

Vegane Kostformen aus allergologischer Sicht – Positionspapier der Arbeitsgruppe Nahrungsmittelallergie der DGAKI

I. Reese¹, C. Schäfer², B. Ballmer-Weber^{3,4}, K. Beyer⁵, S. Dölle-Bierke⁶, S. van Dullemen⁷, U. Jappe^{8,9}, S. Müller¹⁰, S. Schnadt¹¹, R. Treudler¹² und M. Worm⁶

¹Ernährungsberatung und -therapie Schwerpunkt Allergologie, München,

²Ernährungstherapie, Schwarzenbek, ³Klinik für Dermatologie und Allergologie,

Kantonsspital St. Gallen, Schweiz, ⁴Dermatologische Klinik, UniversitätsSpital Zürich,

Schweiz, ⁵Charité – Universitätsmedizin Berlin, Klinik für Pädiatrie m. S. Pneumologie und

Immunologie, Berlin, ⁶Charité – Universitätsmedizin, Klinik für Dermatologie, Venerologie

und Allergologie, Berlin, ⁷Universitätsklinikum Frankfurt, Klinik für Kinder- und Jugend-

medizin, Ernährungsberatung, ⁸Klinische und Molekulare Allergologie, Forschungszentrum

Borstel, Leibniz-Lungenzentrum; Mitglied im Deutschen Zentrum für Lungenforschung

(DZL), Airway Research Center North (ARCN), ⁹Interdisziplinäre Allergie-Ambulanz, MKIII

(Pneumologie), UKSH, Campus Lübeck, Universität zu Lübeck, ¹⁰Klinik für Dermatologie

und Venerologie, Universitätsklinikum Freiburg, Medizinische Fakultät, Albert-Ludwigs-

Universität Freiburg, ¹¹Deutscher Allergie- und Asthmabund, Mönchengladbach,

¹²Universität Leipzig, Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Leipzig

Schlüsselwörter

kritische Bedarfsdeckung
– Allergie – vegane Ernährung
– Nahrungsmittelallergie
– ultra-prozessierte Nahrungsmittel

Key words

critical need assessment –
allergy – vegan diet – food
allergy – ultra-processed
foods

Vegane Kostformen aus allergologischer Sicht – Positionspapier der Arbeitsgruppe Nahrungsmittelallergie der DGAKI

Vegane Kostformen finden derzeit eine starke Aufmerksamkeit. Der Verzicht auf tierische Lebensmittel schränkt den Speiseplan jedoch ein und geht mit Risiken einher, deren Ausmaß und medizinische Tragweite nicht immer ausreichend erfasst werden. Da Auslassdiäten im Bereich der Allergologie das übliche therapeutische Langzeitmanagement bei Vorliegen einer Nahrungsmittelallergie darstellen, ist die allergologische Perspektive und insbesondere die Expertise allergologischer Ernährungsfachkräfte notwendig, um sich den Risiken veganer Kostformen zu nähern und letztere aus allergologischer Sicht kritisch zu diskutieren. Das Positionspapier widmet sich den Vorteilen einer pflanzenbasierten Kost und deren Ursachen. Im folgenden wird dargestellt, welches Wissen erforderlich ist, um Makro- und

Mikronährstoffe nährstoffbedarfsdeckend zuzuführen. Am Beispiel der Meidung von Kuhmilch werden Herausforderungen einer adäquaten Bedarfsdeckung herausgearbeitet und (vermeintliche) Milchalternativen allergologisch und ernährungsphysiologisch bewertet. Schlussendlich werden auch andere pflanzenbasierte (Ersatz-)Produkte allergologisch bewertet. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass Hülsenfrüchte, Schalenfrüchte und Ölsaaten, die als maßgebliche Proteinquellen bei veganen Kostformen zur Verfügung stehen, gleichzeitig potentielle und potente Auslöser allergischer Reaktionen darstellen. Jedoch kann das allergene Potenzial zahlreicher Ersatzprodukte aufgrund von Forschungslücken zum augenblicklichen Zeitpunkt nicht vollständig erfasst werden. Auch Weizen als wichtigster Anaphylaxieauslöser im Erwachsenenalter wird allergologisch bewertet. Abschließend werden die Zunahme ultra-prozessierter

Reese I, Schäfer C,
Ballmer-Weber B, Beyer K,
Dölle-Bierke S, van Dullemen
S, Jappe U, Müller S, Schnadt
S, Treudler R, Worm M.
Vegane Kostformen aus
allergologischer Sicht –
Positionspapier der
Arbeitsgruppe Nahrungsmittelallergie der DGAKI.
Allergologie.
2023; 46: •••••.
DOI 10.5414/ALX02400

citation

Manuskriteingang: 05.12.2022; akzeptiert in überarbeiteter Form: 11.01.2023

Korrespondenzadresse: Dr. Imke Reese, Ernährungsberatung und -therapie
Schwerpunkt Allergologie, Ansprengerstr. 19, 80803 München,
reese@ernaehrung-allergologie.de



Produkte im (veganen) Lebensmittel sektor und deren mögliche Konsequenzen für das Immunsystem diskutiert.

Vegan diets from an allergy point of view - Position paper of the DGAKI working group on food allergy

Vegan diets are currently attracting a great deal of attention. However, avoiding animal-based foods restricts the diet and is associated with risks, the extent and medical implications of which, are at present not sufficiently understood. Elimination diets represent the usual therapeutic long-term management in the presence of food allergy. In order to understand the risks of vegan diets and to discuss these critically from the perspective of food allergies, the expertise of a nutritionist/dietitian with expertise in this area is indispensable. The position paper deals with the incentives behind and the benefits of a plant-based diet. The knowledge required to cover macro- and micro-nutrient dietary requirements is presented. Using the avoidance of cow's milk as an example, the challenges of adequately meeting nutritional needs are identified and (so called) milk alternatives are evaluated from an allergy and nutritional point of view. Finally, other plant-based (substitute) products are evaluated from the same perspective, as significant protein sources in vegan diets (e.g. legumes, nuts and oilseeds) are at the same time potential and potent triggers of allergic reactions. However, the allergic potential of many substitute products cannot be fully assessed at present due to gaps in research. Wheat as the most important anaphylaxis trigger in adults is also evaluated. Finally, the increase in ultra-processed products in the (vegan) food sector and their potential consequences for the immune system are discussed.

therapeutischen Beratung von Familien, deren Nachwuchs aufgrund einer Allergie gegenüber Milch und/oder Ei diese Lebensmittel meiden muss, ist bekannt, welche Herausforderung entsprechende therapeutische Diäten im frühen Lebensalter bedeuten. Werden von diesen jungen Allergikern Fleisch und Fisch geschmacklich abgelehnt oder nicht in ausreichendem Maße verzehrt und/oder fallen neben tierischen Lebensmitteln auch pflanzliche Eiweißträger aufgrund weiterer Nahrungsmittelallergien aus dem Speiseplan, ist eine nährstoffbedarfsdeckende Ernährung oftmals nur mit Hilfe von therapeutischen Spezialnahrungen zu realisieren. Eine vergleichbare Situation ergibt sich, wenn eine vegane Ernährung beabsichtigt wird, aber gleichzeitig Allergien gegenüber Schalen- und/oder Hülsenfrüchten bestehen oder gegen Birkenpollen, die mögliche Kreuzreaktionen auf pflanzliche Lebensmittel nach sich ziehen können. Die allergologische Perspektive und insbesondere die Expertise allergologischer Ernährungsfachkräfte hinsichtlich der Konsequenzen von Auslassdiäten wurde in dieser Arbeitsgruppe zusammengeführt, um sich dem Thema „Vegane Ernährung aus allergologischer Sicht“ zu nähern. Bei vielen Allergien gegenüber pflanzlichen Nahrungsmitteln ist zu bedenken, dass es sich bei den Auslösern in der Regel um persistierende Allergien handelt und damit entsprechende Lebensmittel über längere Zeit, ggf. langfristig nicht toleriert werden. In solchen Fällen ist eine vegane Ernährung kritisch zu bewerten.

Einleitung

Vegane Kostformen finden heutzutage stärkere Aufmerksamkeit denn je. Doch der Verzicht auf tierische Lebensmittel jeglicher Art kann Risiken mit sich bringen. Dies ist nicht nur für vulnerable Personengruppen wie Kleinkinder und Kinder relevant, die im Zweifelsfall nicht über ihre Ernährungsform mitentscheiden, sondern auch für Menschen, die auf eine vegane Ernährung umstellen, ohne sich der medizinischen Tragweite der Entscheidung bewusst zu sein. Aus der allergologischen bzw. ernährungs-

I Vorteile einer pflanzenbasierten Ernährung

Während gemäß der Nationalen Verzehrstudie II, die 2008 im Auftrag des damaligen Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vom Max-Rubner-Institut durchgeführt wurde, weniger als 80.000 Menschen in Deutschland (ca. 1%) komplett auf tierische Produkte verzichtet haben [1], ist die Zahl laut eines Marktforschungsinstituts 2022 auf 1,58 Mio. gestiegen [2].

Die Entscheidung, sich vegan zu ernähren, kann unterschiedliche Gründe haben: religiöse Vorgaben, gesundheitliche Aspek-

te, Bestrebungen nach Nachhaltigkeit, Tierwohl, Klimaschutz. In jüngster Zeit sind es vor allem Umwelt- und Tierwohlaspekte, die ausschlaggebend für eine Änderung der Ernährungsweise sind. Einer repräsentativen Umfrage eines Marktforschungsinstituts zufolge galt 2016 der Tierschutz mit 60% als Hauptgrund für eine vegane Ernährung. Mit 8% wurden gesundheitliche Aspekte als Beweggrund genannt [3]. Dennoch werden häufig gesundheitliche Vorteile einer vegetarischen oder gar veganen Ernährung hochgehalten und lassen Veganer sich in Sicherheit bzgl. ihrer Gesundheit wähnen.

Begründet werden diese durch die Datenlage hinsichtlich Zivilisationskrankheiten innerhalb der Gruppe der Vegetarier bzw. Veganer: Die Inzidenzen für kardiovaskuläre Erkrankungen einschließlich Bluthochdruck, für Diabetes mellitus Typ 2 und Krebserkrankungen sind niedriger als bei omnivorer Ernährung [4]. Jedoch werden diese Ergebnisse zumeist nicht der Beobachtung gegenübergestellt, dass auch die mediterrane Kost mit reichlichen Anteilen an Fisch, Geflügel, Eiern und Milchprodukten mit einer signifikanten Minderung der kardiometabolischen Risiken einhergeht [5]. Dabei sind modulierende Effekte einer Ernährung mit Nüssen, Gemüse und Obst auf den Fett- und Glukosestoffwechsel anzunehmen [4, 6].

Eine deutlich relevantere Rolle als der Verzicht auf tierische Produkte spielt offenbar die Tatsache, dass Menschen aus wohlhabenden Ländern, die sich freiwillig und längerfristig für eine vegane Lebensweise entscheiden, in der Regel gesundheitsbewusster sind – mit keinem bzw. einem geringeren Tabakkonsum, einem höheren Aktivitätsniveau und keinem bzw. moderatem Alkoholkonsum [7, 8]. Zudem weist diese Bevölkerungsgruppe ein höheres Bildungsniveau und ein höheres Einkommen auf. Das spricht für einen relevanten „healthy user bias“, der die Bewertung von Langzeitbeobachtungsstudien hinsichtlich der gesundheitlichen Bedeutung einer veganen Ernährung erschwert.

Somit führen zusammenfassend die gesundheitsbewussten Lebensstilfaktoren kombiniert mit einer gemüsebasierten Er-

BOX 1: Die Vorteile einer pflanzenbasierten Ernährung sind wahrscheinlich primär dem damit oft assoziierten „gesundheitsbewussten“ Lebensstil zuzuschreiben.

nährung aus wenig verarbeiteten Nahrungsmitteln – unabhängig von der Wahl des Ernährungsmusters (vegan vs. vegetarisch vs. omnivor) – zu einer gesundheitserhaltenden Ernährungsform [9].

