnten verstärkt werden. Ein Beispiel wäre die Befreiung von Gemüse und Obst von der Mehrwertsteuer, um deren Konsum anzukurbeln.
- **Faire Ernährungsumgebungen schaffen:** Viele Verbraucher*innen möchten sich gesund und nachhaltig ernähren, scheitern aber an geeigneten Angeboten. Hier gilt es, seitens der Politik bessere Rahmenbedingungen zu schaffen.
- **Gemeinschaftsverpflegung optimieren:** In allen Formen der Gemeinschaftsverpflegung wie Kitas, Schulen, Krankenhäusern, Senioren- und Rehaeinrichtungen sind die DGE-Qualitätsstandards umzusetzen.

In der **Landwirtschaft** gilt es, das Potenzial der landwirtschaftlichen Flächen auszuschöpfen. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- **Phosphordünger gerecht verteilen.**
- **Mehr Pflanzenarten nutzen:** Die geringe Vielfalt der angebauten Lebensmittel bedroht die Biodiversität und macht Nutzpflanzen vulnerabel für Pflanzenschädlinge.
- **Bio ist nicht immer besser:** Der ökologische Anbau sollte weiterhin gefördert werden. Aber **mehr Ökolandbau ist nicht in jeder Hinsicht nachhaltiger, sodass eine Komplettumstellung der Landwirtschaft nicht das Ziel sein sollte.**

Info

Ganz aktuell haben auch Ernährungsexpert*innen einen Blick in die Zukunft der Ernährung geworfen und im Menü der Zukunft ihre Visionen beschrieben (*Nutrition Hub 2022*). Auch hier spielt die Entlastung der Umwelt eine wichtige Rolle:

- **Im Idealfall ist ein Großteil der Lebensmittel zukünftig saisonal, regional, pflanzenbasiert und nachhaltig produziert.**
- **Digitale Transparenz von Lebensmitteln.** Verbraucher*innen sollten die gesamte Produktion jedes einzelnen Produkts zu 100 % nachvollziehen können.
- Der Generation Besser-Esser stehen **digitale Tools für personalisierte, klimafreundliche Rezepte** zur Verfügung.
- **Mehr Lebensmittel (Fleisch, Fisch, Milch) kommen aus dem Labor.**
- **Die Stadt versorgt sich selbst:** Auf den Dächern und an den Wänden der Häuser werden Gemüse und Obst angepflanzt.
- **Fast Healthy statt Fast Food:** Raststätten, Bahnhöfe und Flughäfen bieten gesundes und schnelles Essen an. *Fast-Food-Ketten* mit fettreichen, hoch verarbeiteten Gerichten gibt es kaum noch.
- **Weniger ist mehr:** Mehr Qualität statt Quantität in der Ernährung. Das bedeutet auch neue soziale Normen (z. B. kleinere Portionen statt „all you can eat“). Damit wird gesunde, nachhaltige Ernährung auch für alle bezahlbar.
- **Kinder lernen in Kitas und Schulen kochen. Kita- und Schulesen ist frisch und kostenfrei.**
- **Keine an Kinder gerichtete Werbung mehr für Lebensmittel mit hohem Zucker-, Fett- und Salzgehalt.**

Fazit

Eine ausgewogene, pflanzenbasierte Ernährung hat nicht nur das Potenzial, das Leben eines*r jeden von uns um 10 Jahre zu verlängern (Fadnes et al. 2022). Eine solche Umstellung schont auch unsere Umwelt und kann die durch Lebensmittel entstehenden Treibhausgase um 73 % senken (Poore und Nemecek 2018).

Für die Umsetzung einer umweltfreundlicheren Ernährung ist die Zusammenarbeit aller Akteure – von der Landwirtschaft über die Politik bis zu den Verbraucher*innen – notwendig. Mehr Transparenz der Lebensmittelproduktion, mehr Digitalisierung und eine faire Ernährungsumgebung für Verbraucher*innen sind ebenso notwendig wie eine große Diversität in der Landwirtschaft, nachhaltiges Unternehmertum und bessere Gemeinschaftspflege.

Dr. rer. nat. Gunda Backes,
Dipl. oec. troph.

