

Nachrichten aus der Wissenschaft

Lebensmittel | Ernährung | Lebensstil | Nachhaltigkeit



Personalisierte Ernährung – kein Mensch is(s)t wie der andere

Professorin Dr. Katja Lotz, Studiengangleitung, Lehre und Forschung
Personalisierte Ernährung, Duale Hochschule Baden-Württemberg Heilbronn

Herausgeber: Dr. Frank Heckel – Lebensmittelchemisches Institut (LCI)
des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie e. V., Köln

Als PDF verfügbar unter: www.bdsi.de/presse/nachrichten-aus-der-wissenschaft/



Personalisierte Ernährung – kein Mensch is(s)t wie der andere

Professorin Dr. Katja Lotz, Studiengangleitung, Lehre und Forschung Personalisierte Ernährung,
Duale Hochschule Baden-Württemberg Heilbronn

Zusammenfassung

Allgemeine Ernährungsempfehlungen, die unter anderem historisch aus der Sicherstellung der Lebensmittelversorgung hervorgingen, stoßen heute angesichts von Überversorgung, steigenden Raten an Übergewicht, Adipositas und Folgeerkrankungen an ihre Grenzen. Die Personalisierte Ernährung bietet dagegen einen neuen Ansatz, indem sie individuelle Faktoren wie genetische, epigenetische, metabolische, psychologische und soziale Dimensionen berücksichtigt und so Ernährungsempfehlungen passgenau an einzelnen Menschen ausrichtet. Sie bewegt sich im Spannungsfeld der gesellschaftlichen Megatrends Gesundheit, Individualisierung und Digitalisierung.

Im therapeutischen Bereich sind personalisierte Konzepte bereits etabliert, etwa bei Diabetes, Fettstoffwechselstörungen oder onkologischen Erkrankungen, zunehmend unterstützt durch digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA). In der Prävention nicht-übertragbarer Krankheiten eröffnet die Kombination aus biomedizinischen Erkenntnissen (z. B. Mikrobiommodulation, epigenetische Nährstoffsteuerung), verhaltensorientierten Strategien (zielgruppenspezifische Ansprache) und digitalen Technologien (Apps, Wearables, Gamification) neue Potenziale. Studien wie Food4Me zeigen, dass personalisierte digitale Interventionen wirksamer sind als generische Empfehlungen. Auch im Sport liefert die Personalisierte Ernährung evidenzbasierte Möglichkeiten zur Leistungssteigerung, etwa durch differenzierte Makro- und Mikronährstoffversorgung, Flüssigkeitsstrategien oder gezielten Einsatz von einzelnen Substanzen wie Koffein oder Stoffen in Roter Bete.

Die Arbeit verdeutlicht, dass Ernährung künftig wesentlich stärker gesundheitsorientiert ergänzend zur agrapolitischen Sichtweise angegangen werden sollte. Eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit von Medizin, Ernährungswissenschaft, Technologie und Politik ist erforderlich, um Personalisierte Ernährung praxistauglich zu verankern. Digitale Systeme ermöglichen dabei die kontinuierliche Erfassung und Auswertung individueller Daten, schaffen Motivation durch Echtzeit-Feedback und erleichtern nachhaltige Verhaltensänderungen. Forschung und Lehre – etwa durch neue Studiengänge und Forschungsprojekte zur Personalisierung von Ernährung – treiben die Umsetzung voran. Perspektivisch wird die Personalisierte Ernährung geschlechtersensibler, digital gestützter und stärker in Prävention, Therapie und Leistungsoptimierung integriert sein und so maßgeblich zur Gesundheitsförderung beitragen.

1. Einleitung

Allgemeine Ernährungsempfehlungen stoßen an ihre Grenzen. Personalisierte Ernährung bildet dagegen den aktuellen wissenschaftlichen, technologischen und gesellschaftlichen Anspruch ab, Gesundheit nicht nur durch standardisierte Strategien, sondern auch durch individuelle Optimierung zu fördern.

Warum allgemeine Ernährungsempfehlungen überhaupt aufgestellt wurden und weshalb diese heute an ihre Grenzen stoßen, sollte in einem gesamtgesellschaftlichen und auch historischen Kontext gesehen werden. Nach dem zweiten Weltkrieg waren mit dem Aufbau einer heute etablierten gemeinsamen europäischen Agrarpolitik (GAP) die Versorgungssicherheit und damit die agrarwirtschaftlichen Komponenten der Ernährung in den Vordergrund gerückt. So lag im Jahr 1946 der durchschnittliche Verbrauch an Kilokalorien bei 1451 kcal pro Kopf und der Selbst-

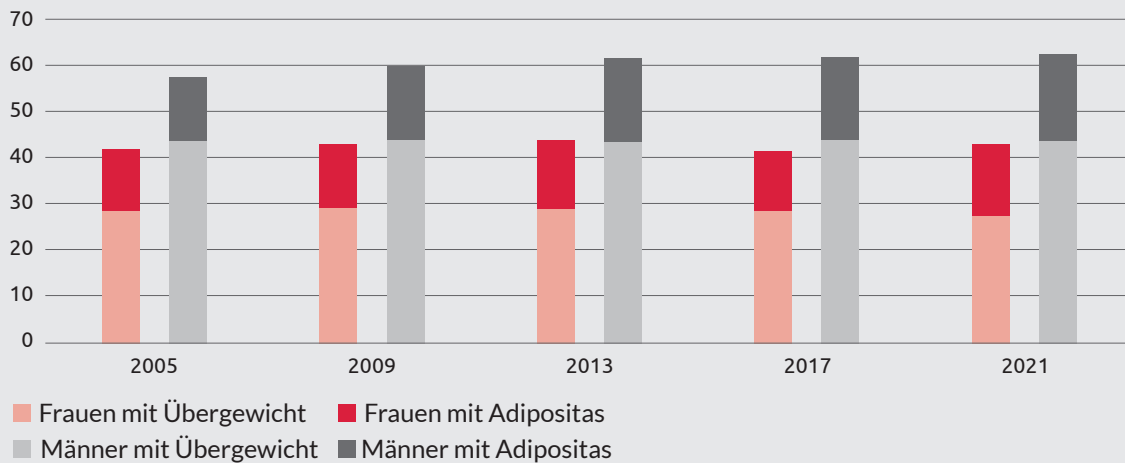
versorgungsgrad durch landwirtschaftliche Produkte war von 80 % vor dem zweiten Weltkrieg auf 35 % gesunken [1]. Dies führte zur Winterkrise 1946/47 und Hungern in breiten Teilen der Bevölkerung in Deutschland. Es ist deshalb erklärbar, dass Aspekte rund um die Ernährung mit dem Wiederaufbau zunächst sehr eng mit einer Verortung in den politischen Systemen der Agrarpolitik und deren Rechtsrahmen verknüpft waren.

Auch heute noch besteht ein enger Schulterschluss zwischen Ernährungs- und Agrarpolitik: ein eigenes Bundeszentrum für Ernährung (BZfE) ist angesiedelt an der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Beide Organisationen sind angebunden an das Ministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat. Aus diesem Ministerium heraus erfolgt die Beauftragung zur Berichterstattung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), die seit 1969 in regelmäßigen Abständen Ernährungsberichte zur



© karepa/stock.adobe.com

Frauen und Männer ab 18 Jahren mit Übergewicht (BMI 25 bis 30) / Adipositas (BMI > 30)



Bezogen auf die Bevölkerung 18 Jahre und älter mit plausiblen Angaben zu Körpergewicht und Körpergröße. Seit 2020 eingeschränkte Vergleichbarkeit aufgrund der Neux des Mikrozensus. 2021: Mikrozensus Endergebnis (Unterstichprobe Arbeitskräfteerhebung). © Statistisches Bundesamt (Destatis), 2025

Ernährungssituation in Deutschland herausgibt, zuletzt 2024 [2]. Es werden darüber hinaus Ernährungsempfehlungen von der DGE erstellt [2], auch sie sollten unter diesem Blickwinkel betrachtet werden: Die Gesamtbevölkerung soll mit einer bestimmten durchschnittlichen Annahme zum Energie- und Nährstoffbedarf versorgt werden, die eine Basis für den landwirtschaftlichen Versorgungsgrad darstellt.

Wesentlich tiefer gehen die Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, zusammengestellt von der DGE und der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (ÖGE). Sie sind „[...] für die Nährstoffzufuhr eine unverzichtbare Grundlage für die Ernährungs- und Gesundheitsberatung [...] bei der Planung einer vollwertigen Ernährung und bei der Beurteilung der Nährstoffzufuhr.“ [3]

Die Versorgungssicherheit mit Lebensmitteln durch eine GAP 80 Jahre nach dem zweiten Weltkrieg kann in Deutschland als gesichert angesehen werden. Internationale Vergleichszahlen zeigen, dass in der Europäischen Union (EU) bezogen auf

das Jahr 2022 pro Kopf 3.555 kcal zur Verfügung stehen [4]. Damit ist nicht nur eine ausreichende Versorgung dokumentiert, sondern es lässt sich im Gegenteil ein deutlicher Hinweis zur heutigen Überversorgung an Nahrungsenergie in Deutschland (D) ableiten, der den Blick auf die Entwicklung von Übergewicht (Personen mit einem Body Mass Index (BMI) von ≥ 25 bis 29,9) und Adipositas (BMI ≥ 30) richtet [5].

Betroffen von Übergewicht und Adipositas (zusammengerechnet) sind etwa 62,4 % der Männer und 42,5 % der Frauen, bezogen auf Daten des Jahres 2021. Als eine der Hauptfolgen von Übergewicht und Adipositas wird das Metabolische Syndrom genannt, eine Kombination aus Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörungen, Diabetes mellitus des Typs II und daraus folgenden kardiovaskulären Erkrankungen. Mindestens jeder vierte Erwachsene in Deutschland leidet am metabolischen Syndrom, allein in der Altersgruppe zwischen 50 und 70 Jahren erfüllen bis zu 40 % die Kriterien des Metabolischen Syndroms [6]; [7].

Abb. 1: Frauen und Männer ab 18 Jahren mit Übergewicht/ Adipositas in Deutschland im Jahresvergleich 2005/2009/ 2013/2017/2021 [8]

Was bedeutet das für die Ernährung der Zukunft?

Eine aktuelle Übersichtstudie kommt zu einem Ergebnis, das aufhorchen lässt: Die gesteigerte Energieaufnahme – durch veränderte Ernährungsgewohnheiten – könnte eine größere Rolle bei der weltweiten Zunahme von Adipositas inneha-

„Es lohnt sich, einer neueren Denkweise von Ernährung, und zwar der Personalisierten Ernährung, den Weg zu ebnen.“

ben als verminderte körperliche Aktivität. [8]. Eine Meta-Analyse aus dem Jahr 2022 zeigt auf, dass signifikante Zusammenhänge zwischen Adipositas und sitzendem Verhalten bzw. Adipositas und körperlicher Inaktivität vorliegen [10]. Dabei verstärkt der sinkende Ruheenergiebedarf (REE) mit zunehmendem Alter die

Auswirkungen von Inaktivität, wie die folgende Berechnung belegt.

Die Formel zur Berechnung des Ruheenergiebedarfes zeigt den Einfluss des Alters deutlich:

Ruheenergiebedarf (REE) in kcal:

$[0,047 \times \text{Gewicht in Kilogramm} + 1,009 \times \text{Geschlecht (0 für Frauen, 1 für Männer)} - 0,01452 \times \text{Alter} + 3,21] \times 239$.

(Müller 2004, zitiert nach DGE/ ÖGE, 2024)

Multipliziert mit einem Bewegungsfaktor (Physical Activity Level PAL) ergibt sich das in Tabelle 1 gezeigte Bild der stetigen Abnahme des Gesamtenergiebedarfes am Beispiel einer erwachsenen Frau. Der **durchschnittliche PAL in Deutschland beträgt 1,4**, weshalb er als Referenzwert für den Gesamtenergiebedarf aufgeführt ist [3]; [60].

Vor diesem Hintergrund sollte sich die gesellschaftliche und politische Betrachtung von Ernährung stärker einer Heran-

Einfluss des Alters auf den Ruheenergiebedarf

Alter in Jahren	(Frau, 65 kg) REE in kcal	Gesamtenergiebedarf in kcal bei PAL 1,4	Gesamtenergiebedarf in kcal bei PAL 1,7
20	1428	1999	2428
40	1359	1903	2310
50	1324	1854	2251
60	1289	1805	2191

Tab. 1: Einfluss des Alters am Beispiel einer erwachsenen Frau mit einem Körpergewicht von 65 Kilogramm auf den Ruheenergiebedarf (REE) und auf den Gesamtenergiebedarf bei vergleichender Betrachtung durchschnittlicher Bewegungsaktivität in Deutschland (PAL 1,4) und sportlicher Aktivität für 30 bis 60 Minuten an vier bis fünf Tagen pro Woche (PAL 1,7) [3], [60]



gehensweise nähern, die Menschen die Problematik des Energieüberschusses näherbringt. Dass allgemeine Ernährungsempfehlungen dem nicht dienlich sind, kann aus den dargelegten Zahlen abgeleitet werden. Es lohnt sich deshalb, einer neueren Denkweise von Ernährung, und zwar der Personalisierten Ernährung, den Weg zu ebnen. Warum, wird in dieser Übersichtsarbeit aufgezeigt.