II Vegane Lebensweise erfordert Wissen und aktives Handeln

1. Bei veganer Ernährung ist ein täglicher Verzehr von Hülsenfrüchten und Nüssen zur Deckung der gewünschten Nährstoffzufuhr erforderlich

Um den Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr zu entsprechen und einer Mangelernährung vorzubeugen, ist der tägliche Verzehr von Hülsenfrüchten, vor allem Soja, von Nüssen und Ölsamen, sowie Gemüse, Kartoffeln und Vollkornprodukten in der veganen Ernährung obligatorisch [10]. In Tabelle 1 ist ein beispielhafter Tagesplan für einen Erwachsenen dargestellt. Allerdings lässt sich dieser in Anbetracht der zu verzehrenden Mengen nicht ohne weiteres ins Kindesalter übertragen. Insofern mahnen sowohl die Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ) in ihrem Konsensuspapier von 2019 als auch die Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) in ihrer Position von 2016 an, dass neben der Substitution kritischer Mikronährstoffe und der langketigen Omega-3-Fettsäuren EPA (Eicosapentaensäure) und DHA (Docosahexaensäure) auch die Aufnahme von ausreichend (hochwertigem) Eiweiß und Energie sichergestellt sein muss [10, 11].

2. Kritische Mikronährstoffe bedarfsdeckend zuführen

Auch eine omnivore Kostform (d. h. mit tierischen Lebensmitteln) kann – je nach Umsetzung – Mikronährstoff-Defizite aufweisen. Bei einer veganen Ernährung sind Supplemente unverzichtbar, selbst wenn die Kostform qualitativ hochwertig umgesetzt wird.

Neben Vitamin B12, das täglich substituiert werden muss, ist die Aufnahme weiterer

Tab. 1. Bedarfsdeckender, veganer Tagesplan für einen Erwachsenen mit 60 kg Körpergewicht (Bundeslebensmittelschlüssel (BLS)) [12].

Mahlzeit	Zutaten	Menge (g)	Energie (kcal)	Protein (g)	Lysin (mg)	Cystein/Methionin (mg)
1. Frühstück	Bananen-Porridge					
	Hafer Vollkornflocken	70	248	9,3	320	402
	Soja-Drink + Calcium	200	54	6,9	440	100
	Banane	125	113	1,4	71	14
2. Frühstück	Vollkornbrot mit Erdnuss/Schokoaustrich & Rohkost					
	Roggenvollkornbrot	70	139	5,1	224	168
	Erdnussmus	25	145	6,6	258	165
	Kakao schwach entölt („Back-Kakao“)	4	14	0,9	29	22
	Karotten roh	150	50	1,3	71	32
Mittagessen	Indischer Kartoffel-Linsen-Eintopf					
	Kartoffeln geschält gegart	200	140	3,8	248	106
	Linsen reif getrocknet gegart	150	183	15,8	1127	281
	Tomaten	150	26	1,4	54	16
	Zwiebel gegart	30	9	0,4	21	16
	Rapsöl	10	106			
	Jodiertes fluoridiertes Speisesalz	2				
Zwischenmahlzeit	Erdbeer-Sojajoghurt mit Walnüssen					
	Soja-Joghurt mit Calcium	200	54	6,9	442	100
	Erdbeere(roh)	125	40	1,0	43	10
	Walnüsse	30	214	4,8	133	155
Abendessen	Gemüsepflanne mit Tofu					
	Tofu fest	80	106	13,1	817	343
	Kichererbsen	120	169	9,0	637	216
	Gemüsemischung gegart	250	98	6,8	505	218
	Rapsöl	12	106			
	Sesam geröstet	10	60	1,9	59	83
	Jodiertes fluoridiertes Speisesalz	2				
Gesamtsumme				2.074	96,4	5.499
						2.447

Anmerkung: Eine Bedarfsdeckung von Lysin liegt bei 4,61 g, von Cystein und Methionin bei 2,21 g pro Tag vor. Makronährstoffprofil: 18,1 Energie(E)% Protein, 32,48 E% Fett, 42,98 E% Kohlenhydrate [13].

Eine regelmäßige Supplementierung diverser Mikronährstoffe ist bei veganer Kost unverzichtbar

Mikronährstoffe bei einer rein pflanzlichen Kost kritisch. Deshalb muss eine ausreichende Aufnahme von Eisen, Zink, Jod, Calcium, Selen, Riboflavin und Vitamin D sowie den langkettigen Omega-3-Fettsäuren EPA und DHA aus Mikromeesalgen gesichert sein [10, 11]. Dabei gilt zu beachten, dass aufgrund der schlechteren Verfügbarkeit von Eisen, Calcium und Zink bei einer rein pflanzlichen Kost ein erhöhter Bedarf besteht [10, 11, 14, 15].

Anhand der Daten aus dem NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) 2017 – 2018 konnte gezeigt werden, dass es mit einer gut geplanten, traditionell ausgerichteten, veganen Ernährung möglich ist, einen Großteil der Nährstoffversorgung zu gewährleisten – mit Ausnahme von Calci-

um und Vitamin B12 [16]. Allerdings wurden nicht alle kritischen Nährstoffe in dieser Arbeit berücksichtigt: So lagen für die Aufnahme Jod und langkettigen Omega-3-Fettsäuren keine Daten vor.

Die Ergebnisse der VeChi Diet Study (Vegetarian and Vegan Children Study), einer deutschen Querschnittsstudie an Kleinkindern im Alter zwischen ein und 3 Jahren mit verschiedenen Ernährungsformen (vegan, vegetarisch, omnivor) zeigen, dass der Bedarf kritischer Mikronährstoffe wie Calcium und Jod sowie der langkettigen Omega-3-Fettsäuren bei Veganern nicht und der von Vitamin B2 und Eisen (aufgrund der schlechteren Verfügbarkeit aus pflanzlichen Quellen) nur bedingt gedeckt ist [17]. Dass die Versorgungssituation auch bei omnivor

und vegetarisch ernährten Kleinkindern bei diversen Mikronährstoffen unzureichend war, zeigt, dass bei allen Kindern Handlungsbedarf besteht, insbesondere bei den vegan ernährten.

Eine aktuelle systematische Übersichtsarbeit, die eine adäquate Nährstoffversorgung von vegetarischen und veganen Kostformen im Beikostalter untersucht hat, kommt zu dem Schluss, dass Kostformen, die tierische Lebensmittel vermeiden oder stark begrenzen, nicht sicher sind [18]. Die vorliegende Evidenz lege nahe, dass die Risiken einer Unterversorgung mit kritischen Nährstoffen und Wachstumsverzögerungen hoch seien. Auch ein vermeintlicher Schutz hinsichtlich der Entwicklung von Zivilisationskrankheiten bei Kleinkindern sei nicht belegt.

BOX 2. Voraussetzungen für eine nährstoffbedarfsdeckende vegane Ernährung. In jedem Lebensalter, vor allem aber im (Klein-)Kindesalter sind die Voraussetzungen für eine nährstoffbedarfsdeckende vegane Ernährung folgende:

- Bereitschaft zur dauerhaften Supplementation kritischer Nährstoffe, wie Vitamin B12, Jod, den langkettigen Omega-3-Fettsäuren EPA und DHA sowie ggf. Calcium, Eisen, Zink und Selen (nach vorheriger Kontrolle durch eine Nährwertanalyse und aussagekräftige Laborwerte*)
- Unkompliziertes Essverhalten, keine ausgeprägten Vorlieben und Abneigungen, guter Appetit
- Bevorzugte Verwendung von hochwertigen, wenig verarbeiteten bzw. naturbelassenen Lebensmitteln
- Regelmäßige Überprüfung der Versorgungslage über eine Nährwertanalyse

*Calcium-Laborparameter sind nicht aussagekräftig hinsichtlich der Calciumdeckung.

3. Adäquate Eiweiß-Versorgung gewährleisten

Neben der ausreichenden Versorgung mit allen kritischen Mikronährstoffen und den langkettigen Omega-3-Fettsäuren EPA und DHA spielt die bedarfsdeckende Auf-

nahme von Eiweiß und damit allen essentiellen Aminosäuren eine wesentliche Rolle, wenn auf tierische Produkte verzichtet wird. Insofern ist die Erfahrung allergologisch versierter Ernährungsfachkräfte bzgl. der Karenzfolgen bei milch- und/oder eiallergischen Kindern gewinnbringend. Kritische Versorgungssituationen ergeben sich bei Allergikern dort – genau wie bei der veganen Ernährung – insbesondere dann, wenn zusätzlich Aversionen und Allergien auf bestimmte Nahrungsmittel, wie auf Hülsen- oder Schalenfrüchte, bzw. eine Bet v 1-assoziierte Kreuzallergie bspw. auf Soja bestehen, und somit wichtige Eiweißquellen nicht in den Speiseplan integriert werden können. Dies macht deutlich, dass jede Ernährungs-umstellung mit umfangreicher Karenz – egal aus welchen Beweggründen – ernährungstherapeutisch begleitet werden sollte, um Versorgungslücken frühzeitig aufzudecken, langfristigen Schäden vorzubeugen und eine verantwortungsvolle und individuell alltags-taugliche Umsetzung zu erarbeiten.

3.1. Bewertung der Eiweißqualität

Einer der kritischen Nährstoffe in der veganen Ernährung ist Eiweiß (Protein) bzw. die Zufuhr an essentiellen Aminosäuren (eAA). Eine ausreichende Versorgung ergibt sich zum einen aus dem Anteil an eAA in pflanzlichen Proteinquellen, der – verglichen mit tierischen Proteinquellen – deutlich geringer ausfällt. Zum anderen setzen antinutritive Substanzen wie Protease-Inhibitoren, Phytinsäure und Tannine aus Getreide, Nüssen und Hülsenfrüchten die Verdaulichkeit herab.

Als Bewertungsmaßstab für die Proteinverdaulichkeit empfehlen die FAO und WHO seit 2013 die Verwendung des DIAAS (digestible indispensable amino acid score), womit der bis dahin verwendete PDCAAS (protein digestibility corrected amino acid score) abgelöst wurde [19]. Im Laufe der ersten Lebensjahre verändert sich der Bedarf an eAA, was die unterschiedliche Proteinverdaulichkeit abhängig vom Lebensalter erklärt und die schwierige Bedarfsdeckung eAA insbesondere im Säuglings- und Kleinkindalter veranschaulicht (Tab. 2) [20]. Der potentielle negative Einfluss durch thermische Einwirkung auf Proteine, der hinsichtlich der Inak-

tivierung antinutritiver Substanzen günstig einzuordnen ist, wird auf die Proteinqualität aber weiterhin nicht ausreichend mitbewertet [20].

Die Bewertung der Proteinqualität wird inzwischen – unabhängig von der Kostform – als wichtiger angesehen als die alleinige Betrachtung der Quantität. Denn allein die Steigerung der Menge wird bei mangelnder Qualität nicht ausreichen, um den Bedarf – insbesondere im Wachstum – adäquat zu decken.

BOX 3: Die Bewertung der Proteinqualität ist – unabhängig von der Kostform – wichtiger als die alleinige Betrachtung der Quantität.

Aus Tabelle 2 wird ersichtlich, dass Hülsenfrüchte im Vergleich zu Getreiden auch aufgrund ihres höheren Proteingehalts bessere Eiweißlieferanten darstellen. Kartoffel- und Sojaprotein zwar zeigen die besten DIAAS Werte. Allerdings darf der hohe DIAAS von Kartoffelprotein nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich hierbei um isoliertes Kartoffelprotein handelt, während Kartoffeln lediglich einen Eiweißanteil von 2% aufweisen.

3.2. Praktische Konsequenzen für eine adäquate Eiweiß-Bedarfsdeckung

Wenn auf hochwertiges tierisches Eiweiß verzichtet wird – sei es aus allergologischen, ethischen und/oder geschmacklichen Gründen

– ist die quantitative und qualitative Deckung des Eiweißbedarfs eine Herausforderung, der im Wesentlichen durch vier Strategien begegnet werden kann [21].

BOX 4: Möglichkeiten der Eiweiß-Bedarfsdeckung bei rein pflanzlicher Ernährung

Um dem Bedarf an eAA bei veganer Ernährung gerecht zu werden, sind mehrere Strategien möglich [21]:

1. Festlegung erhöhter Verzehrmengen des entsprechenden Nahrungsmittels unter Berücksichtigung der limitierenden Aminosäuren
2. Kombination von pflanzlichen Proteinquellen mit unterschiedlichem Aminosäureprofil, um das Aminosäureprofil zu optimieren
3. Ergänzung der fehlenden Aminosäuren, um das Aminosäureprofil zu optimieren („Fortification“)
4. Verwendung von Proteinkonzentraten oder -isolaten, um die notwendige Verzehrmenge zu senken

Gemäß **Strategie 1** können die Verzehrmengen pflanzlicher Eiweißquellen **heraufgesetzt** werden. Allerdings entstehen daraus häufig sehr große Verzehrmengen (Tab. 2), was gerade im Kleinkindalter meist die mögliche Aufnahmemenge überschreitet. So ist das Kartoffelprotein mit einem DIAAS von 100 zwar sehr hochwertig, macht aber nur einen Anteil von 2% der Kartoffel aus. Damit müssten über ein Kilogramm Kartoffeln verzehrt werden, um eine Eiweißportion von 20 g zu erreichen.