Literatur

- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE): www.zugutfuerdietonne.de/ (eingesehen am 06.05.2022)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV): Mein Essen, die Umwelt und das Klima. www.bmu.de/jugend/wissen/details/mein-essen-die-umwelt-und-das-klima (eingesehen am 06.05.2022)
- Bundeszentrum für Ernährung (BZfE): Ernährung und Klimaschutz: Klima schützen im Alltag. www.bzfe.de/nachhaltiger-konsum/orientierung-beim-einkauf/ernaehrung-und-klimaschutz/ (eingesehen am 06.05.2022)
- FadnesLT, Økland JM, Haaland ØA et al.: Estimating impact of food choices on life expectancy: A modeling study. *PLoS Medicine* 19 (2022) e1003962
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Biodiversity and sustainable diets. United against hunger. International scientific symposium, Rome, 3–5 November 2010. (2011)
- Nutrition Hub: Menü der Zukunft: Gut für uns, gut fürs Klima. www.nutrition-hub.de/post/menue-der-zukunft (eingesehen am 06.05.2022)
- Poore J, Nemecek T: Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360 (2018) 987–992
- Renner B, Arens-Azevêdo U, Watzl B et al.: DGE-Positionspapier zur nachhaltigeren Ernährung. *Ernährungs Umschau* 68 (2021) 144–154
- Schmidt T, Schneider F, Leverenz D et al.: Lebensmittelabfälle in Deutschland – Baseline 2015. *Thünen Report* 71 (2019)
- United Nations: Report of the World Commission on Environment and Development: our common future. (1987)
- Universität Augsburg: Die wahren Kosten von Lebensmitteln. www.uni-augsburg.de/de/campusleben/neuigkeiten/2020/09/04/2735/ (eingesehen am 25.05.2022)
- Willett W, Rockström J, Loken B et al.: Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* 393 (2019) 447–492
- Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) beim BMEL: Politik für eine nachhaltigere Ernährung. Eine integrierte Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungsumgebungen gestalten. (2020)
- WWF Deutschland: Ernährung. www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/ernaehrung-konsum/ernaehrung (eingesehen am 06.05.2022)

Jetzt auch digital!



Für Mitglieder bleibt DGEWissen digital auch ab 2023 zugänglich. Der Abopreis ist bereits im Jahresbeitrag enthalten. Deshalb: Jetzt Mitglied werden und viele Vorteile sichern.

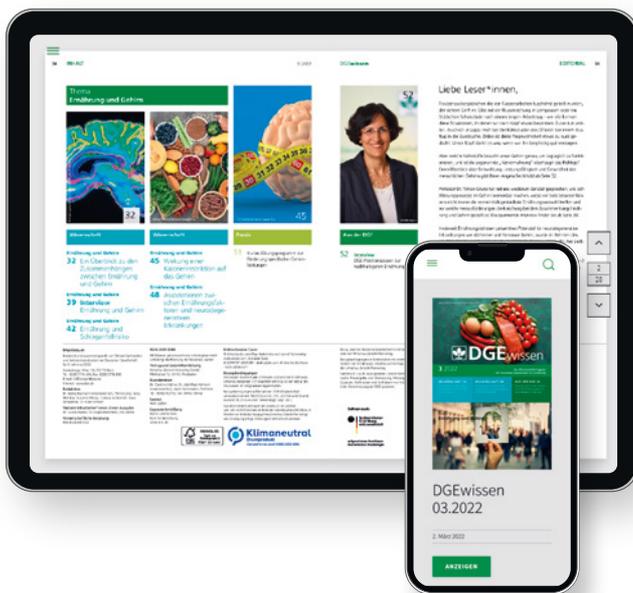
Einfach hier scannen!



Die DGE bietet ihren Mitgliedern und allen Abonnierenden von DGEWissen ein besonderes Angebot:

Alle Ausgaben des Magazins, die seit 2020 erschienen sind und die, die in diesem Jahr noch erscheinen werden, können im Web-Browser oder über die DGEWissen App kostenfrei gelesen werden.

Die App mit zusätzlichen Funktionen bietet jederzeit einen einfachen Zugriff, auch von unterwegs.



Laden im  App Store

JETZT BEI  Google Play

www.dgewissen.uzv.de

App-Store: <https://apps.apple.com/de/app/dgewissen/id1612820061>

Google-Play: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pressmatrix.dgewissen>



**Deutsche Gesellschaft für Ernährung
(DGE)**

Godesberger Allee 136, 53175 Bonn
Tel.: 0228 3776-600
Fax: 0228 3776-800
E-Mail: DGEwissen@dge.de
ISSN 2699-5948



www.dge.de