2. Was bedeutet Personalisierte Ernährung?

Als Treiber des gesellschaftlichen Wandels wurden durch das Zukunftsinstitut 2022 Megatrends definiert, drei davon sind als wesentlich zu betrachten, wenn es um Ernährung geht, nämlich **Gesundheit**, **digitale Konnektivität** und **Individualisierung** [11]. Personalisierte Ernährung ist an der Schnittstelle dieser drei Megatrends anzusiedeln. Da es noch keine allgemein-

gültige Definition von Personalisierter Ernährung Anfang der 2020er Jahre gab, hat die Forschungsgruppe Personalisierte Ernährung der DHBW Heilbronn als Arbeitsgrundlage folgende Definition für Personalisierte Ernährung festgehalten:

„Die Personalisierte Ernährung ist eine über allgemeine Ernährungsempfehlungen hinausgehende, individualisierte Ernährung, die den eigenen Gesundheitsstatus und das Wohlbefinden nachhaltig optimiert. Als individuelle Faktoren können persönliche, anthropometrische, klinische, metabolomische, genetische und epigenetische Faktoren sowie die Zusammensetzung der Darm-Mikrobiota berücksichtigt werden.“ [12]

Einflussfaktoren auf die individuelle Ernährung zeichnen sich durch ihre Vielschichtigkeit aus. Dazu gehören physiologische, genetische, psychologische und soziologische Dimensionen, sodass eine Personalisierung der Ernährung auf vielerlei Ebenen möglich ist. Um die Einfluss-

Das Schalenmodell der Personalisierten Ernährung unter Berücksichtigung des Individualisierungsgrades

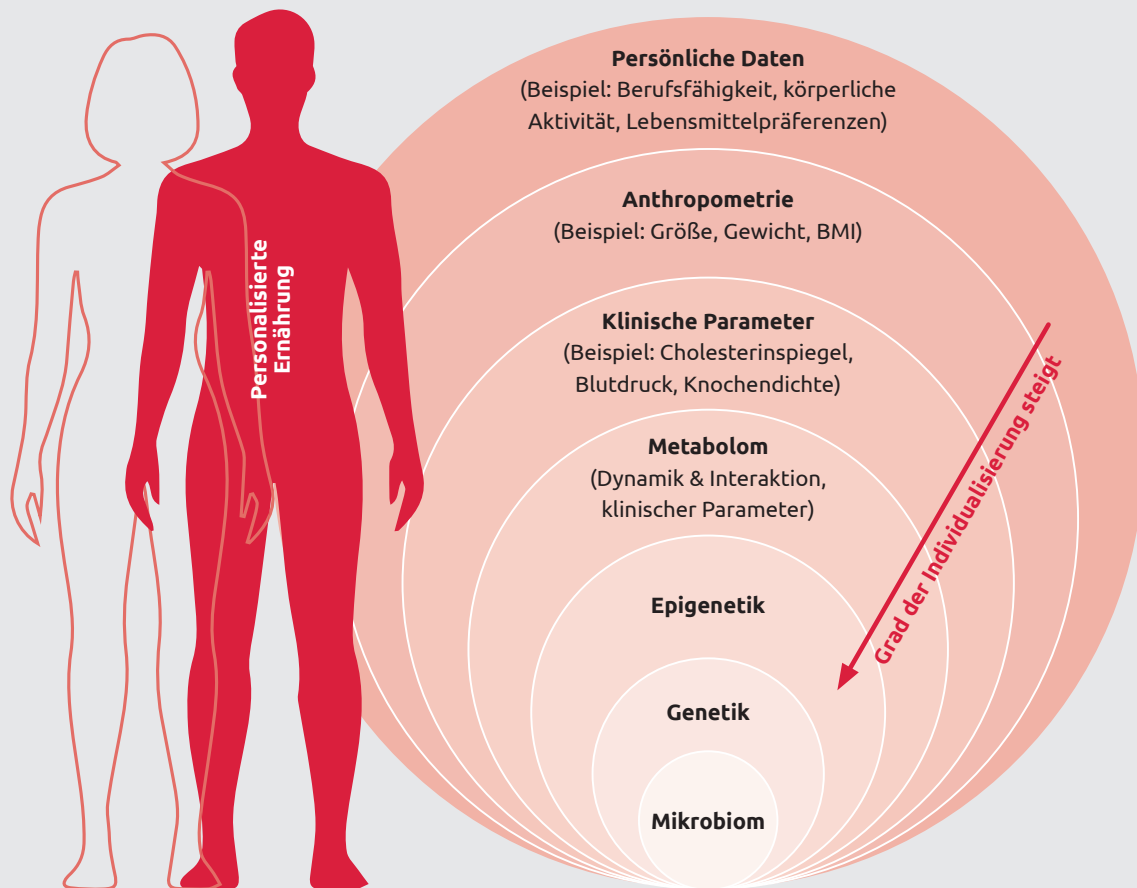


Abb. 2: Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) 2021 [12]

faktoren zu strukturieren, entwickelte die Forschungsgruppe an der DHBW Heilbronn parallel zur Definition ein Schalenmodell als eigene Darstellung:

Die DGE entwickelte etwas später ihrerseits ein Modell, das als „Adaptive Personalized Nutrition Advice Systems (APNASs)“ bezeichnet wird [14]. Die Arbeitsgruppe der DGE veröffentlicht dazu auf ihrer Webseite:

„Personalisierte Ernährung wird hier als ein umfassender Ansatz verstanden, bei dem Empfehlungen und Dienstleistungen oder Produkte offeriert werden, die

1. auf die individuellen Bedarfe und Bedürfnisse von Personen abgestimmt sind;
2. dem Erhalt oder Erwerb von Gesundheit und Wohlbefinden bzw. der Therapie von ernährungsmitbedingten Krankheiten (inkl. Lebensmittelintoleranzen) dienen und
3. die Realisierung einer nachhaltigeren Ernährung (Umwelt, Tierwohl und Soziales) unterstützen.“ [14]

Auf Basis oben genannter Definition der Arbeitsgruppe Personalisierte Ernährung an der DHBW Heilbronn wurde eine

Anwendungsbereiche von Personalisierter Ernährung



... in der **Therapie von Krankheiten** eine Rolle spielen.



... besonders in der **Prävention** eine Rolle spielen.



... besonders im **Profisport** Anwendung finden.

Abb. 3: Anteil der Expert*innen, die voll und ganz oder eher zustimmen [15]

tronische Kassenzettel etc.), bei der Aufarbeitung von Daten (mittels KI/Algorithmen/Big Data) als auch bei der Abgabe von individuellen Empfehlungen (Anwendungen/Apps/Wearables) eine wichtige Rolle spielen wird. Die Technologie ist aus dem Gesundheitsbereich nicht mehr wegzudenken.“ [15]

Wichtige Bezugspunkte für Personalisierte Ernährung stellen sowohl ärztliche Praxen als auch Ernährungsberatungen dar [15].

Es wird ersichtlich: Ernährung sollte sich wesentlich stärker weg von der agrarwirtschaftlichen Betrachtung hin zur gesundheitsbetonten Einordnung bewegen, was sich auch in den politischen Systemen widerspiegeln sollte. Disziplinen zu verzahnen und die beteiligten Akteurinnen und Akteure dazu zu bewegen, eng zusammenzuarbeiten, kann dem neuen Weg durch Personalisierte Ernährung zuträglich sein.

„Die Zusammenarbeit über angrenzende Fachgebiete hinweg, wie zum Beispiel Technologie, Ernährung, Kommunikation, Verbraucherschutz, Medizin, Handel und Industrie, wird ein wichtiger Faktor, um die Weichen richtig zu stellen.“ [15]

Was ist eine Delphi-Studie?

Bei einer Delphi-Studie werden Expertinnen und Experten mehrfach anonym befragt, um fachkundige Einschätzungen zu einem bestimmten Thema einzuholen. Die Befragung erfolgt in mehreren Runden; die Befragten erhalten nach jeder Runde eine Rückmeldung zu den Ergebnissen der vorherigen Befragung. Auf dieser Grundlage können sie ihre Einschätzungen reflektieren und gegebenenfalls anpassen. Durch diesen Prozess wird das Wissen der Expertengruppe zusammengeführt, um eine möglichst fundierte und präzise Prognose zu gewährleisten.

Befragung von Expertinnen und Experten vorgenommen, um die Zukunftsfähigkeit von Personalisierter Ernährung zu betrachten. In dieser als Delphi-Studie aufgebauten Untersuchung wurde sehr deutlich, dass Personalisierte Ernährung sowohl in der Therapie als auch in der Prävention und im Profisport eine Rolle spielt bzw. spielen wird [15].

Darüber hinaus war eines sehr deutlich zu erkennen:

„Die Expert*innen der Delphi-Studie sind sich einig, dass die Technologie in der Personalisierten Ernährung sowohl bei der Messung benötigter Daten (Sensoren, Wearables, elek-



© isiraj/stock.adobe.com

Komplexität und Zusammenspiel der Themenfelder mit Bezug zur Personalisierten Ernährung

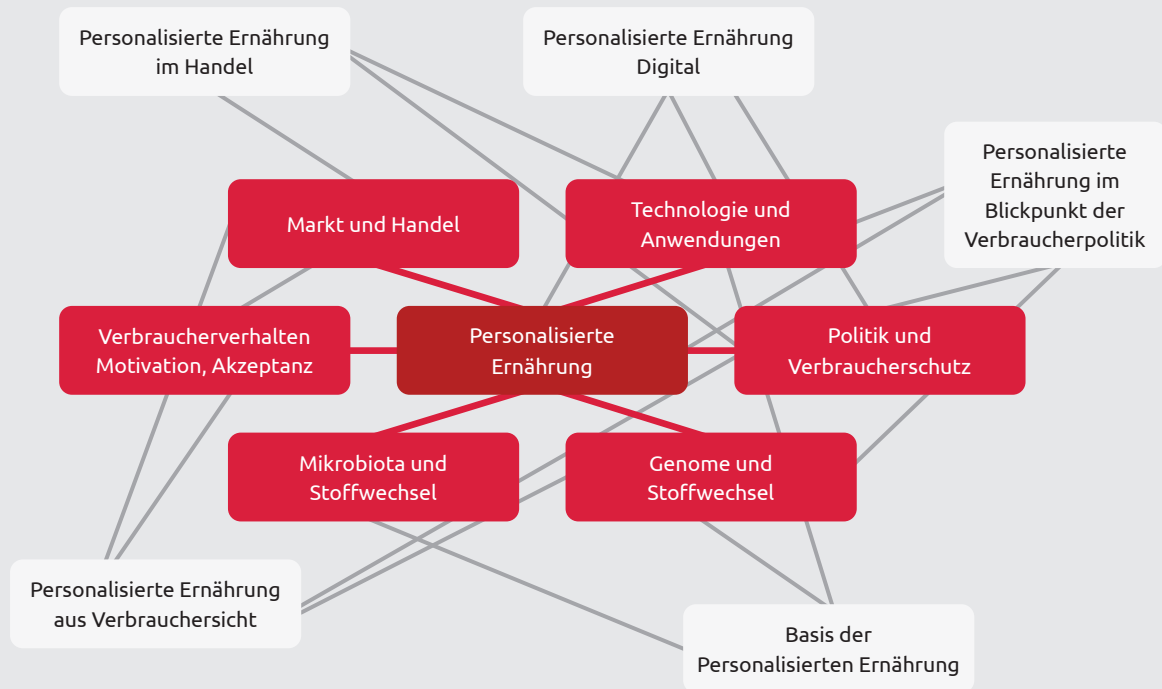


Abb. 4: Friedrichs, K., Bauer, I., Klug, C., Käßer-Pawelka, G., Lotz, K. (2022) [15]

Im Folgenden wird auf die drei Aspekte Therapie, Prävention und Leistungssteigerung vertieft eingegangen, die in der Delphi-Studie als zielführend für Personalisierte Ernährung herausgearbeitet wurden, siehe Abb. 3.

3. Personalisierte Ernährung in Therapie, Prävention und zur Leistungssteigerung – Digitalisierung als treibende Kraft

3.1 Therapie und Personalisierte Ernährung

Ein Blick in den medizinisch-klinischen Bereich zeigt, dass sich Ernährung unter Beleuchtung der Diätetik bereits seit über einem Jahrhundert im individuellen therape-

peutischen Kontext bewegt. Im Setting der Unterstützung einer medizinischen Behandlung durch konsequenten Ernährungseinbezug ist die Umsetzung individueller Ernährungskonzepte seit langem zentraler Bestandteil ernährungstherapeutischer Praxis. Dies war beispielsweise bei der Behandlung von Fettstoffwechselstörungen, Diabetes, Hyperurikämie (hoher Harnsäurespiegel im Blut), Krebs oder auch bei Patienten mit Magen- oder Darm-Erkrankungen anzutreffen [12].

Leitlinien und Vorgaben zur Ernährungstherapie

Es gibt heute entsprechende Leitlinien, die unter der Leitung der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) herausgegeben werden und als Grundlage für die begleitende Behandlung von Patientinnen und Patienten zur Anwendung kommen sollten [16]:

- S1-Leitlinie: Enterale und parenterale Ernährung von Patienten mit Niereninsuffizienz,
- S2k-Leitlinie: Klinische Ernährung in der Intensivmedizin,
- S3-Leitlinie: Klinische Ernährung in der Onkologie.

Die genannten Leitlinien fußen auf wissenschaftlicher Evidenz und gelten als Standard in der klinischen ernährungstherapeutischen Behandlung bei Niereninsuffizienz, in der Intensivmedizin sowie in der Onkologie. Zu einer eigenen Adipositas-Therapie hingegen äußert sich keine S-Leitlinie aus der ernährungsmedizinischen Gesellschaft, vielmehr ist es hier die Deutsche Gesellschaft für Ernährung, die sich des Themas annimmt. Mit einem analogen Abnehm-Ordner „Ich nehme ab“, wurde ein Programm aufgelegt, das sich an Endverbraucherinnen und -verbraucher wendet [17].

Grundsätzliche Vorgaben, die individualisierbar wären, stellen die oben genannten Referenzwerte der beiden ernährungswissenschaftlichen Gesellschaften DGE und ÖGE dar. Insbesondere durch die Individualisierung der dort dargestellten Energiebedarfsberechnung und der Berechnung der vorgeschlagenen Nährwerte kann personalisiert berechnet werden, wieviel Nahrungsenergie, Makro- und Mikronährstoffe sowie Flüssigkeit zugeführt werden sollten [3].

Einzug von Softwaresystemen in die personalisierte Ernährungstherapie

Einschlägige digitale Ernährungsberatungsprogramme unterstützen bereits seit Jahren insbesondere Kliniken, aber auch Ernährungsberatungsfachkräfte dabei, indem sie personalisierte Pläne auf Basis der vorherigen Angabe von Geschlecht, Alter, Gewicht, Körpergröße, Unverträglichkeiten, Vorerkrankungen



© nenetus/stock.adobe.com



© MVProductions/stock.adobe.com

etc. in Form von Rezepturen mit dazugehörigen Einkaufslisten vorschlagen. Basis der Programme ist meist der Bundeslebensmittelschlüssel in Kombination der D-A-CH-Referenzwerte. Einige Programme, die eingesetzt werden, um nur eine kleine Auswahl zu nennen, sind zum

„Digitale Ernährungsberatungsprogramme unterstützen seit Jahren Kliniken und Ernährungsberatungsfachkräfte dabei, Menschen ernährungsbezogene Empfehlungen zu geben.“

Beispiel: Optidiet, PRODI, NutriGuide, DGExpert. Diese personalisierten Pläne können sowohl in der Diätabteilung einer Klinik ihre Anwendung finden als auch eine einschlägige ambulante Ernährungsberatung unterstützen, um Menschen in ihrem Lebensalltag ernährungsbezogene Empfehlungen zu geben.