Tab. 2. DIAAS ausgewählter Nahrungsmittelproteine (z. T. isoliert) nach [20].

Nahrungsmittel	DIAAS 0,5 – 3 Jahre	DIAAS > 3 Jahre	Proteingehalt in %
Kartoffelprotein	96 – 113	120 – 134	78 – 81% (Eiweißanteil Kartoffel: 2%)
Weizen	34 – 64	43 – 76	11 – 16
Haferflocken	48 – 62	57 – 73	10 – 15
Faba Bohnen	49 – 59	57 – 69	25 – 27
Erbse	54 – 77	69 – 91	18 – 28
Lupine	63 – 69	74 – 81	31 – 36
Sojabohne, getrocknet	82 – 97	8 – 125	35 – 37
Sojaproteinisolat	75 – 84	88 – 98	85 – 93
Sojaproteinkonzentrat	86 – 97	101 – 112	64 – 65
Schinken, geräuchert	115 – 125	123 – 142	24 – 34
Molkenpulver	81 – 87	101 – 109	12 – 13 (Molkenanteil in Milch: 0,6 – 1%)
Casein	113 – 120	132 – 141	87 – 89 (Caseinanteil in Milch: 2,6%)

Geringfügig alltagstauglicher, aber immer noch mengenmäßig eine Herausforderung, ist **Strategie 2, die eine Kombination aus unterschiedlichen pflanzlichen Proteinquellen** vorsieht. Da sich die Mischungsverhältnisse allerdings auf den Proteinanteil des Nahrungsmittels beziehen (Tab. 2), ergeben sich immer noch sehr große Verzehrmengen. In Tabelle 3 sind wertvolle Proteinkombinationen mit den notwendigen Verzehrmengen dargestellt, wobei zu beachten ist, dass sich die Angaben zum Mischungsverhältnis auf Gramm Protein und nicht Gramm Lebensmittel beziehen. Durch Strategie 2 lassen sich die Verzehrmengen der einzelnen Proteinlieferanten zwar verringern, sie setzen aber profundes Ernährungswissen voraus.

Strategie 3, fehlende Aminosäuren gezielt zu ergänzen, wird bisher vor allem im Bereich Spezial- und Säuglingsnahrungen eingesetzt. Bei dieser technologischen Möglichkeit können sich Akzeptanzprobleme aufgrund des Geschmacks ergeben.

Aktuell wird in der **Lebensmittelindustrie vermehrt mit Proteinisolaten und -konzentraten (Strategie 4)** gearbeitet, um die notwendigen Verzehrmengen zu senken bzw. Produkte gezielt mit Protein anzureichern. Dieser Trend führt dazu, dass immer mehr stark verarbeitete Nahrungsmittel Einzug in die vegetarische und vegane Ernährung halten und damit die ursprünglichen Vorteile einer Ernährung auf Basis von Gemüse, Obst, Nüssen und Hülsenfrüchten in traditionellen Verarbeitungsformen verlo-

rengehen. Auf dieses Problem wird im Abschnitt III.5. „Zunahme ultraprozessierter Nahrungsmittel kritisch betrachtet“ näher eingegangen.

4. Risiko einer unzureichenden Bedarfsdeckung bei Meidung von Kuhmilch

Die ernährungstherapeutische Beratung von kuhmilchallergischen Säuglingen und Kleinkindern sowie deren Familien ist notwendig, um eine adäquate Versorgung sicherzustellen, und wird in nationalen und internationalen Leitlinien empfohlen [22, 23]. Für das Säuglingsalter steht eine breite Palette an Spezialnahrungen bereit, die allerdings nur dann den Bedarf decken können, wenn sie in entsprechender Menge eingesetzt werden [24]. Dies ist mit Einführung der Beikost nicht immer gewährleistet, wird aber viel zu selten als Problem erkannt. Bei später Einführung (gegen Ende des ersten Lebensjahres) werden Spezialnahrungen allerdings häufig geschmacklich nicht mehr akzeptiert oder von den Familien aus anderen Gründen abgelehnt. Spätestens dann wird die adäquate Bedarfsdeckung insbesondere von Calcium und hochwertigem Eiweiß zur Herausforderung. Dieses Problem hat sich insofern noch verschärft, als häufig zu Getreide- und anderen pflanzenbasierten Drinks gegriffen wird. Damit ste-

Tab. 3. Mischungsverhältnisse einer Mahlzeit mit 20 g Protein, die ein vollständiges Protein im Sinne des DIAAS liefern; nach [12, 21].

	Proteinquellen in g Lebensmittel	Anteil der Proteine	Gesamt-Proteingehalt (g)
Protein 1	73 g Erbse (gegart)	25	20,0
Protein 2	44 g Weizen (Vollkorn/gegart)	25	
Protein 3	530 g Kartoffel	50	
Protein 1	15 g Hafer (Vollkorn)	10	20,0
Protein 2	43 g Linsen (gegart)	20	
Protein 3	740 g Kartoffel	70	
Protein 1	33 g Sojabohnen (gegart)	25	20,0
Protein 2	97 g Weizen (Vollkorn/gegart)	20	
Protein 3	580 g Kartoffel	55	
Protein 1	160 g Mais (Vollkorn/gegart)	25	20,0
Protein 2	790 g Kartoffel	75	
Protein 1	146 g Weizen (Vollkorn/gegart)	30	20,0
Protein 2	740 g Kartoffel	70	
Protein 1	64 g Linse (gegart)	30	20,0
Protein 2	740 g Kartoffel	70	

hen sinnvolle Spezialprodukte, die bilanziert und nährstoffoptimiert sind, zunehmend in Konkurrenz zu ernährungsphysiologisch nur sehr bedingt gleichwertigen Pflanzendrinks, die mit z. T. kontrovers diskutierten Klimaschutzargumenten beworben werden. Der Import dieser vermeintlichen Milchalternativen stieg zwischen 2017 und 2020 von 89,5 Mio. Liter auf 206 Mio. Liter [25].

Mit Hilfe einer Ernährungstherapie kann bei einer Kuhmilchallergie ein adäquater Milchersatz sichergestellt werden. Allergologische Fachgesellschaften raten zu einer ernährungstherapeutischen Betreuung betroffener Kinder – auch über das Säuglingsalter hinaus [22]. Erfolgt die Umstellung von Kuhmilch auf Pflanzendrinks aus anderen Beweggründen, zum Beispiel aufgrund einer veganen Ernährung, entstehen vergleichbare Versorgungslücken. Allerdings ist das Bewusstsein diesbezüglich nicht immer vorhanden.

4.1. Pflanzenbasierte Drinks & Co – meist nur vermeintliche Milchalternativen

Pflanzendrinks unterscheiden sich unter anderem durch die Rohstoffe, aus denen diese hergestellt werden. Aktuell bietet der Handel Getreide- und Nussdrinks (zum Beispiel aus Mandel, Cashew, Haselnuss oder Kokos) sowie Drinks aus Hülsenfrüchten (Soja, Lupine, Erbse) an. Auch Hanf wird als Rohstoff für Drinks verwendet – oder Kombinationen aus o. g. Rohstoffen. Für ihre Herstellung werden überwiegend stärkereiche Bestandteile oben genannter Rohstoffe verwendet. Für die Produktion von Pflanzendrinks sind verschiedene Verfahren möglich, wobei zu Beginn alle Rohstoffe physikalisch behandelt werden. Durch die nachfolgenden, sehr unterschiedlichen biochemischen Verarbeitungsprozesse werden u. a. lösliche Inhaltsstoffe extrahiert und die Makronährstoffstrukturen verändert. Zum Beispiel wird die Stärke im Getreidekorn durch Säureprozesse und enzymatische Behandlung zu Mono- und Disacchariden hydrolysiert, wodurch – je nach abschließendem Kohlenhydratgehalt – ein süßlicher Geschmack entstehen kann. Zur Optimierung des Nähr-

stoffprofils werden z. T. Speiseöle, ggf. auch Calcium und weitere Mikronährstoffe hinzugefügt.

Das Angebot an Pflanzendrinks ist vielfältig und verschiedene Zusätze von Aromen, Pflanzenölen, Salz, Zucker, Säureregulatoren und Emulgatoren werden eingesetzt. Je nach sensorischen Bedürfnissen des Verbrauchers oder den technologischen Anforderungen des Endproduktes werden entsprechende Zusätze hinzugefügt, um beispielsweise eine bessere Viskosität oder ein schäumendes Ergebnis zu erzielen.

Bei den neuen Kostformen werden oftmals Pflanzendrinks aus Getreide und Nüssen ohne Zuckerzusatz präferiert. Dabei bleibt unbeachtet, dass ernährungsphysiologisch kein Unterschied zwischen Zucker aus hydrolysiertem Stärke und zugesetztem Zucker besteht. Ebenfalls unbeachtet bleibt, dass die meisten Getreide- und Nussdrinks einen unerwartet hohen Kohlenhydratanteil aufweisen, der sich ungünstig auf Magenverweildauer und Transitzeiten und damit auch auf eine schlechtere Nährstoffverfügbarkeit auswirkt [26, 27]. Insofern ist eine ausschließliche Be- trachtung der kalorischen Zufuhr nicht ausreichend, sondern auch die Kalorienqualität und die Lebensmittelmatrix müssen berücksichtigt werden [28].

BOX 5: Lebensmittelmatrix sowie Energiequelle und -dichte beeinflussen die Qualität eines Lebensmittels.

Das Nährstoffprofil von Pflanzendrinks, unterscheidet sich hinsichtlich des Protein-, Calcium – und Vitamingehalts von dem der Kuhmilch, sodass Pflanzendrinks ernährungsphysiologisch keine sinnvolle Alternative für Kuhmilch darstellen (Tab. 4) [29]. Deren Einsatz in den ersten Lebensjahren birgt hohe Risiken für Nährstoffdefizite [29, 30], was bei dem Wechsel von Kuhmilch zu pflanzenbasierten Drinks aus Nachhaltigkeitsgründen oft nicht mitberücksichtigt wird [31]. Beim Verzicht auf Kuhmilch wird deshalb von den allergologischen Fachgesellschaften empfohlen, vorzugsweise calciumangereicherte Sojaprodukte als Milchersatz zu verwenden, um den Protein- und Calciumbedarf adäquat zu decken [22]. Allerdings ist eine Calciumzugabe in pflanzlichen Drinks inzwischen eher die Ausnahme als die Regel. Bei Joghurtalternativen auf So-

Tab. 4. Vergleich der Nährstoffe von Kuhmilch mit ausgewählten Pflanzendrinks (BLS 3.01; Alnatura 2022; Alpro 2022; Bedda 2022; Harvest Moon 2022; Luve 2022; Oatly 2022; Provamel 2022; Rewe 2022).