Um Menschen individuell bei einer ernährungsbezogenen Maßnahme zu begleiten, gibt es Fachkräfte, die durch eine fundierte Ausbildung zur Diätassistentin bzw. durch ein Studium im ernährungswissenschaftlichen Kontext mit Zusatzqualifikation zur Ernährungstherapie qualifiziert sind. Die Ausübung dieser Tätigkeit ist bestenfalls mit einem Zertifikat anerkannt und gibt Patientinnen und Patienten die Möglichkeit zur individuellen Unterstützung einer ernährungstherapeutischen Maßnahme [18].

Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) als Chance zur Personalisierung der Ernährung

DiGA sind seit Dezember 2019 Bestandteil der Regelversorgung in Deutschland und können von Ärztinnen und Ärzten oder Psychotherapeutinnen und -therapeuten verordnet oder direkt von den Patientinnen und Patienten bei ihrer Krankenkasse beantragt werden [19]. Bis Oktober 2023 waren 48 DiGA im Verzeichnis des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) gelistet, mit Schwerpunkten in mentaler Gesundheit, Hormonen und Stoffwechsel sowie muskuloskelettalen Erkrankungen

[19]. Diese breite Indikationsvielfalt eröffnet Potenziale für den Einsatz personalisierter Ernährungstherapien, insbesondere bei ernährungsrelevanten Erkrankungen wie Adipositas, Diabetes mellitus oder kardiovaskulären Erkrankungen, bei denen individualisierte Ernährungsempfehlungen einen nachweisbaren Therapieeffekt haben können [20].

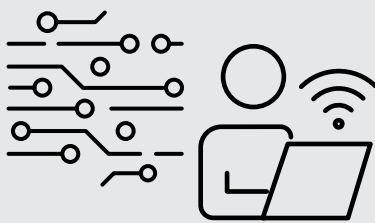
Die Entwicklung und Implementierung von DiGA in die Versorgung erfolgt über ein strukturiertes Fast Track-Verfahren des BfArM. Das BfArM ist eine selbstständige Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Gesundheit. In diesem Fast-Track-Verfahren müssen Hersteller einen positiven Versorgungseffekt nachweisen, entweder in Form eines medizinischen Nutzens oder patientenrelevanter Struktur- und Verfahrensverbesserungen [19]. Das von Giebel et al. (2023) [21] entwickelte „DiGA-Care Path“-Modell

beschreibt dabei einen Prozess in Haupt- und Nebenpfaden und stellt ein Instrument zur Analyse und Optimierung der DiGA-Versorgung dar. In der Personalisierten Ernährung könnte der Nebenpfad des DiGA-Care Path genutzt werden, um die durch digitale Ernährungstools generierten Daten in Echtzeit in Therapieentscheidungen einzubinden. Dies erlaubt sowohl eine kontinuierliche Anpassung der Ernährungsempfehlungen als auch die Integration von Biomarker- und Lebensstilinformationen in einen dynamischen Behandlungsplan [20].

Ein zentrales Hemmnis für die breite Anwendung von DiGA bleibt derzeit die noch ausbaufähige Akzeptanz, sowohl bei den behandelnden ärztlichen Praxen als auch in der Patientenschaft, bedingt durch begrenzte klinische Evidenz, komplexe Verordnungsprozesse und Datenschutzbedenken [19].

Abb. 5: eigene Darstellung

Personalisierte Ernährung in der Therapie



Software-Systeme auf Basis des Bundes-Lebensmittelschlüssels (BfE) und diättherapeutische Erkenntnisse



S-Leitlinien



Beratung durch qualifizierte Ernährungstherapeutinnen und -therapeuten



Digitale Gesundheitsanwendungen



© Spectral-Design/stock.adobe.com

Dennoch bieten gerade ernährungsbezogene DiGA die Chance, durch engmaschige, datengestützte und individuelle Anpassungen eine höhere Adhärenz und Therapieeffektivität zu erreichen. DiGA könnten – richtig implementiert – zu einem zentralen Werkzeug einer präzisionsori-

„DiGA können zu einem zentralen Werkzeug einer präzisionsorientierten, personalisierten Ernährungstherapie werden.“

entierten, personalisierten Ernährungstherapie werden, die medizinische Leitlinien ergänzt und auf die individuellen physiologischen, genetischen und verhaltensbezogenen Profile der Patientinnen und Patienten abgestimmt ist [20].

3.2 Prävention: Paradigmenwechsel zur Vorbeugung zivilisations(mit)bedingter Krankheiten

Neben ernährungstherapeutischen Maßnahmen zur Unterstützung medizinischer Behandlungen rückt der Präventionsaspekt nicht-übertragbarer Erkrankungen (non-communicable diseases NCD) in den Vordergrund. Wie oben bereits dargelegt, wird die Notwendigkeit inmitten steigender Prävalenzen ernährungsmitbedingter Erkrankungen eines differenzierten, auf individuelle Bedürfnisse zugeschnittenen Ernährungsansatzes deutlich. Denn allgemeine Ernährungsempfehlungen haben seit Jahrzehnten nicht den Effekt gezeigt, den sie hätten bewirken sollen: Menschen dahin zu bewegen, sich ihrem Energiebedarf entsprechend und mit einer geeigneten Lebensmittelauswahl so zu ernähren, dass es nicht zu einer Entwicklung von Übergewicht oder Adipositas kommen kann [22], [23].

Aus diesem Grund ist es als eine konsequente Entwicklung abzuleiten, dass sich die Personalisierte Ernährung zunehmend zu einem paradigmatischen Gegenentwurf zu den traditionellen Konzepten allgemeiner Ernährungsempfehlungen entwickelt.

Die Notwendigkeit zur **Individualisierung** ergibt sich nicht nur aus **physiologischen**, sondern auch aus **verhaltensbezogenen** Gründen. Erkenntnisse der Sozial- und Konsumentenforschung belegen, dass Verbraucherinnen und Verbraucher je nach Lebensstiltypus – ob gesundheitsorientiert, traditionell, qualitätsbewusst oder desinteressiert – stark divergierende Motivationen, Entscheidungsprozesse und Reaktionen auf Ernährungsempfehlungen zeigen. Eine Personalisierte Ernährung kann dieser Heterogenität mit segmentierten Kommunikations- und Interventionsstrategien begegnen, um verhaltenspräventiv wirksam zu sein [24].

Letztlich ist es insbesondere diese Revolution, die Personalisierte Ernährung am stärksten vorangetrieben hat: die **Entschlüsselung des Humangenoms** im Jahr 2001. Damit und mit dem technologischen Fortschritt in der Genotypisierung, Epigenetik, Mikrobiomanalyse sowie in der digitalen Selbstvermessung eröffnete sich ein neues Kapitel: Ernährung konnte nun erstmals auf molekularbiologischer Grundlage individuell adressiert werden. Dennoch zeigen umfassende Übersichtsarbeiten, dass der gesundheitsfördernde Effekt rein genetisch basierter Ernährungsempfehlungen bislang nur begrenzt wissenschaftlich belegt ist. Es bedarf daher integrativer Konzepte, die phänotypische Parameter, Umweltfaktoren und soziale Kontexte berücksichtigen [25].

Die bereits oben genannte Expertenstudie an der DHBW Heilbronn kam zu dem Ergebnis, dass die hohe Bedeutung der **Nutzerzentrierung und Alltagstauglich-**

keit personalisierte Ernährungskonzepte vorantreiben kann. **Digitale Technologien** wie Apps, Wearables und KI-gestützte Feedbacksysteme können die Integration individualisierter Ernährungsempfehlungen in den Lebensalltag breiter Bevölkerungsschichten – **in Echtzeit, niedrigschwellig und adaptiv** ermöglichen [15]. Der Erfolg solcher Konzepte hängt entscheidend davon ab, ob sie **verständlich, handhabbar** und **subjektiv sinnvoll** erscheinen – drei zentrale Kriterien im salutogenetischen Ansatz nach Antonovsky, der in der Personalisierten Ernährung in der Forschung und Lehre, zum Beispiel an der DHBW Heilbronn, zunehmend als theoretischer Rahmen herangezogen wird [25].

Die Prävention durch Personalisierte Ernährung kann in mehrere Betrachtungsweisen unterteilt werden. Dies geschieht hier durch die Einteilung in biomedizinische, verhaltensorientierte und technologie- bzw. KI-getriebene Aspekte.

3.2.1 Biomedizinische Aspekte der Prävention

3.2.1.1 Adipositasprävention durch Mikrobiommodulation

Das intestinale Mikrobiom ist wesentlich an der Regulation zentraler Stoffwechselprozesse beteiligt, darunter Energiehomöostase, Lipidmetabolismus und inflammatorische Reaktionen – allesamt pathophysiologisch relevante Mechanismen der



Adipositasentwicklung. So konnte gezeigt werden, dass eine im Darm vorhandene reduzierte mikrobielle Diversität sowie eine Dysbiose, charakterisiert durch einen erhöhten Anteil proinflammatorischer (entzündungsfördernder) Bakterien wie Proteobacteria, signifikant mit metabolischen Störungen korreliert [26].

Personalisierte Ernährungsstrategien setzen an dieser Dysbiose an: Es konnte im Versuch gezeigt werden, dass Präbiotika wie Inulin oder Galacto-Oligosaccharide gezielt das Wachstum antiinflammatorischer Mikrobenspezies wie Faecalibacterium prausnitzii und Akkermansia muciniphila fördern. Diese Spezies sind mit immunmodulatorischen Effekten und einer verbesserten epithelialen Barrierefunktion assoziiert. Zusätzlich können Probiotika, also lebende Mikroorganismen, direkt in das intestinale Ökosystem eingreifen und inflammatorische Signalwege modulieren. Die Nutzung mikrobiombezogener Biomarker zur personalisierten Auswahl solcher Interventionen bietet somit einen vielversprechenden Ansatz zur präventiven Adipositasstherapie [26].

3.2.1.2 Diabetesprävention durch epigenetisch informierte Mikronährstoffmodulation

Das Verständnis über die Wirkung epigenetischer Mechanismen kann als Ziel zur Prävention von Typ-2-Diabetes dienen. Insbesondere DNA-Methylierungen zeigen eine hohe Relevanz in der Regulation von Genen, die den Stoffwechsel beeinflussen. Besonders hervorzuheben ist, dass diese Modifikationen reversibel und durch Ernährung mit modulierbar sind. Als Beispiel sollen hier die Möglichkeiten durch die gezielte Gabe von Nährstoffen wie Folat, einem so sogenannten Methylgruppendonor, vorgestellt werden.

So konnte in einer Metaanalyse gezeigt werden, dass eine Supplementierung mit

Folat die Insulinsensitivität verbessern kann. Es waren dabei signifikante Reduktionen des Nüchterninsulins sowie des HOMA-IR, einem Marker der Insulinresistenz, zu beobachten. Die Wirkung war besonders ausgeprägt in Studien, bei denen eine Senkung des Homocysteinspiegels (der als Marker für eine beein-

„Eine Supplementierung mit Folat kann die Insulinsensitivität verbessern.“

trächtigte Methylgruppenverfügbarkeit gilt) erzielt wurde [27]. Ein gestörter Ein-Kohlenstoff-Stoffwechsel – beispielsweise infolge eines Folatmangels – kann zu fehl-regulierten Methylierungsmustern führen, die die Glukose- und Insulinhomöostase negativ beeinflussen. Besonders relevant ist eben dabei der Homocysteinspiegel, erhöhte Werte sind mit einer Insulinresistenz und einem gesteigerten Risiko für Typ-2-Diabetes assoziiert [28].

Die gezielte Zufuhr von Folat kann daraus folgend diesen epigenetischen Risikopfad modulieren, indem sie Homocystein senkt und so stabilisierend auf die Genexpression wirkt. Die damit einhergehende Korrektur pathologischer Methylierungsmuster stellt einen evidenzbasierten Mechanismus zur Prävention von Typ-2-Diabetes dar. Eine epigenetisch informierte Nährstoffmodulation eröffnet damit ein gezieltes, individuelles Präventionskonzept, das über die klassische Makronährstoffzufuhr hinausgeht und molekulare Wirkmechanismen berücksichtigt.

Dieses Beispiel zeigt in der Nutzung von DNA-Methylierungsmustern nicht nur einen Mechanismus der Krankheitsentstehung, sondern auch ein diagnostisches

Was ist Epigenetik?

Epigenetik bezeichnet Mechanismen, durch die Genaktivität gesteuert wird, ohne dass sich die DNA-Sequenz verändert. Der Begriff setzt sich aus dem griechischen „epi“ („auf“, „über“) und Genetik zusammen. Epigenetische Prozesse beruhen auf chemischen Markierungen wie die DNA-Methylierung, die beeinflussen, welche Gene in einer Zelle abgelesen oder stillgelegt werden. Diese Modifikationen sind reversibel. Umwelt- und Lebensstilfaktoren, etwa Stress, Bewegung oder Ernährung, beeinflussen die epigenetischen Mechanismen.



Werkzeug, das künftig zur Risikoabschätzung und Therapieanpassung genutzt werden könnte. Eine individualisierte Auswahl und Dosierung solcher Nährstoffe unter Berücksichtigung genetischer und epigenetischer Konstellationen kann

„Eine ernährungsbedingte epigenetische Modifikation könnte bei der Prävention von Typ-2-Diabetes eine zentrale Rolle einnehmen.“

zukünftig wesentliche Beiträge zur Primärprävention leisten [35]. **Eine ernährungsbedingte epigenetische Modifikation – insbesondere durch Folat – könnte eine zentrale Rolle in der Prävention von Typ-2-Diabetes einnehmen.**

3.2.1.3 Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen durch genetisch differenzierte Fettsäurezufuhr

Die genetische Ausstattung eines Menschen beeinflusst, wie Nahrungsfette im Körper verstoffwechselt werden. Insbeson-

dere Variationen in Genen wie **FADS1** (Fatty Acid Desaturase 1) und **APOA2** (Apolipoprotein A2) zeigen messbare Effekte auf das Lipidprofil und auf biologische Prozesse, die mit kardiovaskulären Erkrankungen in Zusammenhang stehen. Die gezielte Berücksichtigung solcher genetischen Unterschiede in der Ernährung eröffnet neue Möglichkeiten, Herz-Kreislauf-Erkrankungen präventiv zu beeinflussen.

Ein zentrales Beispiel ist das **FADS1-Gen**, das für das Enzym Fettsäure-Desaturase 1 kodiert. Dieses Enzym ist an der Umwandlung von Vorstufen in langkettige mehrfach ungesättigte Fettsäuren (polyunsaturated fatty acids PUFAs) beteiligt. Diese PUFAs, darunter Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA), spielen eine entscheidende Rolle in Entzündungsprozessen und in der Regulation von Blutfetten. Es konnte gezeigt werden, dass eine bestimmte Genvariante (rs174547) im **FADS1-Gen** mit einem veränderten Gehalt an DHA im Aortenklappengewebe sowie mit einer veränderten Enzymaktivität assoziiert ist – beides Faktoren, die mit dem Risiko für Aortenklappenverkalkung und anderen kardiovaskulären Erkrankungen in Verbindung stehen [29].