Produkte	Energie (kcal/100 ml)	Fett (%)	Kohlenhydrate (%)	Protein (%)	Calcium (mg)
Kuhmilch/Pflanzendrinks					
Kuhmilch (Vollmilch)	65	3,5	4,7	3,4	120
Sojadrink (Bsp. Alpro® Sojadrink Bio)	38	1,8	2,3	3,0	12,31
Sojadrink (Bsp. Alpro® Sojadrink Original mit Calcium)	39	1,8	2,5	3,0	120
Lupinendrink (Bsp. Luve® aus Lupinen Natur)	50	1,5	7,2	1,0	120
Mandeldrink (Bsp. Provamel® organic-bio Mandel)	38	2,5	2,4	1,0	–
Cashewdrink (Bsp. Provamel® bio-organic Cashew No sugars)	38	2,8	1,3	1,2	–
Kokosdrink (Bsp. Provamel® organic-bio Barista Kokos)	36	1,5	4,7	0,4	–
Kokosdrink (Bsp. Alnatura® Kokosdrink ungesüßt)	12	0,5	1,3	1,7	–
Haferdrink (Bsp. Oatly® Haferdrink Calcium)	46	1,5	6,7	1,0	120
Haferdrink (Bsp. Oatly® Haferdrink Barista Edition)	59	3,0	6,6	1,0	120
Dinkeldrink (Bsp. Alnatura® Dinkeldrink ungesüßt)	42	1,5	6,2	0,8	–
Reisdrink (Bsp. Provamel® organic-bio Rice)	54	1,1	11,0	0,1	–
Joghurt/Joghurtalternativen diverser Hersteller					
Kuhmilch-Joghurt 3,5% Fett	69	3,8	4,4	3,9	120
Alpro® Natur Ohne Zucker	42	2,3	–	4,0	120
Alpro® Heidelbeere	70	0,4	8,2	3,7	120
Alpro® Natur Mit Mandeln	54	2,8	2,3	3,9	120
Harvest Moon® Coconut Natur – Bio	128	11,9	4,5	0,8	–
Luve® Lughurt Natur (Lupinenjoghurt)	101	5,5	10,0	1,7	–
Luve® Lughurt Mango	106	5,0	14,0	1,5	–
Luve® Lughurt Natur zuckerfrei	96	6,0	8,5	1,8	–
Rewe Bio & vegan Kokos Natur	97	7,7	5,1	1,4	–
Vegane Streichcrème (Bsp. Bedda® Frischcreme natur)	300	30,5	1,0	4,0	–

Alnatura® (Website von Alnatura Produktions- und Handels GmbH): <https://www.alnatura.de/de-de/produkte/suche/> (05.08.2022); Alpro® (Website von Alpro GmbH): <https://www.alpro.com/de/produkte/drinks/sojadrinks-natur/sojadrink-original-mit-calcium/> (05.08.2022); Bedda® (Website von Ethicomy Services GmbH): <https://bedda-world.com/produkte/> (05.08.2022); Harvest Moon® (Website von Whollees GmbH): https://harvestmoon.de/products#milk_alternatives (05.08.2022); Luve® (Website von Prolupin GmbH): <https://madewithluve.de/produkte/> (05.08.2022); Oatly® (Website von Oatly AB, Malmö, Schweden): <https://www.oatly.com/de-de/stuff-we-make> (05.08.2022); Provamel® (Website von Alpro GmbH): <https://www.provamel.com/de/produkte> (05.08.2022); Rewe® (Website von Rewe Markt GmbH): <https://www.rewe.de/marken/eigenmarken/bio/rewe-bio-produkte/> (05.08.2022).

jabasis oder anderen pflanzlichen Rohstoffen ist die Praxis der Calciumreicherung noch selten(er) (Tab. 4), sodass unbedingt eine Überprüfung einer adäquaten Versorgung mit Calcium und anderen wertgebenden Inhaltsstoffen erfolgen muss.

Wird bei der Wahl des Pflanzendrinks auf „Bio-Qualität“ Wert gelegt, ist das Risiko einer Unterversorgung mit Calcium noch höher. Denn jegliche Zusätze in Pulverform, auch Mineralstoffe, die ernährungsphysiologisch sinnvoll wären, müssen nach einem Urteil des Europäischen Gerichtshofs in Bio-produkten unterbleiben [32].

Für den sich entwickelnden Markt der milchfreien und veganen Käsealternativen werden auch Schalenfrüchte, oftmals blan-

chierte Mandeln oder Cashewkerne verwendet. Mit geringerem Gehalt an Protein sowie an Mikronährstoffen stellen diese Produkte ernährungsphysiologisch keine Alternative zu Käse, Joghurt und Sahne aus Kuhmilch dar. Gleichwohl bieten sie eine Möglichkeit, die Energiezufuhr bedarfsdeckend zu gestalten. Die Unterschiede hinsichtlich Zutaten, Prozessierung und Nährwertgehalt sind sehr vielseitig, sodass im Rahmen dieser Arbeit keine Bewertung möglich ist. Beispielhaft werden Unterschiede – mit dem Schwerpunkt Proteingehalt – in Tabelle 5 dargestellt.

Tab. 5. Vergleich von Käse-, Frischkäse sowie Joghurt mit Alternativen (Fokus Protein) (Alpro 2022; Bedda 2022; Simply V 2022) [12].

Produkt	Käse aus Kuhmilch (Referenz) versus Vegane Alternative	Proteingehalt	Calcium	Allergene	Spurenkennzeichnung
Schnittkäse	Schnittkäse 45% F. i. Tr.	25,3%	690 mg	Kuhmilch	
	Simply V® Vegane Genießerscheiben Fein Cremig	0,5%	–	Mandeln	✓
	Bedda® Scheiben Classic	0,0%	✓	–	–
Frischkäse	Frischkäse Doppelrahmstufe (60% F. i. Tr.)	11,3%	79 mg	Kuhmilch	
	Simply V® Streichgenuss Cremig-Mild	4,5%	–	Mandeln	✓
	Bedda® Frischcreme Kräuter	4,0%	–	Mandeln	–

F. i. Tr. = Fett in Trockenmasse.

Bedda® (Website von Ethiconomy Services GmbH): <https://bedda-world.com/produkte/> (05.08.2022); Simply V® (Website von E.V.A. GmbH): <https://www.simply-v.de/de/produkte/> (05.08.2022).

4.2. Milchersatzprodukte auf Sojabasis zu Unrecht in der Kritik

Sojadrinks werden nicht selten von Eltern auch aus Gründen der vermeintlichen Auswirkungen von enthaltenen Phytoöstrogenen auf die Geschlechtsentwicklung abgelehnt [33]. Dabei bleibt unbeachtet, dass die befürchteten Auswirkungen bisher nicht durch die Datenlage untermauert werden konnten [33, 34] und – wenn überhaupt – nur dann relevant sind, solange Soja(-formula) die ausschließliche oder überwiegende Nahrungsquelle ausmacht. Insofern beschränken sich die von der DGKJ geäußerten Bedenken vor allem auf das erste Lebenshalbjahr [35]. Sojaproducte wie Drinks, Joghurt etc. werden sowohl in der S3-Leitlinie zur Allergieprävention als auch in der S2k Leitlinie zum Management IgE-vermittelter Reaktionen sogar ausdrücklich als Milchalternativen empfohlen [22, 36].

BOX 6. Milchersatz.

Ist eine Kuhmilchkarenz notwendig oder wird ein Verzicht auf Milch und Milchprodukte angestrebt, wird der Verzehr von calciumangereicherten Sojadrinks und calciumangereicherten Sojaproducten als Kuhmilchersatz empfohlen.

4.3. Allergologische Bewertung von Pflanzendrinks

Das allergologische Potenzial pflanzenbasierter „Milchalternativen“ ergibt sich durch die eingesetzten pflanzlichen Zutaten (s. u.). Dabei ist allergologisch nicht immer die namensgebende Grundzutat bedenklich.

Als allergologisch problematisch ist die gängige Praxis anzusehen, Pflanzendrinks aufgrund ihres geringen Proteinanteils oder zur Optimierung ihrer Anwendung mit isolierten Pflanzenproteinen anzureichern. Häufig wird Erbsenprotein eingesetzt, welches sich hinsichtlich der Allergenkennzeichnung für Erbsenallergiker als besondere Herausforderung darstellt. Denn aktuell sind Erbsen und daraus hergestellte Erzeugnisse nach der Lebensmittelinformations-Verordnung (LMIV) nicht kennzeichnungspflichtig [37].

Aufgrund des teilweise sehr hohen Verarbeitungsgrads ist bei der Verwendung von Proteinisolaten und -konzentraten die allergologische Relevanz nicht vollständig abschätzbar. Hier besteht ein deutlicher Forschungsbedarf (s. u.). Tabellen 6 – 8 geben einen Überblick über ausgewählte Allergenstrukturen in Hinblick auf ihre potentielle allergologische Relevanz.

III. Allergologische Bewertung von pflanzenbasierten (Ersatz-)Produkten

Mit der Abkehr von traditionellen Produkten hin zu Fleisch-, Milch- und Ei-„Ersatzprodukten“ wächst auch das Risiko für allergische und gastroenterologische Reaktionen. Während traditionelle vegane Produkte von ihrer Zusammensetzung und ihrem allergologischen Potenzial her von allergischen Verbrauchern meist gut eingeordnet und hinsichtlich des individuellen Auslösers adäquat gemieden werden können, ist der schnell wachsende vegane Markt

für Allergiker aus diversen Gründen eine Herausforderung. Das Lesen von Zutatenlisten ist unumgänglicher denn je, auch wenn viele Fleisch-, Milch- und Ei-„Ersatzprodukte“ Zutaten enthalten, die bisher nicht als allergologisch relevant eingestuft wurden.

Lediglich ein Teil der Hülsenfrüchte und Samen ist bisher als Allergieauslöser explizit kennzeichnungspflichtig. Eine weitere Falle für allergische Verbraucher ergibt sich aus der freiwilligen Kennzeichnung unbeabsichtigter Allergen-Einträge. Dies ist insbesondere für Familien relevant, die aufgrund einer Allergie gegen ein tierisches Lebensmittel gezielt vegane Produkte auswählen, um das relevante Allergen zu vermeiden (s. u.).

Auch hier sei angemerkt, dass die allergologische Relevanz vieler veganer „Ersatzprodukte“ aufgrund des teilweise sehr hohen Verarbeitungsgrads nicht immer vollständig abschätzbar ist. Diesbezüglich besteht ein deutlicher Forschungsbedarf (s. u.). Die im Folgenden vorgenommene allergologische Bewertung verschiedener pflanzlicher Lebensmittel und daraus hergestellter Produkte ist entsprechend als Versuch zu sehen, deren allergologisches Potenzial abzuschätzen.

1. Das Label „vegan“ bedeutet nicht „frei von . . .“

Ein Lebensmittel als „vegan“ auszuzeichnen, ist ein freiwilliger Kennzeichnungshinweis. Hierfür sieht die aktuelle gesetzliche Grundlage, die Lebensmittelinformations-Verordnung (LMIV) 1169/2011 in Artikel 36 vor, dass Kriterien festgelegt werden sollen, um dies zu definieren [37]. Bis zur Festlegung dieser Definition gelten als allgemeine Rahmenbedingungen, dass die Verwendung des freiwilligen Hinweises nicht missverständlich oder irreführend sein darf und auf wissenschaftlichen Daten beruhen soll. Vegane Lebensmittel zeichnen sich durch die Abwesenheit tierischer Bestandteile aus. Daher gehen Patienten mit einer Allergie gegen tierische Allergieauslöser wie Milch oder Ei davon aus, dass als „vegan“ ausgezeichnete Lebensmittel für sie sicher sind. Die Bezeichnung „vegan“ bezieht sich allerdings lediglich auf den Verzicht von Lebensmitteln tierischen Ursprungs als Zutaten, d. h. auf die bewusste Verwendung von tierischen Produkten. Unbeabsichtigte, prozessbedingte

Einträge werden nach Absprache der deutschen Länderministerien, der Überwachung, der Hersteller und Proveg/European Vegetarian Union im Rahmen des in Deutschland verbreitetsten Vegan-Siegels, des V-Labels, nicht berücksichtigt.

„Das Anführen von Allergen Hinweisen auf der Verpackung widerspricht nicht grundsätzlich der Nutzung des V-Labels. Allerdings wird empfohlen, stattdessen die Produktion so zu gestalten, dass solch eine Deklaration nicht nötig ist.“ (Zitat aus dem Infoblatt zu den Inspektionen zur Kontrolle der Einhaltung der V-Label Richtlinien <https://www.v-label.eu/de/unternehmen/v-label-inspektion>).

Der DAAB hat in einer Untersuchung von 30 als vegan ausgezeichneten Lebensmitteln festgestellt, dass insbesondere Produkte aus dem Bereich Süßwaren/Schokolade/Riegel unbeabsichtigte Milcheinträge enthalten, die bei Milchallergikern zu allergischen Reaktionen führen können [38].

Deshalb kann Patienten, die auf tierische Allergieauslöser reagieren, keine Empfehlung für vegan ausgezeichnete Lebensmittel gegeben werden. Da viele (allergische) Verbraucher annehmen, dass vegane Lebensmittel frei von tierischen Produkten sind, ist eine entsprechende Aufklärung notwendig. Insbesondere Milchallergiker sollten auf das hohe Risiko, beim Verzehr dunkler Schokolade und veganer Lebensmittel, die diese enthalten, hingewiesen werden.

2. Anaphylaxien auf pflanzliche Nahrungsmittel

Während im Kindesalter mit Erdnuss, Kuhmilch, Hühnerei, Haselnuss und Cashew tierische und pflanzliche Lebensmittel häufige Anaphylaxie-Auslöser darstellen, stehen bei Erwachsenen pflanzliche Nahrungsmittel wie Weizen, Haselnuss, Soja und Sellerie als Auslöser von anaphylaktischen Reaktionen im Vordergrund (Abb. 1) [39].