Darüber hinaus beeinflusst die Kombination aus Genotyp und Fettzufuhr das Lipidprofil: Polymorphismen im FADS-Gencluster können zum Beispiel die Konzentrationen von LDL-, HDL-Cholesterin und Triglyzeriden abhängig vom PUFA-Verzehr verändern [30]. **Das bedeutet: Nicht jeder Mensch profitiert im gleichen Maße von einer standardisierten Zufuhr bestimmter Fettsäuren – vielmehr sollten Empfehlungen an das individuelle genetische Profil angepasst werden.** Das APOA2-Gen ist hier von besonderer präventiver Bedeutung, es kodiert für das Apolipoprotein A2, wird hauptsächlich in der Leber synthetisiert und ist das zweithäufigste Protein in High-Density-Lipoprotein (HDL)-Partikeln.

Ergänzend konnte nachgewiesen werden, dass Träger der homozygoten C-Variante des c.-492T>C-Polymorphismus eine höhere Menge viszeralen Fetts sowie veränderte HDL-C-Werte aufweisen. Zur Erläuterung: Polymorphismen sind Variationen in der DNA-Sequenz, die bei verschiedenen Individuen innerhalb einer Population vorkommen; hier handelt es sich um eine Mutation, bei der an Position -492 Thymin (T) durch Cytosin (C) ersetzt wurde. Beide Faktoren gelten als etab-

lierte Prädiktoren für ein erhöhtes kardiovaskuläres Risiko [31].

Die Integration solcher genetischen Informationen in die Ernährungstherapie ermöglicht eine präzisere Steuerung von Risikofaktoren wie Dyslipidämie, Entzündungsprozessen und Fettverteilung [25].

Genetische und epigenetische Faktoren tragen wesentlich zur Entstehung kardio-metabolischer Erkrankungen bei und soll-

„Nicht jeder Mensch profitiert im gleichen Maße von einer standardisierten Zufuhr bestimmter Fettsäuren.“

ten deshalb Teil zukünftiger Präventionsstrategien durch eine Personalisierung von Ernährung sein. Die differenzierte Fettsäurezufuhr auf Grundlage genetischer Merkmale stellt somit einen vielversprechenden Ansatz dar, um personalisierte, evidenzbasierte Präventionsmaßnahmen gegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu entwickeln.

3.2.1.4 Krebsprävention durch epigenetisch aktive sekundäre Pflanzenstoffe

Sekundäre Pflanzenstoffe wie Resveratrol (gehört zur Gruppe der **Polyphenole**, z. B. in Trauben, Beeren oder Nüssen) oder Sulforaphan (gehört zur Gruppe der **Isothiocyanate**, z. B. in Kreuzblütlern Brokkoli, Rosenkohl, Blumenkohl) wirken gezielt auf epigenetische Regulationsmechanismen wie Histonmodifikation oder DNA-Methy-

„Personalisierte Ernährung, die das epigenetischen Risikoprofil berücksichtigt, bietet ein präventives Potenzial gegenüber bestimmten Erkrankungen.“

lierung. Diese Substanzen können inflammatorische Signalwege beeinflussen, die an der Tumorentstehung beteiligt sind. Personalisierte Ernährung, die solche bioaktiven Komponenten in Abhängigkeit vom individuellen epigenetischen Risikoprofil berücksichtigt, bietet ein präventives Potenzial gegenüber bestimmten Krebsformen [25].

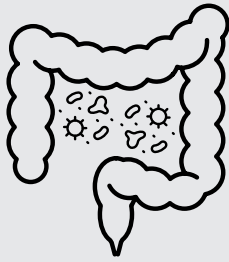
So konnte zum Beispiel gezeigt werden, dass Polyphenole epigenetische Veränderungen hervorrufen können, insbesondere durch die Inhibition von DNA-Methyltransferasen (DNMTs) und Histon-Deacetylasen (HDACs). Dies führte zur Reaktivierung tumorsuppressiver Gene und zur Hemmung von Entzündungsprozessen [32]. Das **Polyphenol Resveratrol** zum Beispiel wirkt dabei über die Modulation von Signalwegen wie NF- κ B. Dies ist ein spezifischer Transkriptionsfaktor, der bei der Regulation der Immunantwort, dem schnellen Zellwachstum (Proliferation) und der Apoptose von großer Bedeutung ist. Die Gabe von Resveratrol kann zu einer Reduktion proinflammatorischer Zytokine führen. Das **Isothiocyanat Sulforaphan** wiederum entfaltet seine Wirkung durch die Inhibition der Aktivität von Histon-Deacetylasen (HDAC). Dies sind Enzyme, die an der Kontrolle des Zellzyklus, der Zellteilung und der Zelldifferenzierung beteiligt sind. Durch Sulforaphan erfolgt eine Veränderung der globalen DNA-Methylierung, was anti-proliferative Effekte und damit eine Blockade des Wachstums von Tumorzellen zur Folge hat [33].

Diese molekularen Effekte eröffnen ein großes Potenzial für die Integration epige-

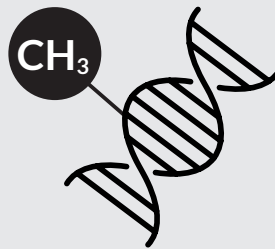


Biomedizinische Aspekte der Prävention von nicht-übertragbaren Erkrankungen durch Personalisierte Ernährung

Adipositasprävention
durch Mikrobiommodulation



Diabetesprävention
durch epigenetisch informierte
Mikronährstoffmodulation



**Prävention kardiovaskulärer
Erkrankungen**
durch genetisch differenzierte
Fettsäurezufuhr



Krebsprävention
durch epigenetisch aktive,
sekundäre Pflanzenstoffe

Abb. 6: eigene Darstellung

© Choor Vector/stock.adobe.com (1); Cetacons/stock.adobe.com (3); syoko/stock.adobe.com (1); Jolly J/stock.adobe.com (1)

netisch aktiver sekundärer Pflanzenstoffe in personalisierte Ernährungskonzepte. Da epigenetische Modifikationen reversibel und dynamisch sind, können sie gezielt durch Ernährung beeinflusst werden. **Eine Personalisierte Ernährung, die auf epigenetische Profile Rücksicht nimmt, bietet somit die Möglichkeit, durch gezielte Zufuhr bioaktiver Substanzen die Expression tumorsuppressiver Gene zu stabilisieren oder wiederherzustellen.** Zu beachten ist dabei, dass die Wirkung epigenetisch aktiver Substanzen stark zellspezifisch und dosisabhängig ist. Der präventive Nutzen ist somit nur unter Berücksichtigung individueller molekularer Merkmale voll ausschöpfbar.

3.2.2 Verhaltensorientierte Aspekte der Prävention durch Personalisierte Ernährung

Zur Individualisierung von Ernährungsempfehlungen lohnt sich ein Ausflug in weitere Forschungsfelder. Hier sollen beispielhaft zwei Studien herangezogen werden, die Aufschluss darüber geben, wie Verbraucherinnen und Verbraucher grundsätzlich in ihrer Haltung gegenüber gesunderhalten der Ernährung stehen, und wie diese Haltung beeinflusst werden könnte.

Die erste Studie stammt von Bruhn (2008). [24]. Eine von ihr entwickelte Lebensstil-Typologie bietet eine empirisch fundierte Grundlage für die differenzierte Gestaltung verhaltensorientierter Präven-

Verbrauchertypen nach Bruhn

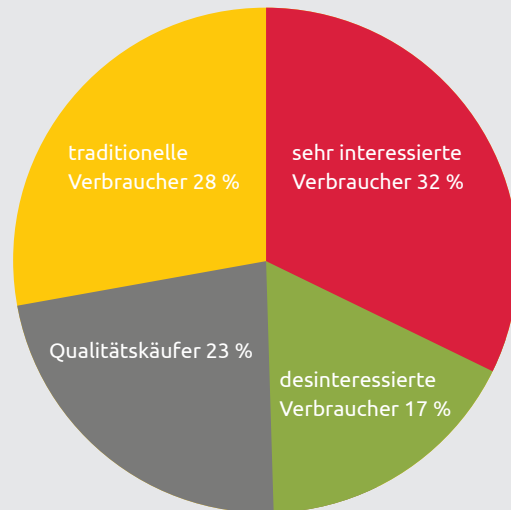


Abb. 7: Verbrauchertypen auf Basis der individuellen Werthaltungen, sozialen Prägungen und kognitiven Verarbeitungsstrategien (eigene Darstellung in Anlehnung an [24])

tionsmaßnahmen. Ausgangspunkt der Typologisierung ist die Annahme, dass Ernährung ein komplexes Entscheidungsfeld darstellt, das durch

- individuelle Werthaltungen,
- soziale Prägungen und
- kognitive Verarbeitungsstrategien

beeinflusst wird.

Es wurden vier Verbrauchertypen segmentiert, die sich sowohl in der Art des Interesses an Ernährung unterscheiden als auch in der Art und Weise, wie Entscheidungen über Lebensmittel getroffen werden – extensiv, limitiert, habitualisiert oder impulsiv.

Der „**sehr interessierte Verbraucher**“ (32 %) weist ein hohes Maß an Involvement und Gesundheitsbewusstsein auf. Er informiert sich aktiv, sucht gezielt nach qualitativ hochwertigen Produkten und ist bereit, sein Verhalten auf Basis neuer Erkenntnisse zu verändern. Für diese Zielgruppe eignen sich komplexere Prä-

ventionsformate, die detaillierte Informationen über Nährstoffe, gesundheitliche Zusammenhänge und langfristige Effekte enthalten.

Demgegenüber steht der „**desinteressierte Verbraucher**“ (17 %), der durch ein niedriges Involvement und ein geringes Gesundheitsinteresse gekennzeichnet ist. Diese Gruppe handelt vorwiegend impulsiv oder habitualisiert und ist gegenüber traditionellen Präventionsmaßnahmen wenig zugänglich. Hier sind niedrigschwellige, emotional aufgeladene Botschaften notwendig, die auf schnelle Wirkung, einfache Handlungsanleitungen und situative Entscheidungshilfen setzen.

Der „**Qualitätskäufer**“ (23 %) ist primär an sensorischen und ästhetischen Eigenschaften von Lebensmitteln interessiert. Für diese Gruppe steht Genuss im Vordergrund, wobei gesundheitliche Motive nur dann eine Rolle spielen, wenn sie mit Genussaspekten vereinbar sind. Prävention muss hier ästhetisch attraktiv und positiv konnotiert sein.

Der „traditionelle Verbraucher“ (28 %) ist stark durch soziale und kulturelle Normen geprägt. Er **folgt eingefahrenen Routinen, ist innovationsskeptisch und orientiert sich an vertrauten Mustern**. Präventionsansätze müssen daher stark normativ aufgeladen und in vertraute Strukturen eingebettet sein.

Die Segmentierung nach Lebensstiltypen verdeutlicht, dass eine pauschale Ansprache nicht zielführend ist. Effektive verhaltensorientierte Prävention erfordert die Berücksichtigung unterschiedlicher kognitiver Verarbeitungsmodi, Werthaltungen und Alltagskontexte. Nur wenn Präventionsbotschaften sowohl inhaltlich als auch formal auf die Bedürfnisse der jeweiligen Zielgruppe abgestimmt sind, kann eine Verhaltensänderung initiiert und langfristig stabilisiert werden [24].

Eine weitere Studie unterstreicht die Erkenntnisse von Bruhn. Dabei erfolgt eine Verknüpfung von Verbraucherprofil und persönlicher Ernährungsidentität [34].

Es werden vier klar voneinander abgrenzbare Gruppen identifiziert, jede dieser



© anatolycherkas/stock.adobe.com



© luckybusiness/stock.adobe.com



© Pixel-Shot/stock.adobe.com

Gruppen weist ein einzigartiges Zusammenspiel auf aus

- psychologischer Dimension – bezeichnet als Personal Food Identity (PFI) und
- einstellungsbezogener Dimension – bezeichnet als Attitude Towards Healthy Food (ATT).

Die daraus gebildeten vier Gruppen lassen sich folgendermaßen einteilen:

Die **Balanced Identity Eaters** zeichnen sich durch eine konsistente Verbindung zwischen Überzeugung, Wissen und Verhalten aus. Ihr Leitsatz lässt sich mit „I believe in food as a source of health, so I like to buy healthy food“ zusammenfassen [34]. Sie verfügen über eine sehr hohe Identifikation mit dem Essen und eine besonders ausgeprägt positive Einstellung gegenüber gesunder Ernährung. Die zeigt sich in einer sehr hohen Kaufabsicht für „gesunde“ Produkte.

Die **Health-Conscious Food Advocates** handeln nach dem Motto: „Food is essential for health; good food is good life!“ [34]. Sie zeichnen sich durch eine hohe

Identifikation mit dem Essen aus und verfügen gleichzeitig über eine ausgeprägt positive Einstellung zur gesunden Ernährung. Gleichzeitig korreliert dies mit hohem Ernährungswissen und einer starken Kaufabsicht „gesunder“ Produkte.

Die **Casual Health Seekers** sind geprägt durch den Slogan: „I want to eat healthy, but I do not believe that food affects my health“ [34]. Sie weisen eine sehr geringe Identifikation mit dem Essen, aber eine überraschend positive Einstellung zu gesunder Ernährung auf, was darauf hinweist, dass sie gesunder Ernährung nicht aufgrund von Überzeugung, sondern eher zufällig ihre Aufmerksamkeit schenken. Die Kaufabsicht bleibt hinter der positiven Einstellung zurück.

Im Gegensatz dazu stehen die **Indifferent Eaters**. Ihr Motto lautet: „Since the food I eat does not have much effect on my health, healthy eating is not that important“ [34]. Diese Gruppe ist gekennzeichnet durch eine niedrige Identifikation mit dem Essen und einer negativen Haltung gegenüber gesunder Ernährung, kombiniert mit niedrigem Ernährungswis-

sen, geringer körperlicher Aktivität und geringem Gesundheitsbewusstsein.

Diese Differenzierungen veranschaulichen, dass eine pauschale gesundheitskommunikative Ansprache nicht zielführend ist – vielmehr bedarf es einer strategisch differenzierten Zielgruppenansprache.

Die Gruppen mit hoher Identifikation mit Essen sind bereits intrinsisch motiviert, informiert und zeigen gesundheitsförderliches Verhalten. Maßnahmen, die gezielt auf diese Gruppe ausgerichtet sind, erzielen daher nur begrenzten zusätzlichen Nutzen im Sinne der Primärprävention. Diese Gruppen verfügen bereits über ein hohes Maß an Ernährungskompetenz und Selbststeuerung, wodurch klassische gesundheitskommunikative Maßnahmen hier eher Redundanz statt Verhaltensänderung erzeugen würden [34].

Eine strategische Fokussierung auf Gruppen mit hohem PFI verstärkt lediglich

bestehende Gesundheitsungleichheiten. Nachhaltige Wirkung erzielt verhaltensorientierte Prävention nur dann, wenn sie differenziert, alltagsnah und motivational anschlussfähig ist – besonders für Gruppen mit geringer Gesundheitsorientierung und niedrigem Involvement.

„Nachhaltige Wirkung erzielt verhaltensorientierte Prävention nur, wenn sie differenziert, alltagsnah und motivational anschlussfähig ist.“

Entscheidend ist deshalb, Kommunikationsstrategien auf jene Menschen zu fokussieren, die niedrige Identifikationswerte mit dem Essen und ablehnende Einstellungen gegenüber gesunder Ernährung aufweisen, wie dies bei den **Indifferent Eaters** der Fall ist oder auch die



© nerenus/stock.adobe.com

Gruppe der **desinteressierten Verbraucher** betrifft: Geprägt durch geringes Involvement, Desinteresse und geringe gesundheitliche Motivation. Hier greifen weder klassische Informationskampagnen noch rationale Argumentationsmuster. Stattdessen sind strukturverändernde, habitualisierende und emotional aktivierende Maßnahmen erforderlich – etwa Nudging („Anstupsen“), Gamification, soziale Vergleichselemente oder eine Einbettung in alltagsnahe Kontexte.



© rh2010/stock.adobe.com

Darüber hinaus könnten die **Casual Health Seekers** ähnlich wie die Gruppe der **traditionellen Verbraucher** oder **Qualitätskäufer** angestupst werden: Kooperationen mit lokalen Akteuren, z. B. Hausärzten, die Technologie wie eine Digitale Gesundheitsanwendung verschreiben, können hier Vertrauen schaffen und Veränderungsbereitschaft fördern.

Im Kontext Personalisierter Ernährung bedeutet dies:

Es bedarf methodischer Ansätze, die kognitive Routinen unterbrechen und emotionale Aktivierung fördern. Digitale Technologien bieten hierfür ein vielverspre-

chendes Instrumentarium, um maßgeschneiderte Interventionen skalierbar, alltagsnah und interaktiv umzusetzen.

3.2.3 Digitale Technologien und künstliche Intelligenz als Treiber Personalisierter Ernährung

Technologische Fortschritte haben die Umsetzung personalisierter Präventionsstrategien erleichtert. Digitale Applikationen ermöglichen die Erfassung individueller Gesundheits- und Verhaltensdaten in Echtzeit. Diese Daten – etwa zur Nährstoffaufnahme, Aktivität, Glukoseverläufen oder Mikrobiomanalysen – bilden die Grundlage für automatisierte, individualisierte Ernährungsempfehlungen. Besonders hervorzuheben ist die Kombination digitaler Systeme mit sensorbasierten Technologien wie Wearables. Diese erlauben eine kontinuierliche Rückmeldung zum physiologischen Zustand des Individuums, beispielsweise durch die Messung von Stressindikatoren, Schlafprofilen oder Stoffwechselparametern. Die Integration dieser Informationen in personalisierte Ernährungskonzepte erhöht die Präzision der Empfehlungen und fördert die Adhärenz, also das Einhalten gegebener Empfehlungen.

3.3.2.1 Wissenschaftliche Erkenntnisse zur Digitalisierung in der Prävention

Die Wirksamkeit digital vermittelter, personalisierter Ernährungskonzepte zeigte sich in der europäischen Food4Me-Studie. Diese als wegweisende Studie zu betrachtende und über sechs Monate angelegte, randomisierte Online-Intervention verglich generische Ernährungsempfehlungen mit personalisierten Ansätzen, die auf individuellen Ernährungsgewohnheiten, phänotypischen Parametern und genetischen Informationen basierten [35]. Hier wurde deutlich, dass personalisierte digitale Programme zu signifikant stärkeren Verhaltensänderungen führten – darunter

eine geringere Aufnahme von rotem Fleisch, Salz und gesättigten Fettsäuren sowie eine erhöhte Zufuhr von Folat. Zudem verbesserten sich die Werte des Healthy Eating-Index. Auffällig war jedoch, dass der zusätzliche Nutzen genetischer oder phänotypischer Individualisierung gegenüber rein diätbasierten Interventionen nur marginal ausfiel. Eine weiterführende Analyse zeigte, dass der Einsatz verhaltenspsychologischer Methoden wie Zielsetzung und Austauschstrategien die Effektivität solcher Programme zusätzlich steigern kann.

Besonders vorteilhaft ist es, durch digitale Möglichkeiten vormals kostenintensive und schwer zugängliche Messverfahren – wie Stoffwechselanalysen oder Mikrobiomprofile – für eine breite Bevölkerung nutzbar zu machen.

Dass solche digitalen Interventionen nicht nur verhaltensbezogene, sondern auch messbare physiologische Effekte erzielen können, belegt die Untersuchung von

Rouskas et al. (2025) [36]: In einer App-basierten, KI-gestützten Intervention zur Personalisierten Ernährung kam es zu einer signifikanten Erhöhung der mikrobiellen Diversität im Darm, nachgewiesen durch den Anstieg phylogenetischer Diversität (Faith's PD). Parallel konnte

„Personalisierte digitale Programme führen zu signifikant stärkeren Verhaltensänderungen.“

eine signifikante Reduktion des Bauchumfangs von $78,4 \pm 12,1$ cm auf $77,2 \pm 11,2$ cm ($p = 0,023$) nachgewiesen werden, die mit einer verringerten Aufnahme von Kohlenhydraten und Proteinen einherging. Diese Ergebnisse unterstreichen, dass digitale Anwendungen in der Lage sind, sowohl auf mikrobieller als auch auf anthropometrischer Ebene relevante Veränderungen zu bewirken.



© Kelumakmal/stock.adobe.com

Ein weiteres Beispiel für den hohen Grad an technischer Präzision ist das System „MealMeter“, das multimodale Sensorsignale – darunter kontinuierliche Glukosemessung, Herzfrequenzvariabilität, Bewegungssensorik und Umgebungsparameter – mit KI-gestützten Algorithmen kombiniert. Ziel ist in diesem Fall eine möglichst exakte Schätzung der Nährstoffaufnahme (Kohlenhydrate, Proteine, Fette). Die Studie ergab eine geringe Fehlerquote in der Vorhersage (der RMSE-Wert lag bei 0,37, was als niedrig und damit aussagekräftig einzuschätzen ist). Der RMSE (Root Mean Squared Error), auf Deutsch: Wurzel des mittleren Fehlerquadrats, ist die Quadrat-

„Digitale Gamification-Strategien können Motivation und Verhaltensänderungen beim Ernährungsverhalten fördern“

wurzel aus dem Durchschnitt der quadrierten Unterschiede zwischen beobachteten und vorhergesagten Werten. Es ist eine weit verbreitete Regressionskennzahl, die aussagt, wie viele Fehler im Durchschnitt bei Vorhersagen zu erwarten sind [37]. Dieses Beispiel illustriert, wie durch automatisierte, multimodale Datenerfassung subjektive Einschätzungen und objektive Messungen in die Ernährungsdiagnostik integriert werden können, um alltagsrelevante, präzise Ernährungsempfehlungen zu generieren.

Darüber hinaus nutzen digitale Gamification-Strategien zur Beeinflussung des Ernährungsverhaltens spielerische Elemente, um Motivation und Verhaltensänderungen zu fördern. In einem simulierten Online-Einkaufsexperiment konnte gezeigt werden, dass das spielerische Aufbereiten ernährungsbezogener Kennzeich-

nungen die Nährwertqualität der gewählten Lebensmittel signifikant verbesserte [38]. Teilnehmende der Gamification-Gruppe sammelten durchschnittlich 4,15 mehr „Kronen“ – ein virtuelles Symbol für gesündere Kaufentscheidungen – als die Kontrollgruppe. Auch so genannte „Serious Games“ im Kindes- und Jugendalter können sowohl das Ernährungswissen erweitern als auch den Konsum von Obst und Gemüse steigern [39]. Diese Ergebnisse verdeutlichen das Potenzial spielerischer digitaler Interventionen, langfristig gesunde Ernährungsentscheidungen zu fördern.

3.3.2.2 Praxisbeispiele zur Digitalisierung von Personalisierter Ernährung in der Prävention

Es wird deutlich, dass digitale Technologien in der Personalisierten Ernährung mehrere Ebenen gleichzeitig adressieren: Sie ermöglichen eine hochpräzise Datenerfassung, erzielen nachweisbare biomedizinische Effekte, fördern gezielt Verhaltensänderungen und steigern die intrinsische Motivation durch spielerische Elemente. Die Kombination aus künstlicher Intelligenz, multimodaler Sensorik, verhaltensorientierten Interventionsstrategien und Gamification schafft damit ein integriertes, praxisnahes Instrumentarium, das im präventiven Kontext eingesetzt werden kann, um Ernährungsempfehlungen wirksam und nachhaltig zu individualisieren. Wie Digitalisierungsmöglichkeiten aussehen können, die eine praxisorientierte Umsetzung schaffen, sollen folgende Beispiele zeigen.

Eine Kategorisierung von unterschiedlichen Möglichkeiten der individuellen Ernährungsunterstützung im Endverbrauchermarkt wurde 2019 beschrieben. Dabei werden sowohl digitale Produkte der Kaufberatung als auch digitale Ernährungskonzepte zur individuellen Verhaltensänderung und Nährwertberechnung

abgegrenzt. Ergänzt wird dies durch digitale Lösungen zur Empfehlung von Nahrungsergänzungsmitteln [40]. Eine Untersuchung des jeweiligen Individualisierungsgrades auf Basis des oben genannten Schalenmodells der DHBW verdeutlicht, dass die meisten Kategorien der digitalen Anwendungen sich eher auf den äußeren Schalen und damit in einem Individualisierungsgrad der persönlichen Daten bzw. der Anthropometrie bewegen. Insbesondere die Konzepte, die sich auf den Schalen 1 bis 3 befinden, zeugen von einer höheren wissenschaftlichen Evidenz, denn sie beruhen unter anderem auf Konzepten der Nährwertempfehlungen, wie sie beispielsweise die DGE herausgibt.

Was Konsumentinnen und Konsumenten grundsätzlich wichtig ist, wenn es um die eigene Ernährung geht, wurde in der Vergangenheit durch regelmäßige Befragungen des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) erhoben. Diese Erhebungen stellen einen wesentlichen Hinweis darauf dar, worauf bei der Ansprache zur Verbesserung des individuellen Ernährungsverhaltens zu achten

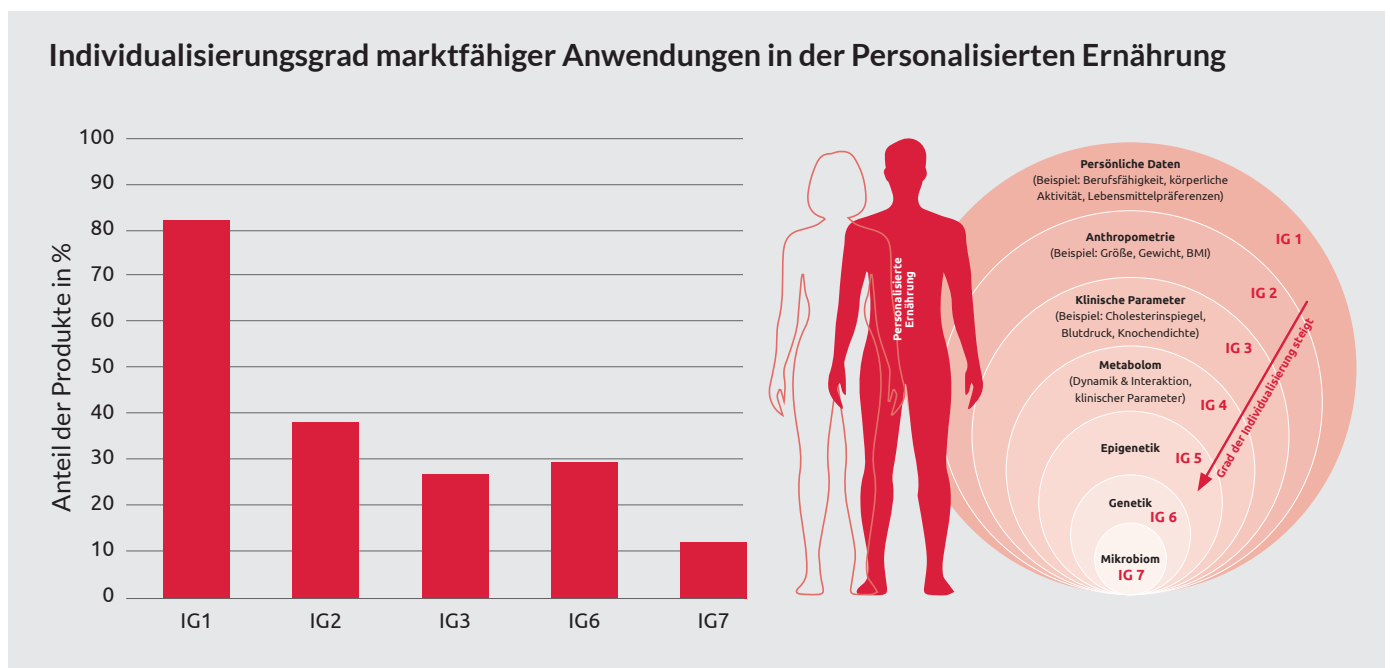
sein könnte. Ein Ausschnitt des Antwortspektrums zeigt (Zustimmungswerte in %):

- Das Essen muss gut schmecken (99 %);
- das Essen muss gesund sein (91 %) [42].

Dabei wird der Gesundheitswert des Essens über die Lebensmittel an sich bzw. deren Inhaltsstoffe definiert: Zutatenlisten, Herkunft, Mindesthaltbarkeitsdatum. Gleichzeitig ist auffallend, dass der Gesundheitswert des Essens eher nicht über das eigene Verhalten gedeutet wird [42].