Damit sind pflanzliche Lebensmittel mit zunehmendem Alter als Auslöser von Anaphylaxien bedeutsam. Die häufigsten Auslöser finden sich genau in den beiden Lebensmittelgruppen, die bei veganer Ernährung die Eiweißversorgung maßgeblich ausmachen: Hülsen- und Schalenfrüchte (Abb. 2). Während in den Lebensmittelgruppen Gemüse und Obst eine breite Vielfalt besteht

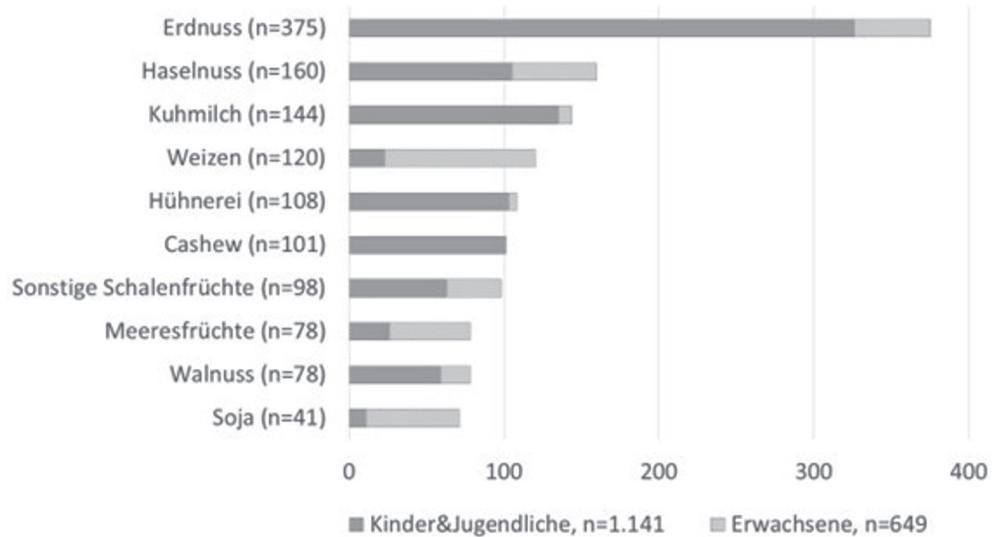


Abb. 1. Die 10 häufigsten Auslöser nahrungsmittelinduzierter Anaphylaxien. Anaphylaxie-Register, deutschsprachiger Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz), Stand 29.10.2020. Gesamt n = 1.790 bestätigte nahrungsmittelinduzierte Anaphylaxien (n = 1.141, Kinder und Jugendliche 0 – 17 Jahre, n = 649, Erwachsene ab 18 Jahre). Es wurden nur Fälle berücksichtigt, die gemäß der NIAID/FAAN (National Institute of Allergy and Infectious Diseases/Food Allergy and Anaphylaxis Network) Definition [40] einer anaphylaktischen Reaktion entsprechen und der Auslöser als gesichert diagnostiziert wurde [39].

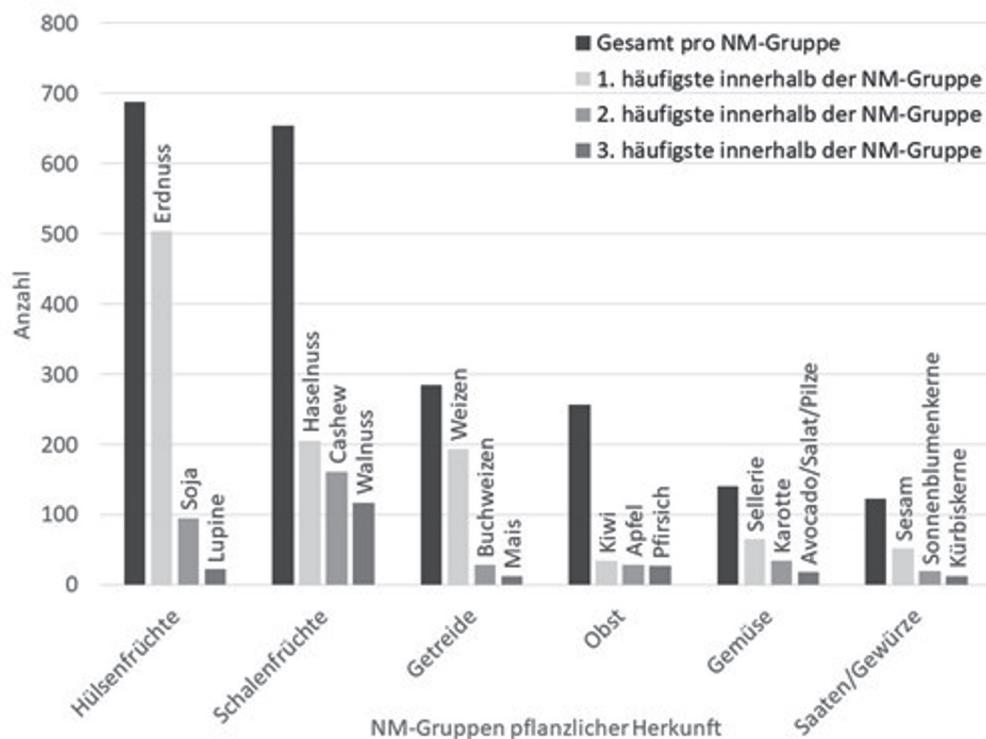


Abb. 2. Die häufigsten Auslöser bzw. Auslösergruppen bei gesicherten Anaphylaxien auf Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft. NM = Nahrungsmittel, nach [41].

und ein Ausweichen auf verträgliche Vertreter beider Gruppen ohne weiteres möglich ist, schränken Allergien gegenüber Hülsenfrüchten, Schalenfrüchten, aber auch Saaten und Weizen nicht nur den Speiseplan und die Lebensqualität, sondern auch die Nährstoffversorgung deutlich stärker ein. Daher soll im Folgenden auf diese Gruppen näher eingegangen werden.

3. Allergologische Bewertung von Hülsenfrüchten

Hülsenfrüchte sind eine wichtige Proteinquelle in der veganen Kostform sowie in vielen verschiedenen Regionen der Welt. Gleichzeitig sind sie bekannte Auslöser IgE-vermittelter allergischer Reaktionen, angeführt von Erdnuss, gefolgt von Soja [22, 39,

42]. Das Spektrum allergieauslösender Hülsenfrüchte variiert abhängig von der geografischen Lage und den gegebenen Verzehrgewohnheiten. So tritt Linse häufiger in den mediterranen Ländern und Kichererbse in Indien als Hauptallergenquelle unter den Hülsenfrüchten auf [43]. Kreuzreaktionen innerhalb der Hülsenfrüchte sind bekannt, aber klinisch seltener relevant als vermutet. In einer retrospektiv analysierten Kohorte von erdnussallergischen Kindern lag die Häufigkeit einer klinisch relevanten Kreuzreaktion zu anderen Hülsenfrüchten lediglich bei 7,9% (Reihenfolge nach Häufigkeit: Erbse, Linse, Soja, Süßlupine, Kichererbse; keine Kreuzreaktion zu Bohne), obgleich bei mehr als 60% der Kinder serologische Kreuzsensibilisierungen vorlagen [44].

3.1. Erdnuss

Die Erdnuss (*Arachis hypogaea*) gehört zu den Hülsenfrüchten. Wie im Kapitel zur Erdnussallergie des Molecular Allergology User's Guide (MAUG) 2.0 [45] beschrieben, befinden sich die Hauptanbaugebiete für Erdnüsse in China, Indien und den USA. In Europa und den USA werden Erdnüsse fast ausschließlich in gerösteter Form konsumiert. Sie können als ganze Erdnüsse, Erdnussbutter, Erdnussflips oder als Zutat verschiedener Produkte verzehrt werden. Die Erdnüsse werden entweder in der Schale geröstet oder alternativ geschält, blanchiert und dann entweder trocken oder in Öl geröstet weiterverarbeitet. Für die Herstellung von Erdnussflips werden Maiskollets mit einer Paste aus gerösteten Erdnüssen besprüht. In anderen Teilen der Welt, wie Asien und Afrika, werden rohe Erdnüsse als Kochzutat verwendet.

Erdnuss ist ein häufiger Verursacher von Nahrungsmittelallergien. Die Erdnussallergie kann bereits im Säuglingsalter auftreten, wobei eine bestehende atopische Dermatitis einen wichtigen Risikofaktor darstellt [46, 47]. Da eine natürliche Toleranzentwicklung selten ist und es nur in ungefähr 20% zu einer Remission kommt [48], kann es in jedem Alter zu allergischen Reaktionen kommen. Diese involvieren bei 70% der pädiatrischen Patienten mehrere Organsysteme [49]. Anaphylaktische Reaktionen sind in jedem Alter beschrieben [50]. Bei Kindern und Jugendlichen machen Erdnüsse zusammen mit den

Schalenfrüchten ein Drittel und bei Erwachsenen die Hälfte der tödlichen Reaktionen aus [51].

Es sind bisher 17 Erdnussallergene in der Allergen-Datenbank des WHO/IUIS Allergen Nomenklatur Subkomitees registriert, wobei die Samenspeicherproteine Ara h 1, Ara h 2 und Ara h 3 die wichtigsten Allergene zu sein scheinen. Neben dem Erdnuss-Extrakt-spezifischen IgE hat sich in der Routinediagnostik die Bestimmung von Ara h 2-spezifischem IgE bewährt [52, 53].

Erdnüsse zählen gemäß Lebensmittel-informations-Verordnung (LMIV – VO (EU) 1169/2011) zu den deklarationspflichtigen Allergieauslösern in der gesamten EU, so dass sie und alle daraus hergestellten Erzeugnisse gekennzeichnet werden müssen, wenn sie als Zutat, d. h. bewusst in der Rezeptur eines Lebensmittels verwendet werden. Dennoch stellt die breite Verwendung von Erdnuss in der Lebensmittelindustrie ein Risiko für den Verzehr von unbeabsichtigten Allergeneinträgen und „versteckter“ Erdnuss dar, und akzidentelle allergische Reaktionen sind häufig [54].

3.2. Soja

Die Sojabohne (*Glycine maxima*) gehört zur Familie der Hülsenfrüchte (Leguminosen) und wird heute auf 6% der globalen landwirtschaftlichen Nutzfläche angebaut. Sie ist die weltweit wichtigste Hülsenfrucht, die durch ein vielseitiges ernährungsphysiologisches Profil beeindruckt [12].

Die Daten des deutschsprachigen Anaphylaxie-Registers (Abb. 1) weisen mit 1% eher auf eine geringe Relevanz von Soja im Kindesalter hin [22]. Während die klinische Relevanz von Kreuzreaktionen unter den Speicherproteinen nur bedingt gegeben ist, werden Kreuzreaktionen zwischen Bet v 1 und Gly m 4 deutlich häufiger beobachtet [55, 56]. Obwohl sich die Beschwerden bei pollennassozierter Sojaallergie meist auf lokale Symptome im Sinne einer oralen Kontakturtikaria beschränken, kann es bei schneller Zufuhr großer Proteinmengen auch zu schweren anaphylaktischen Reaktionen kommen [56]. Soja gehört ebenfalls zu den deklarationspflichtigen Allergenen entsprechend der LMIV 1169/2011.

In der Allergen-Datenbank des WHO/IUIS Allergen Nomenklatur Subkomitees

sind mittlerweile namentlich diverse Allergene aus mehreren Allergenfamilien registriert, wobei das Gly m 1 (hydrophobes Speicherprotein), Gly m 2 (Defensin), Gly m 3 (Profilin), Gly m 4 (PR10 Protein), Gly m 5 (7S Vicilin), Gly m 6 (11S Globulin) und Gly m 8 (2S Albumin) hervorgehoben werden sollen (Tab. 7). Allergologisch von Bedeutung sind auch die existierenden Kreuzreaktionen zwischen Gly m 4 und dem Hauptbirkenpollenallergen Bet v 1 sowie zwischen Gly m 5 und Gly m 6 und anderen 7S Vicilinen bzw.

11S Globulinen (zum Beispiel Ara h 1 bzw. Ara h 2 der Erdnuss).

Soja und aus Soja hergestellte Produkte lassen sich vielfältig verarbeiten, da sie verschiedene technologische Anforderungen erfüllen. Als kostengünstige Proteinquelle finden sich Sojabestandteile in vielen prozessierten Nahrungsmitteln wie Fleisch- und Fleischersatzprodukten, Backwaren oder in Frühstückscerealien [57].

In getrockneten Sojabohnen ist – je nach Sorte – von einem Proteingehalt von

Tab. 6. Nährwerte und ausgewählte allergene Strukturen ausgewählter Hülsenfrüchte zur Abschätzung möglicher allergologischer Risiken für kreuzreaktive Reaktionen (bezogen auf 100 g verzehrfertiges Endprodukt) nach Allergome (www.allergome.org); fett sind diejenigen Allergene, die zusätzlich in der WHO/IUIS Datenbank dokumentiert sind (www.allergen.org).

Lebensmittel	Energie (in kcal) [Fett/Kohlenhydrate/Protein (in g)]	Wichtige Allergene Strukturen	Anmerkungen (Fokus Allergologie/Kostform)
Bockshornklee <i>Trigonella foenum-graecum</i>	366 [6,4/48,3/23,0]	– 7S-Vicilin: Tri fg 1: – 2S-Albumin: Tri fg 2 – 7S-Globulin: Tri fg 3 – Bet v 1-like: Tri fg 4	Noch keine WHO-IUIS-Dokumentation Beachte: wird vermehrt in üblichen Gewürzmengen verwendet
Erdnuss <i>Arachis hypogaea</i>	599 [48,4/7,48/29,78]	– 7S-Vicilin: Ara h 1 + Isoformen	Erdnussprodukte sind in vielfältigen Varianten erhältlich (geröstet, entfettet, als Mehl oder flüssig). Daher unterscheiden sich ihre Makronährstoffe deutlich
Erdnuss, geröstet	630 [52,95/9,28/26,94]	– 2S-Albumin: Ara h 2/Ara h 6/Ara h 7 + jeweils Isoformen – 11S-Globulin: Ara h 3 – Profilin: Ara h 5 – Bet v 1-like: Ara h 8 + Isoformen – LTP: Ara h 9/Ara h 16/Ara h 17 + jeweils Isoformen – Oleosine: Ara h10/Ara h 11, Ara h 14/Ara h 15 jeweils + Isoformen	
Erbsen, reif-Mehl <i>Pisum sativum</i>	316 [1,51/44,0/24,1]	– 7S-Vicilin: Pis s 1 + Isoformen, – 7S-Vicilin/Convicilin + Isoform: Pis s 2 – LTP + Isoform: Pis s 3 – Profilin: Pis s 5 – Bet v 1-like: Pis s 6	Pis 1 und Pis 2 – samt Isoformen vermutlich die Hauptallergene
Kichererbse – getrocknet <i>Cicer arietinum</i>	337 [5,9/44,0/19,0]	– 7S-Vicilin: Cic a 1 – 2S-Albumin: Cic a 2S-Albumin – LTP: Cic a 3 – 11S-Globulin: Cic a 6	Kichererbsenmehl enthält 20% Protein, also doppelt so viel wie Weizenmehl
Linse, reif getrocknet <i>Lens culinaris</i>	307 [1,6/40,5/23,4]	– 7S-Vicilin: Len c 1 + drei Isoformen – LTP: Len c 3 + Isoform – bisher kein 2S Albumin oder Bet v 1-Homologes beschrieben	
Lupine, Schrot <i>Lupinus</i> Spezies	356 [8,7/13,0/43,0]	– 7S-Vicilin: Lup a 1/ Lup an 1 Hauptallergen, Kreuzreaktion zw. Erdnuss und Lupine – LTP: Lup an 3 + Isoform – Bet v 1-like: Lup a 4 – Profilin: Lup a 5 + Isoform – 2S Albumin: Lup an delta Conglutin	Aufgrund der Sequenzhomologien von Lupinen-Produkten ist eine ähnliche allergene Potenz für Birkenpollenallergen für Patienten anzunehmen wie bei Soja
Sojabohne, getrocknet <i>Glycine maxima</i>	386 [18,3/6,3/38,2]	– Hydrophobes Protein: Gly m 1 – Defensin: Gly m 2 – Profilin: Gly m 3 + Isoformen – Bet v 1-like: Gly m 4 + Isoform – 7S Vicilin: Gly m 5 + Isoformen – 11S Globulin: Gly m 6 + Isoformen – Samenprotein (Seed biotinylated protein): Gly m 7 – 2S-Albumin: Gly m 8	Sojaproducte sind in vielfältigen Varianten erhältlich (geröstet, entfettet, als Mehl oder flüssig). Daher unterscheiden sich ihre Makronährstoffe deutlich
Sojaeiweiß (TVP) <i>Glycine max</i>	431 [24,0/6,1/50,0]		
Sojaeiweiß (TVP)	291 [1,5/7,0/50,0]		

35 – 37 g/100 g auszugehen. Ein Sojadrink enthält 4 g Protein/100 ml (Tab. 2, 4 und 6). Proteinkonzentrate und -Isolate enthalten deutlich höhere Mengen. Die Konzentration an Gly m 4 erhöht sich mit der Zeit der Reifung und Lagerung der Sojabohnen [58]. Erhitzungsprozesse können den Gly m 4-Gehalt verringern, nicht jedoch den Gehalt der Speicherproteine. Allerdings sind die Verfahren heute höchst unterschiedlich, sodass trotz Verarbeitung das Risiko einer allergologischen Relevanz bei PR-10-Allergikern bedacht werden sollte. Produkte, bei denen die Eiweißfraktion des Sojas abgetrennt wird (zum Beispiel raffiniertes Sojaöl, Sojalezithin), stellen keine Gefahr für Soja-Allergiker dar [57].

Bei oralen doppel-blind, plazebo-kontrollierten Provokationstestungen (DBPCFC) von 56 Bet v 1-sensibilisierten Patienten im Rahmen der BASALIT Studie (Birch Associated Soy Allergy and Immuno-Therapy) traten bei 79% der Teilnehmer objektive Beschwerden und bei 91% der Teilnehmer subjektive Symptome auf [59]. Die Auslösedosis für objektive Symptome lag bei 33 von 56 Teilnehmern zwischen 0,7 und 9,7 g Sojaprotein, für subjektive Symptome bei 29 Teilnehmern zwischen 0,7 und 2,2 g. Der durchschnittliche Gly m 4-Gehalt der Provokationsmahlzeiten betrug 178 µg/g [60].

3.3. Lupine

Lupine gehört zu den Leguminosen und ist somit phylogenetisch mit Erdnuss, Soja, Erbsen, Bohne, Bockshornklee, etc. verwandt. Lupinensamen zum Verzehr werden im Wesentlichen aus drei verschiedenen Spezies gewonnen: *Lupinus albus* (weiße Lupine), *Lupinus angustifolius* (blaue Lupine) sowie *Lupinus luteus* (gelbe Lupine). Lupinenmehl wird seit den 1990er Jahren in mehreren EU-Ländern sowohl als Nahrungsmittel als auch als Zusatz zu anderen Mehlen und Nahrungsmitteln verzehrt.

1994 erfolgte die Erstbeschreibung einer Lupinenallergie vom Soforttyp bei einem Erdnuss sensibilisierten Patienten in den USA [61]. 2007 wurde eine Lupinenallergie erstmals in Deutschland beschrieben [62]. Diese Patientin war nicht Erdnuss sensibilisiert. In einer Studie an 39 Erdnuss sensibilisierten Patienten lag bei 31 Patienten auch eine Sensibilisierung gegenüber Lupine vor [63]. Eine klinische Relevanz konnte

bei 9 Patienten eine durch doppel-blind plazebo-kontrollierte Provokation mit Lupinenmehl nachgewiesen werden. Dabei lag die niedrigste auslösende Dosis bei 0,5 mg Lupinenmehl. Seit 2006 sind Lupine und daraus hergestellte Erzeugnisse deklarationspflichtig. Sie ist ebenso wie Soja und Erdnuss in Anhang II der LMIV in der Liste der kennzeichnungspflichtigen Auslöser von Allergien und Unverträglichkeiten aufgeführt.

Bislang sind nur drei Einzelallergene aus drei Proteinfamilien durch das WHO/IUIS Allergen Nomenklatur Subkomitee dokumentiert (www.allergen.org): Lup an 1 (beta-conglutin), vor kurzem dann auch Lup an 3 (Lipidtransferprotein) sowie Lup a 5 (Profilin) [64]. Für die Routinediagnostik ist derzeit nur der Gesamtextrakt von *Lupinus albus* (ImmunoCAP, ThermoFisher Scientific) nutzbar, Einzelallergene stehen noch nicht zur Verfügung. Zur Pricktestung wird Lupinenmehl als Aufschwemmung (Prick-zu-Prick-Testung) verwendet, da es keine zugelassenen kommerziell erhältlichen Hauttestlösungen gibt.

Trotz der Tatsache, dass es schwere Allergien auf Lupine gibt, sind lupinenhaltige Nahrungsmittel auf dem Vormarsch. Die breite Anwendung birgt die Gefahr der ungewollten Aufnahme von Lupinenallergenen im Sinne der „versteckten Allergene“. Das trifft insbesondere für mögliche Kreuzreaktionen bei Erdnussallergikern zu, die über dieses Potenzial nicht aufgeklärt sind. In nahezu vergleichbarer Häufigkeit zu den Kreuzreaktionen mit Erdnuss sind *de novo*-Sensibilisierungen auf Lupine beschrieben [65]. Eine sehr aktuelle Studie untersuchte das Ausmaß der Kreuzreakтивität unter den Leguminosen bei 195 Erdnuss allergischen Kindern mit dem Ergebnis, dass sich in absteigender Häufigkeit eine Sensibilisierung gegen Lupine, Bockshornklee, Soja und Linsen fand. Für 27,9% der Kinder konnte mindestens eine zusätzliche echte Leguminosenallergie diagnostiziert werden, wobei die verantwortlichen Auslöser Linsen, Lupine und Erbse waren [66].

3.4. Erbse

Erbse wird zunehmend in der Nahrungsmittelindustrie für die Humanernährung eingesetzt und wird als vegane, zum Teil auch als hypoallergene Proteinquelle beworben, da Erbsen nicht zu den 14 deklarati-

Tab. 7. Nährwerte und ausgewählte allergene Strukturen relevanter Schalenfrüchte zur Abschätzung möglicher allergologischer Risiken für kreuzreaktive Reaktionen (bezogen auf 100 g des verzehrfertigen Endprodukts) nach Allergome (www.allergome.org); fett sind diejenigen Allergene, die zusätzlich in der WHO/IUIS Datenbank dokumentiert sind (www.allergen.org).

Lebensmittel	Energie (in kcal) [Fett/Kohlenhydrate/Protein (in g)]	Wichtige Allergene Strukturen	Anmerkungen (Fokus Allergologie/Kostform)
Cashewkerne <i>Anacardium occidentale</i>	590 [42,2/30,5/20,6]	– 7S- Globulin: Ana o 1 , – 11S- Globulin: Ana o 2 – 2S-Albumin: Ana o 3 (f443, Majorallergen), – Bet v 1 -like Isoform	
Cashewmehl, entfettet <i>Anacardium occidentale</i>	356 [2,0/41,8/39,6]		Grundzutat für Cashewverarbeitungen (zum Beispiel Käsealternativen, Drinks und Snacks)
Haselnuss, naturale <i>Corylus avellana</i>	664 [63,3/6,0/16,3]	– PR-10: Cor a 1 und zusätzlich 10 Isoformen	37 bekannte Allergenstrukturen, von denen 12 beim WHO/IUIS dokumentiert sind, zwei davon sind allerdings Inhalationsallergene. Diverse Isoformen sind bekannt
Haselnuss, geröstet <i>Corylus avellana</i>	685 [66,7/5,4/14,8]	– Profilin: Cor a 2 + 2 Isoformen – LTP: Cor a 8 + Isoform – 11S-Globulin: Cor a 9 + Isoform – 7S-Vicilin: Cor a 11 + Isoform – 2S-Albumin: Cor a 14 + Isoform – 7S-Globulin: Cor a 16	

Nährwertangaben basieren auf dem Bundeslebensmittelschlüssel 3.02 [12] und sind Bestandteil der Ernährungssoftware Prodi®/Optidiet®.

onspflichtigen Hauptauslösern von Allergien und Unverträglichkeiten gehören.

Erbse wird für gewöhnlich gekocht verzehrt. Anders als bei Erdnuss scheint der Kochprozess keinen Einfluss auf die Allergenität der Hauptallergene Pis s 1 und 2 zu haben [67]. Andere Studien vermuten, dass die Temperaturerhöhung des Kochprozesses bereits ausreicht, um bei Erbse die Allergenität zu steigern, aufgrund von Veränderungen der Protein-, und Bildung neuer Allergenstrukturen [68].

Für Erbse (*Pisum sativum*) sind sieben Allergene beschrieben (Tab. 7), wovon drei offiziell anerkannte Allergene sind (Pis s 1, Pis s 2 und Pis s 3; www.allergen.org). Für die In-vitro-Diagnostik steht bislang kein Einzellanallergen zur Verfügung. Die Speicherproteine Pis s 1 und 2 sind vermutlich die Hauptallergene der Erbse [69]. Pis s 1 wurde in einer kleinen, sehr gut charakterisierten Kinderkohorte als Hauptallergen bestätigt [70]. Im Gegensatz zu anderen 2S Albuminen (Bsp.: Ara h 2 in Erdnuss, Ana o 3 in Cashew), stellt das in Erbse identifizierte möglicherweise kein relevantes Allergen dar [70, 71].