Hier besteht ganz offensichtlich eine Kommunikationslücke hinsichtlich des eigenen Einflusses des Verhaltens auf die individuelle Gesundheit. Eine Option kann hier der Ansatz nach Antonovsky bieten, der durch die Neologie der Salutogenese eine Hilfestellung geboten hatte, wie sich dem Gesundheitsbewusstsein angenähert werden kann. Warum bleiben Menschen trotz gesundheitlicher Fragestellungen gesund bzw. wie schaffen sie es, sich von Erkrankungen wieder zu erholen? Die zum

Abb. 8: Lotz et al., 2023 [12]



Zeitpunkt der Forschungen von Antonovsky vorherrschende Denkweise der Medizin beschreibt er mit einer Metapher: Ein Mensch ist in einen reißenden Fluss gefallen. Die pathogenetische Vorgehensweise möchte den Menschen mit hohem Aufwand aus dem Fluss retten,

Umweltbedingungen bestimmt wird, ein guter Schwimmer?“ (Antonovsky, Übersetzung durch Franke, 1997, S. 92) [43]

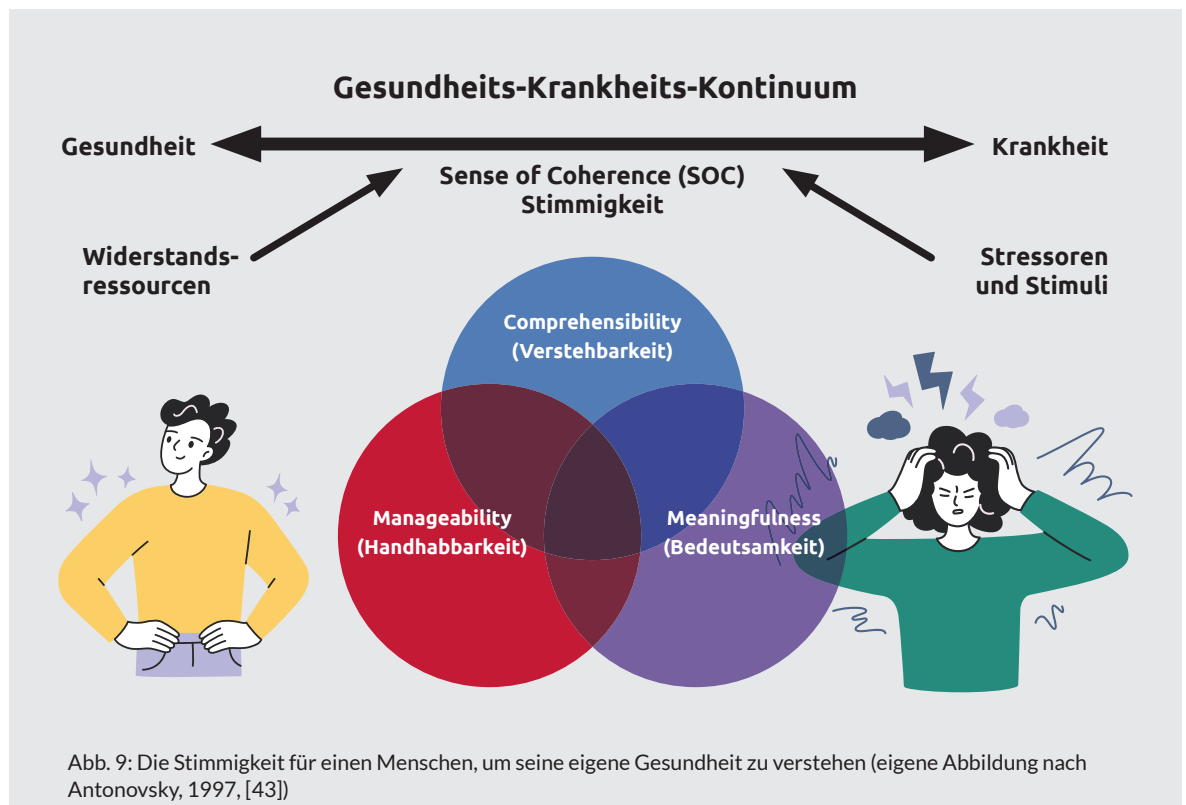
„Menschen bewegen sich auf einem Kontinuum zwischen Gesundheit und Krankheit.“

Der Gesundheits- bzw. Krankheitszustand eines Menschen wird nach Antonovsky durch eine individuelle, psychologische Einflussgröße bestimmt: eine allgemeine Grundhaltung eines Individuums gegenüber der Welt und dem eigenen Leben, die sog. Weltanschauung. Antonovsky nennt es das Kohärenzgefühl, das aus drei Segmenten besteht: Verstehbarkeit, Handhabbarkeit und Sinnhaftigkeit bzw. Bedeutsamkeit [43].

ohne sich darüber Gedanken zu machen, wie er da hineingeraten ist, und warum er nicht schwimmen kann. Die **salutogenetische Vorgehensweise** wäre stattdessen:

„Wie wird man, wo immer man sich in dem Fluss befindet, dessen Natur von historischen, soziokulturellen und physikalischen

Menschen bewegen sich auf einem Kontinuum zwischen Gesundheit und Krankheit, dessen sie sich bewusst sein sollten. In diesem Kontinuum gestalten sich **Stressoren** und **Widerstandsressourcen**, mit denen man umzugehen lernen muss. Dies geschieht durch die Kohärenz aus dem Verständnis, warum manche Vorgehensweisen



Gesundheit und Geschmack verknüpfen

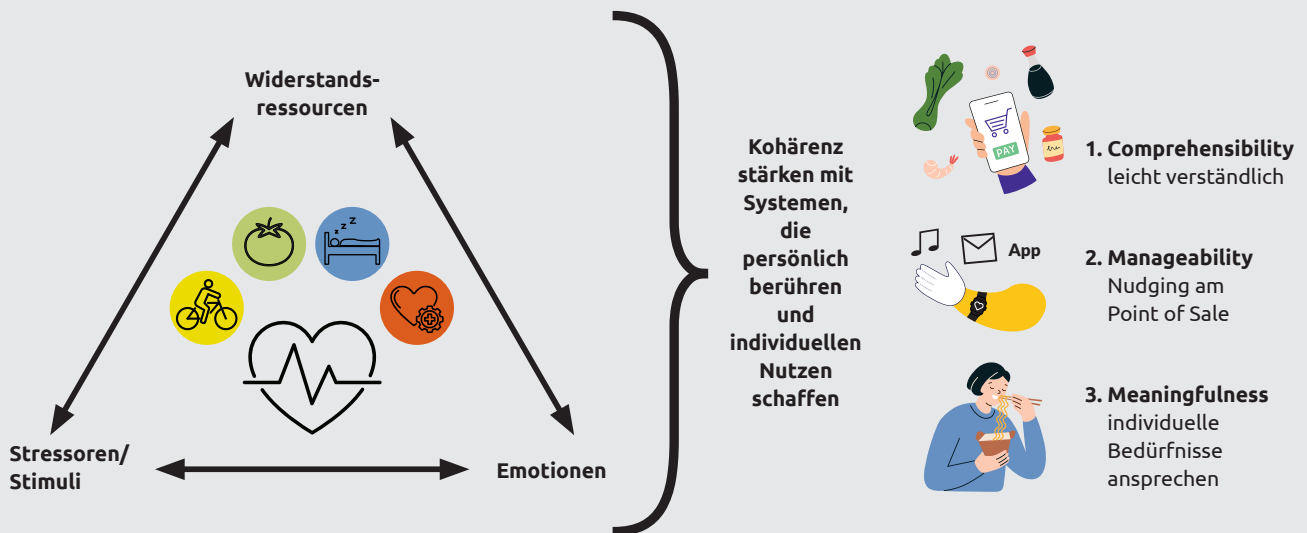


Abb. 10: Lösungsansatz zur Verhaltensänderung durch die Integration von der Idee der Salutogenese in digitale, leicht verständliche und im Lebensalltag leicht integrierbare Systeme (eigene Darstellung)

© syoko/stock.adobe.com (2); VSK Graphics/stock.adobe.com (2); Jolly /iStock.adobe.com (1); Elena/stock.adobe.com (8); dreistmedia (2)

für einen Menschen persönlich Sinn ergeben, wie verständlich sie aufbereitet werden, und wie sie gehandhabt werden können. Abbildung 9 verdeutlicht dies.

Wie im vorherigen Kapitel erläutert, bestehen durch die Digitalisierung mehrere Möglichkeiten, um Menschen in ihrem Lebensalltag zu unterstützen, insbesondere im Umgang mit der eigenen Ernährung. Die Voraussetzung für eine möglichst praktikable Integration in das persönliche Setting besteht in der Verbindung

- der Erkenntnisse aus Befragungen von Konsumierenden zu den Stellenwerten des Essens,
- dem Ansatz zur Salutogenese und dem Kohärenzgefühl,
- den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen zur Verhaltensänderung durch digitale Möglichkeiten sowie KI,
- den biomedizinischen Möglichkeiten der individuellen Körperreaktion auf Lebensmittel und

- der Evidenz, welche Lebensmittelgruppen eine fördernde Wirkung auf die individuelle Gesundheit haben.

Im Rahmen der Forschungsgruppe „Personalisierte Ernährung“ wird an der DHBW Heilbronn seit 2021 an einem Projekt zur Entwicklung eines Individual Nutrition Advisory Tool (INAT) geforscht. Ziel ist die

„Durch Digitalisierung bestehen mehrere Möglichkeiten, Menschen in ihrem Lebensalltag zu unterstützen.“

Entwicklung eines wissenschaftlich fundierten, personalisierten und dynamischen Beratungstools, das die individuelle Gesundheitsförderung durch Ernährungsempfehlungen maximiert. Die Optimierung dieser Ernährungsstrategie geschieht auf der Grundlage der Maximie-

Modulierung der zu erwartenden Maximierung von Lebensjahren in Qualität

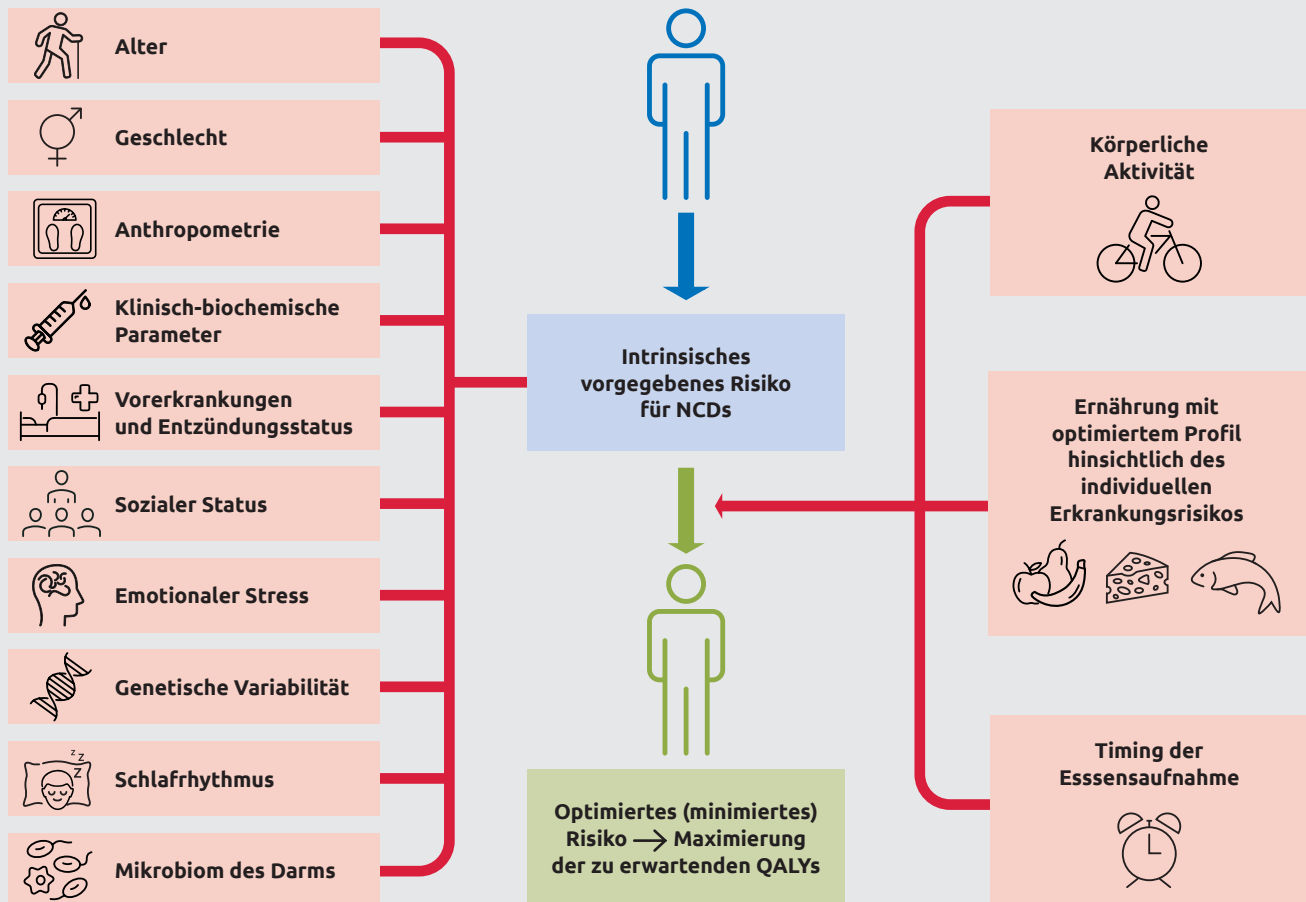


Abb.11: Quality Adjusted Life Years QALY [23]

© syoko/stock.adobe.com (3); VSK Graphics/stock.adobe.com (2); mi-vector/stock.adobe.com (3); warmworld/stock.adobe.com (1); Cetacoms/stock.adobe.com (2); dreistmedia (5)

nung von erwarteten Lebensjahren in Gesundheit (Quality-Adjusted Life Years, QALYs). Damit soll ermöglicht werden, das individuelle Risiko für die Entstehung bestimmter nicht-übertragbarer Erkrankungen (NCD) auf Basis des Konsums von 18 relevanten Lebensmittelgruppen zu bewerten. Dabei werden auch persönliche Faktoren wie Alter, Geschlecht, BMI, Rauchverhalten und körperliche Aktivität einbezogen. Die Berechnung erfolgt über mathematische Modelle (z. B. Markov-Ketten und Bayesian Networks), die auf Dosis-Wirkungs-Beziehungen zwischen Lebensmittelverzehr und Erkrankungs-

risiken basieren. Dadurch wird es möglich, personalisierte Verzehrempfehlungen auf Basis von Lebensmittelgruppen auszusprechen. Diese Empfehlungen werden kontinuierlich an die Bedürfnisse des Nutzers und der Nutzerin durch einen Feedbackmechanismus angepasst, um die Motivation langfristig aufrecht erhalten zu können [44].