Interessanterweise ist auch ein Bet v 1 homologes Allergen beschrieben. Je nach Verarbeitungsprozess könnte das Allergen intakt anfluten, ähnlich wie Gly m 4 der Soja [56], v. a. beim Verzehr von Proteindrinks, und so der Grund für anaphylaktische Reaktionen auf Erbsenprotein sein.

Aufgrund ihrer technologischen Funktionalität ist die Erbse aktuell ein bevorzugter

Rohstoff für die Verwendung in vegetarischen und veganen Produkten.

3.5. Bockshornklee

Bockshornklee (*Trigonella foenum graecum* in der Familie der *Fabaceae*) gehört zu den Leguminosen. Die getrockneten Samen werden nach Röstung als Ganzes oder als Mehl als Nahrungsmittel oder in der traditionellen Medizin genutzt.

Als Nahrungsmittel wird Bockshornklee in Form von Gewürzen (zum Beispiel Curry), in Käse, Backwaren, Konfekt, aber auch in Kaffee-Ersatz und Kräutertees verzehrt [72]. 1997 wurden erstmals schwere Reaktionen nach Einnahme, Inhalation und äußerer Anwendung von Bockshornkleesamenpulver publiziert [73]. Inzwischen wurden auch Anaphylaxien auf Bockshornklee in Curry-Gewürz veröffentlicht [74, 75].

Die Allergene wurden bisher nicht detailliert charakterisiert. Faeste et al. fanden Majorallergene im Bockshornklee mit den Molekulargewichten 50, 52, und 74 kDa [72]. In einer Folgeuntersuchung erwies sich das 50 kDa-Protein als das IgE-reaktivste [76].

Für die Routinediagnostik ist derzeit nur im ImmunoCAP Bockshornklee-Gesamtextrakt nutzbar. Zugelassene Lösungen für Hauttestungen gibt es nicht, d. h. zur Detektion einer Sensibilisierung an der Haut steht nur der Prick-zu-Prick-Test mit aufgeschwemmtem Mehl aus Bockshornkleesamen zur Verfügung.

Die Kreuzallergenität zwischen Bockshornklee und anderen Leguminosen ist aufgrund der wenigen publizierten Fälle schwer abzuschätzen. 2009 wurde eine Untersuchung an insgesamt 31 Patienten publiziert, von denen 29 ein positives IgE gegen Erdnuss aufwiesen [72]. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine auslösende Dosis von 2 mg natürliches Bockshornklee-Pulver für das Auftreten objektiver allergischer Symptome dokumentiert. Die Sensibilisierung auf Bockshornklee wurde als Resultat der vorhandenen Erdnussensibilisierung gewertet. Es fand sich nur eine primäre Sensibilisierung auf Bockshornklee. Auch die relativ jüngste Kasuistik aus Deutschland beschreibt eine Bockshornklee-Anaphylaxie bei einer 34-jährigen Erdnussallergikerin [77]. Eine Bockshornklee-anaphylaxie wurde aber auch bei einem Kind mit Linsen- und Favabohnenallergie beschrieben [78]. Eine sehr aktuelle Studie untersuchte das Ausmaß der Kreuzreaktivität unter den Leguminosen bei 195 Erdnuss allergischen Kindern mit dem Ergebnis, dass sich in absteigender Häufigkeit eine Sensibilisierung gegen Lupine, Bockshornklee, Soja und Linsen fand [66].

Trotz der potentiellen Kreuzreagibilität mit anderen Leguminosenallergenquellen, insbesondere mit Erdnuss, besteht bislang keine Deklarationspflicht, was sicher an den seltenen Berichten über Bockshornklee-Anaphylaxien liegt.

4. Allergologische Bewertung von Schalenfrüchten und Ölsaaten

Schalenfrüchte und Ölsaaten sind wichtige Auslöser einer nahrungsmittelinduzierten Anaphylaxie [79, 80] und häufige Ursachen für schwere bis tödliche Reaktionen [51, 81]. Sie beinhalten eine Vielzahl an potenteren Allergenen (Tab. 7). Auf der anderen Seite stellen sie ernährungsphysiologisch eine tragende Säule der veganen Ernährung dar.

Jüngste Daten aus Großbritannien zeigen einen Anstieg der Inzidenz von nahrungsmittelinduzierten Anaphylaxien [51], und Daten aus den USA zeigen den deutlichsten Anstieg für Anaphylaxien ausgelöst durch Schalenfrüchte und Ölsaaten [82]. Eine schwedische Studie konnte zeigen, dass v. a. Reaktionen auf Cashewkerne zugenommen haben [83].

Im deutschsprachigen Anaphylaxie-Register unterscheiden sich die Auslöser zwischen Kindern und Erwachsenen [39]. Innerhalb der Schalenfrüchte wurden am häufigsten Reaktionen auf Cashew, Haselnuss und Walnuss gemeldet (Abb. 1), wobei bislang keine Meldung einer Cashew induzierten Anaphylaxie bei Erwachsenen für den deutschsprachigen Raum angezeigt wurde. Die große Herausforderung in der Diagnostik ist die Einordnung von klinisch relevanten Kreuzreaktionen innerhalb der Schalenfrüchte. Die bislang am besten beschriebenen und am häufigsten vorkommenden, klinisch relevanten Kreuzreaktionen bestehen zwischen Cashew und Pistazie sowie Walnuss und Pekanuss [84, 85, 86, 87].

4.1. Cashew

Cashewkerne sind Kerne des Cashewapfels und Teil der Familie der *Anacardiaceae*.

Sie gehören zu den am häufigsten produzierten Schalenfrüchten weltweit und der Konsum steigt an. Der Cashewkernimport nach Finnland zum Beispiel stieg von 2002 zu 2019 um den Faktor 37 an, und parallel nahm der Anteil an Cashewkern induzierter Anaphylaxie zu [88]. Cashewkerne werden v. a. geröstet verzehrt, aber auch als Zutat in vielen prozessierten Lebensmitteln wie Pesto, Gebäcken und Konfekt konsumiert.

In der Allergen-Datenbank des WHO/IUIS Allergen Nomenklatur Subkomitees sind drei Speicherproteine des Cashewkerns registriert, das Vicilin ähnliche Protein Ana o 1, das Legumin ähnliche Protein Ana o 2 und das 2S-Albumin Ana o 3 (<http://www.allergen.org>). In einer deutschen Studie war eine Sensibilisierung gegen Ana o 3 mit 2,0 kU/I hoch prädiktiv für das Vorliegen einer klinisch relevanten Cashewallergie bei Kindern [89]. Zudem wurden Bet v 1-homologe PR-10-Protein-Isoformen identifiziert [90]. Die genaue Prävalenz der Cashewkernallergie ist nicht bekannt. In älteren Studien waren 30% der Nussallergiker in den USA und 20% in den Niederlanden allergisch gegen Cashewkerne (zusammengefasst von Borres et al 2022 [91]). Der Cashewkern war zudem der häufigste Auslöser einer durch Schalenfrüchte verursachten Anaphylaxie in Europa [50].

Ein Miligramm Cashewkernprotein, entsprechend einem Hundertstel eines Kerns,

verursachte bei 11% von Cashewkern allergischen Kindern eine objektive allergische Reaktion. Damit können bereits deutlich kleinere Mengen, als für die Erdnussallergie beschrieben, zu schweren allergischen Reaktionen führen [92]. Deutsche Daten konnten dies allerdings nicht bestätigen [49].

Die häufigsten Kreuzreaktionen erfolgen gegen Pistazien, welche ebenfalls zur Familie der *Anacardiaceae* gehören. In der so genannten „Nut-cracker“ Studie waren alle Patienten mit einer Pistazien Allergie auch allergisch gegen Cashewkern, und 65% der Cashewkernallergiker entwickelten eine Pistazienallergie [85]. In einer Folgestudie konnte die gleiche Arbeitsgruppe zeigen, dass eine orale Immuntherapie mit Cashew auch zur Toleranz aller Co-sensibilisierten Pistazienallergiker führte [93]. Weitere Kreuzreaktionen wurden auf Allergene aus dem Inneren von Zitrusfruchtkernen beschrieben (zusammengefasst von Borres et al 2022 [91]), wobei diese erst durch Zerstörung der Kerne freigesetzt werden müssen, um klinisch relevant zu werden. Zudem waren alle in der Literatur beschriebenen Patienten mit einer Allergie gegen Pektin auch Cashewkernallergiker, wobei das kreuzreaktive Allergen bis heute noch nicht identifiziert wurde.

4.2. Haselnuss

Haselnuss (*Corylus avellana*) gehört zu der Familie der Birkengewächse (*Betulaceae*). Vor allem für Haselnuss ist eine große Bandbreite an Symptomen beschrieben, von milden oralen Allergiesymptomen bis hin zu schweren anaphylaktischen Reaktionen. Europäische Daten zeigen, dass die Haselnussallergie eine der häufigsten Nahrungsmittelallergien in Europa ist [94, 95]. Bei Erwachsenen ist sie die häufigste sensibilisierende Schalenfrucht. Allerdings bestehen diesbezüglich große geografische Unterschiede [96]. In Mitteleuropa ist die Haselnussallergie, wenn sie in der Allgemeinbevölkerung untersucht wird, meist pollensoziiert und zeigt milde Symptome [97]. Dennoch zeigen die Daten des Anaphylaxie-Registers (Abb. 1), dass Haselnuss einer der häufigsten Auslöser einer nahrungsmittelinduzierten Anaphylaxie ist. Die Häufigkeit einer durch orale Nahrungsmittelprovokation bestätigten Haselnussallergie liegt bei Kindern bei 1% [98]. Ergebnisse

einer Studie mit teilnehmenden Kliniken aus London, Genf und Valencia zeigte mittels oraler Nahrungsmittelprovokation, dass 32% der „Nuss“-allergischen Kinder eine Haselnussallergie hatten [85].

Die hohe Prävalenz von Haselnussallergien bei Personen mit Allergien gegen andere Schalenfrüchte und Ölsaaten ist mit der hohen Homologie zwischen den allergenen Strukturen zu begründen (Tab. 7): Zum einen spielen PR-10-Proteine eine Rolle, die für die weitverbreitete Kreuzsensibilisierung auf mehrere PR-10-Proteine verschiedenster Früchte, Ölsaaten und Schalenfrüchte verantwortlich sind. Zum anderen sind Samenspeicherproteine wie Cor a 14 (2S-Albumin), Cor a 9 (11S-Globulin) und Cor a 11 (7S-Vicilin) relevant, die in Zusammenhang mit schweren allergischen Reaktionen gebracht werden [99, 100].

4.3. Sesam

Sesam (*Sesamum indicum*) wird seit über 3500 Jahren v. Chr. v. a. in Indien und Afrika angebaut und ist die älteste bekannte Ölsaft. Aus Sesamsamen wird hauptsächlich Sesamöl und Tahini hergestellt. Tahini ist eine Paste aus geschälten gerösteten und fein zermahlenden Sesamsamen, welche sich v. a. in Halva, Hummus, aber zunehmend in diversen Dips und Saucen findet. Ganze Sesamsamen dienen zudem als Belag für Gebäcke, Brote etc., allerdings gibt es Untersuchungen, die die allergologische Relevanz von intakten Samen in Frage stellen und damit möglicherweise Diskrepanzen in der Anamnese erklären [101]. Die breite Verwendung von Sesam in der Lebensmittelindustrie stellt eine Gefahr zur ungewollten Einnahme von „verstecktem“ Sesam dar [102]. Zum besseren Schutz allergischer Verbraucher ist Sesam in Anhang II der LMIV mit aufgeführt und gehört damit zu den deklarationspflichtigen Allergieauslösern in der EU.

Sesam ist eine häufige Ursache für Nahrungsmittelallergien und -anaphylaxien. In einer Fragebogen basierten Querschnittsstudie in den USA lag die Prävalenz einer Sesamallergie bei 0,23%, wobei 24% der Betroffenen über eine schwere sesaminduzierte allergische Reaktion berichteten [103]. Beunruhigend in Anbetracht der Häufigkeit schwerer Reaktionen ist die Tatsache, dass die Diagnose einer Sesamallergie insbeson-

dere bei Erwachsenen erschwert ist. In einer britischen Studie hatten von 10 Patienten mit positiver oraler Provokation mit Sesam und teils schweren allergischen Reaktionen, 90% kein nachweisbares IgE gegen Sesam in vitro bzw. negative Hauttestungen mit Extraktten oder verschiedenen Sesamprodukten [104].