Die Risikobewertung basiert ausschließlich auf Dosis-Wirkungs-Beziehungen aus Meta-Analysen und statistischen Auswertungen der Krankheitslast in Deutschland [8]. Dieses Basisrisiko ist an die in der

Nationalen Verzehrsstudie dokumentierten Ernährungsgewohnheiten gekoppelt. Zudem werden die oben genannten individuellen Faktoren wie Alter, Geschlecht, BMI, körperliche Aktivität und Rauchverhalten zu Beginn durch die Nutzer*innen eigenständig erfasst und berücksichtigt. INAT soll in Zukunft als eine digitale Anwendung (INAT-App) mit benutzerfreundlicher Oberfläche, Gamification-Elementen und KI-gestützter Optimierung angewandt werden. Erste Interventionen zur Anwendbarkeit und Verständlichkeit der App werden derzeit erforscht. Die Praxistauglichkeit von initialen Versionen wird in Interventionsstudien untersucht und auf Validität geprüft werden. Die finale Version der App wird zukünftig als Primärpräventionsmaßnahme öffentlich zugänglich gemacht. Die Forschungsergebnisse werden fortlaufend in Fachzeitschriften publiziert und tragen dazu bei, die Personalisierte Ernährung in der Praxis zu etablieren [44].

Als individuelles Nudging könnte dann auf Basis der INAT-Berechnung eine ansprechende Darstellung der Maximierung der Anzahl der Lebensjahre in Gesundheit sein. Der digitale Algorithmus fußt auf nicht-linearer Programmierung. Zum Beispiel würde dann eine Reduktion von X % für koronare Herzerkrankungen je 100 g verzehrtes Gemüse/Tag berechnet werden, um eine Darstellung der Chance auf individuelle Verlängerung der Lebensspanne um x Jahre in Gesundheit zu erhalten [23], siehe Abbildung 11.

3.3 Leistungssteigerung durch Personalisierte Ernährung

Ein dritter Aspekt, der aus der Delphi-Studie der DHBW Heilbronn zur Zukunft der Personalisierten Ernährung als wesentlich herausgearbeitet wurde, besteht in der

sportlichen Leistungssteigerung. Sport besitzt in Deutschland nicht nur hohen gesellschaftlichen Stellenwert, sondern leistet einen wesentlichen Beitrag zur Gesundheitsförderung und Prävention.

Makronährstoffe

Die Kombination der sportartspezifischen Empfehlungen zur Personalisierung von Ernährung erlaubt eine präzise, evidenzbasierte Makronährstoffplanung [59]. Kohlenhydrate sichern die akute Energieversorgung und verhindern glykogenbedingte Ermüdung, Eiweiß ist entschei-



„Die Kombination der sportartspezifischen Empfehlungen erlaubt eine evidenzbasierte Makronährstoffplanung.“

dend für Reparatur und Anpassung der Muskulatur, und Fett – insbesondere in Form ungesättigter Fettsäuren – unterstützt zentrale metabolische und entzündungsmodulierende Prozesse. Diese Effekte sind hinlänglich bekannt und bestens belegt durch die zusammengeführten Erkenntnisse durch König et al. aus den Jahren 2019 (Kohlenhydrate) und 2020 (Protein) sowie durch Schek et al. aus 2019 (Fette) [56], [57], [58].

Darüberhinausgehende Thematiken zur Personalisierung von Ernährung sind in der Betrachtung von Mikronährstoffen zu finden.

Flüssigkeitszufuhr

Es existieren zwei grundlegende Trinkstrategien: das **Trinken nach Durst** und das **geplante Trinken**. Das Durstgefühl lässt in der Regel bereits nach, bevor der Körper vollständig rehydriert ist [45].

Trinken nach Durst ist bei moderaten Bedingungen und kürzeren Belastungen deshalb oft ausreichend.

Hingegen bei hohen Schweißraten, großer Hitze oder langen Belastungen ist ein geplantes Trinkregime empfehlenswert, das sich an der individuellen Schweißrate

kann übermäßiges Trinken zu einer belastungsassoziierten Hyponatriämie (EAH) führen, die vor allem bei Ausdauerbelastungen unter moderaten klimatischen Bedingungen beobachtet wird [47].

Besondere Anpassungen können für spezifische Personengruppen erforderlich sein, etwa für Frauen aufgrund hormoneller Schwankungen oder für Sportler in Hitze- und Höhenumgebungen mit erhöhtem Schweiß- und Elektrolytverlust [48].

„Bei großer Hitze oder langen Belastungen ist ein geplantes Trinkregime empfehlenswert.“

und dem Natriumverlust orientiert. Mit Natrium angereicherte Getränke können helfen, Flüssigkeitsverluste auszugleichen und die Flüssigkeitsretention zu verbessern, insbesondere bei Personen mit hohen Natriumverlusten [46]. Gleichzeitig

Beispiel Koffein

Die Wirkung von Koffein ist dosisabhängig und individuell variabel, beeinflusst durch Körpermasse, Trainingszustand und Sportart. Puente et al. (2017) [49] zeigten, dass 3 mg Koffein pro Kilogramm Körpergewicht bei Basketballspielern die Sprungkraft, Spielaktivität und den Performance-Index signifikant steigerten. Die individuelle Dosierung nach Körpergewicht gewährleistete eine reproduzierbare

Kohlenhydrate



Proteine



Fette



Koffein



Rote Bete





Belastung. Zudem erhöhten sich die Anzahl der Körperkontakte und die Intensität der Spielbeteiligung. Eine Meta-Analyse von Salinero et al. (2018) [50] bestätigte positive Effekte moderater Koffeindosen (3 bis 6 mg/kg) auf Sprint-, Sprung- und Agilitätsleistungen.

Beispiel Rote-Bete-Saft

Rote-Bete-Saft ist eine etablierte Quelle für diätetisches Nitrat, das über die Nitrat-Nitrit-Stickstoffmonoxid-Route physiologische Vorteile entfalten kann [51]. Studien belegen leistungssteigernde Effekte, deren Ausprägung jedoch stark von Dosis, Einnahmezeitpunkt, Sportart und Trainingsstatus abhängt [52]. In einer randomisierten, doppelblinden Crossover-Studie erhielten semiprofessionelle Handballspieler über drei Tage täglich 70 ml konzentrierten Rote-Bete-Saft mit 6,4 mmol Nitrat [53]. Dieses Protokoll

führte zu signifikanten Steigerungen in der Countermovement-Jump-Höhe (+ 4,7 %) und der Handgriffstärke (+ 7,8 %), während andere neuromuskuläre Parameter unverändert blieben.

Das Umbrella-Review von [52] ermittelte einen wirksamen Bereich von 8,3 bis 16,4 mmol Nitrat pro Tag (515 bis 1017 mg), der sowohl akut (2 bis 3 h vor Belastung) als auch über mindestens drei Tage gegeben werden kann. Akute Einnahmen zeigten tendenziell größere Effektgrößen (SMD = 0,20) als chronische (SMD = 0,13), wobei populationsspezifische Unterschiede auftraten. Profisportler profitierten vor allem hinsichtlich der Muskelkraft, Nichtsportler stärker in der aeroben Ausdauer. Die benötigte Flüssigkeitsmenge hängt vom Nitratgehalt des Produkts ab: Bei konzentriertem Saft genügen ca. 90 bis 180 ml pro Tag, bei normalem Direktsaft wären 550 bis 1600 ml erforderlich.

Diese Unterschiede haben hohe Relevanz für die Personalisierte Ernährung im Sport. Für Disziplinen mit Fokus auf Explosivkraft könnte eine akute, konzentrierte Gabe vor dem Wettkampf sinnvoll sein. In ausdauerorientierten Sportarten könnten mehrtägige Protokolle mit mittlerer Dosierung zur Verbesserung der aeroben Kapazität eingesetzt werden. Individuelle Faktoren wie Körpergewicht, habituelle Nitrataufnahme und gastrointestinale Verträglichkeit bestimmen die optimale Dosis. Auch Unterschiede in der Mikrobiomzusammensetzung und genetische Varianten können die Nitratverwertung beeinflussen.

Um all dies zu unterstützen, ermöglichen Apps, Wearables und Sensoren die kontinuierliche Erfassung und Auswertung individueller Ernährungs- und Aktivitätsdaten [20]. Sie ermöglichen die Erstellung

maßgeschneiderter Ernährungspläne – auch im Freizeit- und Leistungssport zur dynamischen Anpassung an Trainings- und Wettkampfempfehlungen.

4. Schlussbetrachtung

Diese Arbeit zeigte auf, wie Personalisierte Ernährung dazu beitragen kann, Gesundheit zu fördern, Krankheiten vorzubeugen und Leistungsfähigkeit zu steigern. Besonderes Augenmerk liegt auf der Integration biologischer Marker mit Lebensstilfaktoren sowie auf der Frage, wie digitale Technologien nachhaltige Verhaltensänderungen im Ernährungsalltag unterstützen können. Personalisierte Ernährung verbindet biologische Präzision mit alltagsnaher Umsetzung. Der Schlüssel zum Erfolg liegt nicht allein in der Bestimmung des optimalen Ernährungsplans, sondern in der Fähigkeit, die-



sen in ein realistisches, nachhaltiges Lebensstilkonzept zu integrieren. Digitalisierung bietet hier die Chance, Verhalten kontinuierlich zu begleiten, Fortschritte sichtbar zu machen und Gewohnheiten gezielt zu verändern.

Kernaussagen der Arbeit

Gesundheit und Krankheit werden nicht allein durch genetische Anlagen bestimmt, sondern in hohem Maße durch Lebensstil. Ernährung, Bewegung, Stressbewältigung und soziale Faktoren wirken unmittelbar auf Stoffwechselprozesse und Krankheitsrisiken. Personalisierte Ernährung nutzt genetische, epigenetische und mikrobiomische Informationen, um Ernährungsstrategien so anzupassen, dass sie den individuellen Lebensumständen und Gewohnheiten entsprechen. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass Empfehlungen alltagspraktisch umsetzbar sind und langfristig befolgt werden.

Rolle der Digitalisierung

Digitale Technologien ermöglichen es, Lebensstil und Ernährung kontinuierlich zu erfassen und auszuwerten. Wearables, kontinuierliche Glukosemessungen und digitale Ernährungstagebücher liefern Echtzeit-Feedback zu Bewegung, Nahrungsaufnahme und Energieumsatz. KI-gestützte Analysen erkennen Muster, die den Erfolg oder Misserfolg von Ernährungsplänen erklären, und passen Empfehlungen dynamisch an. Diese unmittelbare Rückmeldung fördert Motivation, schafft Bewusstsein für das eigene Verhalten und erleichtert die schrittweise Integration gesünder Routinen in den Alltag. So wird aus theoretischem Wissen eine gelebte Veränderung.

Rolle der Forschung und Lehre zur Personalisierten Ernährung

Die dynamische Weiterentwicklung ernährungswissenschaftlicher Erkenntnisse, die zunehmende Individualisierung



© Mirko Vitali/stock.adobe.com



© santypan/stock.adobe.com



© Halfpoint/stock.adobe.com

von Ernährungskonzepten sowie die wachsenden Möglichkeiten ihrer Verknüpfung mit Sensorik, Digitalisierung und Künstlicher Intelligenz verändern die Perspektive auf Ernährung grundlegend. Diese Entwicklung erfordert eine konsequente Abbildung in Lehre und Forschung. Vor diesem Hintergrund etablierte die

DHBW Heilbronn einen neuen Studiengang, der auf aktuellen Forschungsergebnissen basiert und diese multidimensionalen Aspekte integriert. Leitprinzip ist die Frage: Welche Bedeutung haben diese Erkenntnisse für die einzelne Person? Zentraler Bestandteil des Curriculums ist

„Dynamische Entwicklungen erfordern eine konsequente Abbildung in Lehre und Forschung.“

die Einbindung moderner (Sensor-)Technologien sowie die Vermittlung von Kompetenzen im Umgang mit Softwaresystemen, mobilen Applikationen, Wearables und Programmierung [54]. Die Anwendung von Data Science im Ernährungsbereich gilt dabei als Schlüsseltechnologie

zur evidenzbasierten und zukunftsfähigen Gestaltung präventiver und therapeutischer Ernährungskonzepte sowie zur gezielten Unterstützung individueller Leistungsoptimierung im Sport.

Ausblick

Lebensstilinterventionen sollten künftig noch stärker geschlechtsspezifische Eigenheiten berücksichtigen [55], [15]. Männer und Frauen unterscheiden sich nicht nur im Energie- und Nährstoffbedarf, sondern auch in hormonellen Rhythmen, Stoffwechselreaktionen und häufigen Verhaltensmustern. Bei Frauen beeinflussen zyklusbedingte Veränderungen Leistungsfähigkeit, Energiebedarf und Appetitregulation, während Männer oft höhere absolute Energie- und Proteinnengen benötigen. Eine geschlechtersensible Ernährungsgestaltung kann dadurch präzisere und wirksamere Lebensstilprogramme ermöglichen.



© Zamznuti/tonovi/stock.adobe.com

Korrespondenzanschrift



© Privat

Professorin Dr. Katja Lotz,
Studiengangleitung, Lehre und Forschung
Personalisierte Ernährung,
Duale Hochschule Baden-Württemberg Heilbronn
Bildungscampus 4
D – 74076 Heilbronn
E-Mail: katja.lotz@dhbw.de

Hinweise

Alle im Text und Literaturverzeichnis angegebenen Links wurden sorgfältig auf ihre Richtigkeit und korrekte Funktionalität geprüft. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Links über die Zeit hinweg verändert, abgeschaltet oder aus anderen Gründen nicht mehr aktiviert werden können.

Wenige Teile und/oder Elemente dieses Beitrags wurden unter Zuhilfenahme von KI generiert bzw. erstellt und inhaltlich noch einmal auf Richtigkeit überprüft.

Alle Internetquellen letzter Zugriff am 20.11.2025

Literaturverzeichnis

- [1] Benz, W. (2005). Infrastruktur und Gesellschaft im zerstörten Deutschland. Bundeszentrale für politische Bildung bpb, Bonn. Online unter: <https://www.bpb.de/themen/nationalsozialismus-zweiter-weltkrieg/dossier-nationalsozialismus/39602/infrastruktur-und-gesellschaft-im-zerstoerten-deutschland/>
- [2] Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE) (Hrsg.) (2024). 15. DGE-Ernährungsbericht. Bonn 2024. DOI: 10.4126/FRL01-006488448
- [3] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) (Hrsg.) (2024). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Bonn, 2. Auflage, 8. aktualisierte Ausgabe. Online verfügbar: <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/>
- [4] FAO (2024). Durchschnittliche tägliche Kalorienzufuhr pro Kopf nach ausgewählten Weltregionen in den Jahren 2014 bis 2022 (in Kilokalorien). Zitiert nach: Statista. Statista GmbH. Online unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1198137/umfrage/taegliche-kalorienzufuhr-pro-kopf-in-verschiedenen-weltregionen/>
- [5] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (Hrsg.) (o.J.). In Bewegung bleiben und auf das Gewicht achten. Die DGE-Empfehlungen. Online unter: <https://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/gut-essen-und-trinken/dge-empfehlungen/bewegung-gewicht/>
- [6] Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) (Hrsg.) (2025). Gesundheitsbericht Diabetes 2025. Berlin: DDG. Online unter: https://www.ddg.info/fileadmin/user_upload/Gesundheitsbericht_2025_final.pdf

- [7] Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (2025): Metabolisches Syndrom – Ursachen, Symptome, Therapie. Online unter: <https://gesund.bund.de/metabolisches-syndrom>
- [8] Statistisches Bundesamt (Destatis) (2025). Frauen und Männer mit Übergewicht. Online unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Gleichstellungsindikatoren/adipositas-f23.html>
- [9] McGrosky, A., Lukec, A., Arab, L. et al. (2025). Energy expenditure and obesity across the economic spectrum. PNAS 2025 Vol. 122 No. 29, 1-8, DOI: 10.1073/pnas.2420902122
- [10] Silveira EA, Mendonça CR, Delpino FM, Elias Souza GV, Pereira de Souza Rosa L, de Oliveira C, Noll M. Sedentary behavior, physical inactivity, abdominal obesity and obesity in adults and older adults: A systematic review and meta-analysis. Clin Nutr ESPEN. 2022 Aug; 50:63-73. DOI: 10.1016/j.clnesp.2022.06.001
- [11] Zukunftsinstitut (Hrsg.) (2022). Unsere neue Zukunft - Mit den Megatrends in die Post-Corona-Zeit. Online unter: <https://www.zukunftsinstitut.de/zukunftsthemen/mit-den-megatrends-in-die-post-corona-zeit>
- [12] Lotz, K., Antor, S., Stoll-Hertrampf, A. et al. (2022). Personalisierte Ernährung – State of the Art. Ernährung im Fokus, 2022(02), 74-79
- [13] siehe [12]
- [14] Renner B., Buyken A.E., Gedrich K. et al. (2023). A Conceptual Framework for Adaptive Personalized Nutrition Advice Systems (APNAs), Adv Nutr, 2023. DOI: 10.1016/j.advnut.2023.06.009
- [15] Friedrichs, K., Bauer, I., Klug, C., Käßer-Pawelka, G., Lotz, K. (2022). Wie sieht die Zukunft der Personalisierten Ernährung aus? Ergebnisse einer Delphi-Studie. Delphi-Abschlussbericht im Projekt „Personalisierte Ernährung“. Online unter: <https://www.food-management.online/zukunftperse>
- [16] Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin e.V. (DGEM) (2020): Medizinische Leitlinien. Online unter: <https://www.dgem.de/leitlinien>
- [17] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) Hrsg.) (2022). Ich nehme ab. Training für einen gesundheitsfördernden Lebensstil. Bonn o. V.
- [18] Deutsche Gesellschaft der qualifizierten Ernährungstherapeuten und Ernährungsberater e. V. (QUETEB) (2024). Kompetenz in der Ernährungstherapie & -beratung. Online unter: <https://quetheb.de/>
- [19] Schlieter H., Kählig M., Hickmann E. et al. (2024) Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) im Spannungsfeld von Fortschritt und Kritik. Diskussionsbeitrag der Fachgruppe „Digital Health“ der Gesellschaft für Informatik e. V., Bundesgesundheitsbl 2024, 67:107–114, DOI: 10.1007/s00103-023-03804-2
- [20] Antor, S., Lotz, K. (2024). Produkte im Bereich der Personalisierten Ernährung. MT im Dialog, 25(2). DOI: 10.53180/MTIMDIALOG.2024.0098
- [21] Giebel G., Speckemeier C., Abels C. et al. (2023). Problems and Barriers Related to the Use of Digital Health Applications. Scoping Review, J Med Internet Res 2023;25:e43808, DOI: 10.2196/43808
- [23] Klug, C., Parlesak, A. Lotz, K. (2023). Personalisierte Ernährung in der Anwendung: Zeit für einen Neuanfang. ErnährungsUmschau 2023 (4) M234-M240

- [24] Bruhn, M. (2008). Lebensstil-Entscheidungstypologie Des Ernährungsverhaltens – Implikationen für die Verhaltensprävention. 48th Annual Conference, Bonn, Germany, September 24-26, 2008 52647, German Association of Agricultural Economists (GEWISOLA). DOI: 10.22004/ag.econ.52647
- [25] Holzapfel, C., Waldenberger, M., Lorkowski, S., Daniel, H. (2022). Genetics and Epigenetics in Personalized Nutrition: Evidence, Expectations, and Experiences. *Mol Nutr Food Res*. 2022 Sep;66(17): DOI: 10.1002/mnfr.202200077
- [26] Hitch T.C.A., Hall L.J., Walsh S.K. et al. (2022). Microbiome-based interventions to modulate gut ecology and the immune system. *Mucosal Immunol*. 2022 Jun;15(6):1095-1113. DOI: 10.1038/s41385-022-00564-1
- [27] Lind M.V., Lauritzen L., Kristensen M. et al. (2019). Effect of folate supplementation on insulin sensitivity and type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*. 2019 Jan 1;109(1):29-42. DOI: 10.1093/ajcn/nqy234 T
- [28] Parillo L., Spinelli R., Nicolò A. et al. (2019). Nutritional Factors, DNA Methylation, and Risk of Type 2 Diabetes and Obesity: Perspectives and Challenges. *Int. J. Mol. Sci*. 2019, 20(12), 2983; DOI: 10.3390/ijms20122983
- [29] Plunde O., Larsson S.C., Artiach G. et. al. (2020). FADS1 (Fatty Acid Desaturase 1) Genotype Associates With Aortic Valve FADS mRNA Expression, Fatty Acid Content and Calcification. *Circ Genom Precis Med*. 2020 Jun;13(3):e002710. DOI: 10.1161/CIRC-GEN.119.002710.
- [30] Hellstrand S., Sonestedt E., Ericson U. et al. (2012). Intake levels of dietary long-chain PUFAs modify the association between genetic variation in FADS and LDL-C. *J Lipid Res*. 2012 Jun;53(6):1183-9. DOI: 10.1194/jlr.P023721
- [31] Zaki, M. E., Amr, K. S., Abdel-Hamid, M. (2013). APOA2 Polymorphism in Relation to Obesity and Lipid Metabolism. *Cholesterol*, 2013, 289481. DOI: 10.1155/2013/289481
- [32] Briguglio, G., Costa, C., Pollicino, M. et al. (2020). Polyphenols in cancer prevention: New insights. *International Journal of Functional Nutrition*, 1(1), p.9. DOI:10.3892/ijfn.2020.9
- [33] Meeran S.M., Patel S.N., Tollefsbol T.O. (2010). Sulforaphane causes epigenetic repression of hTERT expression in human breast cancer cell lines. *PLoS One*. 2010 Jul 6;5(7):e11457. DOI: 10.1371/journal.pone.0011457.
- [34] Boncompagni, A. (2025). How healthy are you? Segmenting psychological and behavioral diversity in healthy food choices. *Ital. J. Mark*. 2025, 247–266 (2025). DOI: 10.1007/s43039-025-00115-z
- [35] Celis-Morales C., Livingstone K.M., Marsaux C.F. et al. (2017). Food4Me Study. Effect of Personalized nutrition on health-related behaviour change: evidence from the Food4Me European randomized controlled trial. *Int J Epidemiol*. 2017 Apr 1;46(2):578-588. DOI: 10.1093/ije/dyw186.
- [36] Rouskas K., Guela M., Pantoura M. et al. (2025). The Influence of an AI-Driven Personalized Nutrition Program on the Human Gut Microbiome and Its Health Implications. *Nutrients*. 2025 Apr 3;17(7):1260. DOI: 10.3390/nu17071260
- [37] Arefeen, A., Fessler, S., Mostafavi, S. M. et al. (2025). MealMeter: Using Multimodal Sensing and Machine Learning for Automatically Estimating Nutrition Intake. *arXiv*. DOI: 10.48550/arXiv.2503.11683

- [38] Braga B.C., Cash S.B., Sarson K. et al. (2023). The gamification of nutrition labels to encourage healthier food selection in online grocery shopping: A randomized controlled trial. *Appetite*. 2023 Sep 1;188:106610. DOI: 10.1016/j.appet.2023.106610
- [39] Lamas S., Rebelo S., da Costa S. et al. (2023). The Influence of Serious Games in the Promotion of Healthy Diet and Physical Activity Health: A Systematic Review. *Nutrients*. 2023 Mar 14;15(6):1399. doi: 10.3390/nu15061399. PMID: 36986129; PMCID: PMC10056209.
- [40] Buxel, Holger (2019). My Food - Personalisierung und Ernährung. DLG-Studie. Online unter: <https://www.dlg.org/mediacenter/alle-publikationen/dlg-studien/my-food-personalisierung-und-ernaehrung>
- [41] siehe [12]
- [42] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hrsg.) (2023). Deutschland, wie es isst - Der BMEL-Ernährungsreport 2023. Online unter <https://www.bmleh.de/Shared-Docs/Downloads/DE/Broschueren/ernaehrungsreport-2023.html>
- [43] Antonovsky, A. (1997): Salutogenese – Zur Entmystifizierung der Gesundheit. Dt. erw. Hrsg. von Alexa Franke, Tübingen, dgvt-Verlag
- [44] Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) (Hrsg.) (2025). Gesundheitsförderung durch individuelle Risikoabschätzung – INAT. Online unter: <https://www.heilbronn.dhbw.de/forschung-transfer/personalisierte-ernaehrung/inat/#anchor-main-content>
- [45] Kenefick RW. Drinking Strategies (2018). Planned Drinking Versus Drinking to Thirst. *Sports Med*. 2018 Mar;48(Suppl 1):31-37. DOI: 10.1007/s40279-017-0844-6
- [46] Li H., Early K.S., Zhang G., Ma P., Wang H. (2024). Personalized Hydration Strategy to Improve Fluid Balance and Intermittent Exercise Performance in the Heat. *Nutrients*. 2024 Apr 29;16(9):1341. DOI: 10.3390/nu16091341.
- [47] Hew-Butler, T., Rosner, M., Fowkes-Godek, S. et al. (2015). Statement of the Third International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015. *Clinical Journal of Sport Medicine* 25(4): p 303-320, July 2015. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000221
- [48] Baker L.B., De Chavez P.J.D., Nuccio R.P., Brown S.D., King M.A., Sopeña B.C., Barnes K.A. (2022). Explaining variation in sweat sodium concentration: effect of individual characteristics and exercise, environmental, and dietary factors. *J Appl Physiol* (1985). 2022 Dec 1;133(6):1250-1259. DOI: 10.1152/jappphysiol.00391.2022.
- [49] Puente C., Abián-Vicén J., Salinero J.J. (2017). Caffeine Improves Basketball Performance in Experienced Basketball Players. *Nutrients*. 2017 Sep 19;9(9):1033. DOI: 10.3390/nu9091033.
- [50] Salinero J.J., Lara B., Del Coso J.(2019). Effects of acute ingestion of caffeine on team sports performance: a systematic review and meta-analysis. *Res Sports Med*. 2019 Apr-Jun;27(2):238-256. DOI: 10.1080/15438627.2018.1552146
- [51] Gallardo E.J., Coggan A.R. (2019). What's in Your Beet Juice? Nitrate and Nitrite Content of Beet Juice Products Marketed to Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2019 Jul 1;29(4):345–349. DOI: 10.1123/ijsnem.2018-0223 T
- [52] Tian, C. et al. (2025) 'Effects of Beetroot Juice on Physical Performance in Professional Athletes and Healthy Individuals: An Umbrella Review', *Nutrients*, 17(12), 1958. DOI:10.3390/nu17121958.

- [53] Muñoz A., de la Rubia A., Lorenzo-Calvo J., Karayigit R. et al. (2024). Multiday Beetroot Juice Ingestion Improves Some Aspects of Neuromuscular Performance in Semi-Professional, Male Handball Players: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled, Crossover Study. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2024 Nov 23;35(2):140-149. DOI: 10.1123/ijsnem.2024-0113
- [54] Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) (Hrsg.) (2025a). Personalisierte Ernährung: Studiengang und Forschung. Online unter: <https://www.heilbronn.dhbw.de/forschung-transfer/personalisierte-ernaehrung/forschung-und-lehre/>
- [55] Wang C, Friedrichs K, Lotz K (2024): Personalized Nutrition and Smart Wearables for Menopause Management. In: Publication series Food Management, Research Paper #7, Baden-Wuerttemberg Cooperative State University Heilbronn (Publisher). Online unter: <https://www.food-management.online/7-menopause-management>
- [56] König D., Carlsohn A., Braun H. et al. (2020). Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE): protein-intake in sports. *Dtsch Z Sportmed.* 2020;71: 192-198. DOI: 10.5960/dzsm.2020.450
- [57] König, D., Braun, H., Carlsohn, A. et al. (2019). Carbohydrates in sports nutrition. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungs Umschau*, 66(11), pp.228–235. doi:10.4455/eu.2019.044
- [58] Schek, A., Braun, H., Carlsohn, A., et al. (2019). Fats in sports nutrition. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungs Umschau*, 66(9), 181–188. DOI: 10.4455/eu.2019.042
- [59] Raschka, C., Ruf, S., 2013. Sportlerernährung. *Aktuelle Ernährungsmedizin*, 38 (05), 362-378. DOI: 10.1055/s-0033-1349460
- [60] Lotz, K. (2025a): Best Female Food. Gesund, schlank und voller Energie durch die Wechseljahre - das individuelle Ernährungsprogramm für Frauen, mit über 60 Wohlfühlrezepten. Gräfe & Unzer Verlag, München.

Impressum / Herausgeber, Redaktion und Rückfragen:
Lebensmittelchemisches Institut (LCI) des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie e. V.
Dr. Frank Heckel (V.i.S.d.P.) · Adamsstraße 52-54 · 51063 Köln,
Tel. (0221) 623 061 · E-Mail: lci-koeln@lci-koeln.de
oder Rückfragen an:
:relations Gesellschaft für Kommunikation mbH
Kuhgasse 9 · 63571 Gelnhausen
Tel. (06051) 4 90 84 - 11 · E-Mail: NadW@relations.de