In der Allergen-Datenbank des WHO/IUIS Allergen Nomenklatur Subkomitees sind sieben Sesamallergene aus vier Allergenfamilien registriert, die 2S-Albumine Ses i 1 und Ses i 2, das Vicilin ähnliche Protein Ses i 3, die Oleosine Ses i 4 und Ses i 5, die Legumin ähnlichen Allergene Ses i 6 und Ses i 7 (<http://allergen.org>). Für die Routine-diagnostik ist derzeit nur Ses i 1 verfügbar. Anhand einer Analyse von 246 positiven Sesamprovokationen konnte berechnet werden, dass 5% der Sesamallergiker auf eine Proteinmenge von 2,4 mg und 10% auf 7 mg reagieren. Vier Gramm einer Tahinipaste, entsprechend einem Teelöffel, verursachen aufgrund dieser Analyse objektivierbare allergische Beschwerden bei 93% der Sesamallergiker [105]. Gebackene intakte Sesamsamen sind möglicherweise weniger allergen und damit anders zu bewerten als Sesampaste [101].

4.4. Hanf

Hanfsamen – auch als Hanfnüsse bezeichnet – kommen aufgrund ihrer ernährungsphysiologisch günstigen Komposition heutzutage mehr und mehr zum Einsatz („<https://hashmuseum.com/de/cannabiswissen/hanf-als-nahrungsmittel/>“). Hanföl enthält mehr als 90% mehrfach ungesättigte Fettsäuren. Allerdings handelt es sich dabei maßgeblich um alpha-Linolensäure, die nur sehr begrenzt in die physiologisch notwendigen langkettigen Omega-3-Fettsäuren EPA und DHA umgewandelt werden kann.

IgE-vermittelte Reaktionen gegenüber Hanf sind selten [106]. Symptome einer Cannabisallergie können sich entweder über den Respirationstrakt äußern (Inhalationsallergie) oder über den direkten Hautkontakt, zum Beispiel bei der Ernte oder Produktion im Sinne einer Kontakturtikaria.

Bis heute wurden verschiedene Allergene von *C. sativa* beschrieben. Je nach Kollektiv gehören zu den wichtigsten Allergenen das Can s 3, ein nsLTP, welches entweder

primär oder im Rahmen einer Kreuzreaktivität zu anderen LTPs, zum Beispiel Pfirsich oder Beifuß, Reaktionen hervorrufen kann [107]. Bei Patienten mit einer spezifischen IgE-Reaktivität gegenüber nsLTP aufgrund einer Pollen- und/oder gemüseabhängigen Nahrungsmittelallergie kann eine Sensibilisierung gegenüber *C. sativa* bei bis zu 25% der Patienten beobachtet werden [108]. Als weiteres Cannabis-Allergen ist ein Thaumatin ähnliches Protein (PR-5) mit einem Molekulargewicht von 38 kDa – homolog zu Thaumatinen in Kiwi (Act d 2), Apfel (Mal d 2) und beispielsweise Aprikose (Q af 2) – beschrieben worden [109]. Aber auch ein Profilin (Can s 2) wurde für Hanf beschrieben [110]. Das Can s 5 ist ein bereits WHO/IUIS dokumentiertes Bet v 1 Homolog (Tab. 7).

Patienten, die an einer IgE-vermittelten Cannabisallergie aufgrund einer nsLTP-Sensibilisierung leiden, können an einem sogenannten Cannabis-Früchte-Gemüse-Syndrom leiden [111]. Hierbei kommt es zu allergischen Reaktionen gegenüber verschiedenen Nahrungsmitteln, wie Pfirsich, Apfel, Nüssen, Tomate und sogar in seltenen Fällen Orangen und Grapefruit. Nicht selten können die Reaktionen erst im Kontext von Kofaktoren, wie beispielsweise der gleichzeitigen Einnahme von NSAID beobachtet werden. Weitere pflanzliche Allergene, die mit Can s 3 kreuzreaktiv sein können, sind Allergene in Latex, aber auch Weintrauben und Hopfen – die letztgenannten Allergene können auch zu Unverträglichkeiten von alkoholischen Getränken, wie Wein und Bier führen. Auch die Traumatin ähnlichen Proteine (LTPs), die zur PR-5 Familie gehören, können zu ausgeprägten Kreuzreaktivitäten zwischen Cannabis und pflanzlichen Nahrungsmitteln führen (siehe oben).

5. Allergologische Bewertung von Weizen

Die Heterogenität weizenassozierter Krankheitsbilder stellt eine besondere Herausforderung dar [112]. Bei allergischen Reaktionen auf Weizen handelt es sich um eine heterogene Gruppe von Erkrankungen, die sich nach auslösenden Allergenstrukturen (Tab. 8), Pathomechanismen und Symptomatik in verschiedene Entitäten unterteilen lassen [22]. Das Spektrum IgE-mediierter Reaktionen auf Weizenallergene erstreckt

Tab. 8. Nährwerte und ausgewählte allergene Strukturen relevanter Ölsaaten und Saaten zur Abschätzung möglicher allergologischer Risiken für kreuzreaktive Reaktionen (bezogen auf 100 g des verzehrfertigen Endprodukts) nach Allergome (www.allergome.org); fett sind diejenigen Allergene, die zusätzlich in der WHO/IUS Datenbank dokumentiert sind (www.allergen.org).

Lebensmittel	Energie (in kcal) [Fett/Kohlenhydrate/Protein (in g)]	Wichtige Allergene Strukturen	Anmerkungen (Fokus Allergologie Kostform)
Flohsamen <i>Plantago ovata</i>	271 [7,0/3,5/16,0]	– Pla o ohne weitere Charakterisierung	Beachte das deutlich veränderte Nährstoffprofil im Vergleich zu Flohsamenschalen;
Flohsamenschalen <i>Plantago ovata</i>	222 [0,7/12,0/2,3]		
Hanfsamen, geschält <i>Cannabis sativa</i>	611 [48,0/16,0/25,0]	– Profilin: Can s 2 (als Aeroallergen identifiziert)	Hanfsamen sollten bevorzugt geschält verwendet werden.
Hanfsamen, ungeschält <i>Cannabis sativa</i>	461 [32,0/2,2/21,0]	– LTP: Can s 3 + Isoform (als Aeroallergen identifiziert, nicht als Nahrungsmittelallergen) – Can s 4 : Oxygen evolving Enhancer Protein 2 (als Aeroallergen identifiziert) – Can s 5 : Bet v 1-like (als Aeroallergen identifiziert)	Unverarbeitete und ungeschälte Hanfsamen müssen durch Wärmeeinwirkungen vorverarbeitet werden, um die antinutritiven Substanzen zu vermeiden.
Hanfsamen, geröstet <i>Cannabis sativa</i>	560 [44,0/12,0/33,0]	– Edestin (11S Globulin), aber nicht als Allergen beschrieben!	
Leinsaat, ganz <i>Linum usitatissimum</i>	498 [37,0/7,7/22,0]	– 2S-Albumin: Lin u 1	It. BfR Verzehrsbeschränkung beachten
Sesam, roh <i>Sesamum indicum</i> ; Synonym (alt): <i>Sesamum orientale</i>	593 [50,4/10,2/50,4]	– 2-S Albumine: Ses i 1 + Isoform, Ses i 2 + Isoform, – 7S-Vicilin: Ses i 3 + Isoform – Oleosine: Ses i 4 , Ses i 5 + Isoformen – 11S-Globulin: Ses i 6 + Isoform – 11S-Globulin: Ses i 7 + Isoform	

Nährwertangaben basieren auf dem Bundeslebensmittelschlüssel 3.02 [12] und sind Bestandteil der Ernährungssoftware Prodi®/Optidiet®

sich von dem inhalativ ausgelösten Bäcker-asthma [113], der primären Weizenallergie, die vorwiegend im Kindesalter auftritt [114, 115], bis hin zum Krankheitsbild der weizen-abhängigen anstrengungsassoziierten Anaphylaxie (WDEIA) als häufigste Form der nahrungsmittelabhängigen Summations-anaphylaxie [115, 116, 117, 118, 119].

Von den IgE-vermittelten Reaktionen nach Verzehr weizenhaltiger Produkte ist die durch Bestandteile der Glutenfraktion des Getreides ausgelöste Zöliakie abzugrenzen, bei der vor dem Hintergrund einer genetischen Disposition durch eine T-zellvermittelte Immunreaktion eine Zottenatrophie mit konsekutiver, funktioneller Schädigung der Dünndarmmukosa induziert wird [120].

Weizen (*Triticum aestivum*) stellt ein Grundnahrungsmittel in der deutschen und mitteleuropäischen Ernährung dar und zeigt aufgrund seiner vielseitigen lebensmitteltechnologischen Eigenschaften eine breite Verwendung in der Nahrungsmittelindustrie: In Keksen, Kuchen und Müsli, in vielen Süßigkeiten, Nudeln sowie in nahezu allen herkömmlichen Brot- und Brötchensorten findet sich Weizen als Hauptrezepturbestandteil.

In der Datenbank des WHO/IUIS Allergen Nomenklatur Subkomitees sind 28 Allergene gelistet, wobei über 70 weitere Allergenstrukturen bereits vorliegen (Tab. 9). Neben Profilinen sind als klinisch relevante Allergenstrukturen insbesondere das Tri a 14 (LTP) und Tri a 19 (Omega-5 Gliadin) zu nennen. Für die Diagnostik – aber auch für die Verarbeitung – sind die Löslichkeitseigenschaften (Osborne-Fraktionen) wesentlich. Sie werden in wasserlösliche Albumine, salzlösliche Globuline, ethanollösliche Prolamine und unlösliche Gluteline unterteilt, deren Gehalt je nach betrachteter Getreideart variiert. Während sich die löslichen Proteinfaktionen Albumin und Globulin in der Aleuronschicht und im Keimling befinden, sind die unlöslichen Proteine der Glutenfraktion (Gliadin und Glutenin) im Endosperm enthalten und bilden beim Anteigen von Mehl und Wasser den backtechnisch wichtigen Kleber (Tab. 8) [121, 122].

Obwohl Weizen zu den häufigen Auslösern bei Säuglingen und Kleinkindern zählt, sind anaphylaktische Reaktionen im Kindesalter eher selten [22]. Ein Problem der Diagnostik besteht darin, dass weizenspe-

Tab. 9. Nährwerte und ausgewählte allergene Strukturen relevanter Weizenprodukte zur Abschätzung möglicher allergologischer Risiken für kreuzreaktive Reaktionen (bezogen auf 100 g des verzehrfertigen Endprodukts) nach Allergome (www.allergome.org); fett sind diejenigen Allergene, die zusätzlich in der WHO/IUIS Datenbank dokumentiert sind (www.allergen.org).

Lebensmittel	Energie (in kcal) [Fett/Kohlenhydrate/Protein (in g)]	Wichtige Allergene Strukturen	Anmerkungen (Fokus Allergologie/Kostform)
Weizenkorn <i>Triticum aestivum</i>	301 [1,8/59,6/11,7]	– Profilin: Tri a 12 und Isoformen – LTP: Tri a 14 + Isoformen	Über 100 beschriebene Allergenstrukturen (u. a. Amylase-Inhibitoren, Gliadine, Glutenine, Serin-Protease Inhibitoren, Thiol-Reductasen); 15/28 Allergene bereits beim WHO/IUIS als Nahrungsmittelallergene dokumentiert.
Gluten/Kleber	395 [4,0/7,0/81,0]	– Omega 5-Gliadin: Tri a 19	
Seitan (<i>Triticum aestivum</i>)	115 [1,7/1,8/22,4]		

Nährwertangaben basieren auf dem Bundeslebensmittelschlüssel 3.02 [12] und sind Bestandteil der Ernährungssoftware Prodi®/Optidiet®.

zifisches IgE besonders schlecht zwischen klinisch relevant und tolerant unterscheidet. Dass Sensibilisierung nicht gleichzusetzen ist mit klinisch relevanter Allergie, muss bei jeder Nahrungsmittelallergie beachtet werden. Doch insbesondere Weizensensibilisierungen werden häufig beobachtet, sind aber selten klinisch relevant. So wurde weizenspezifisches IgE in einer Untersuchung an 106 Kindern auch bei 63% der toleranten Kinder nachgewiesen [114]. Dabei war das Spektrum der erkannten Weizenproteine zwischen allergischen und toleranten Kindern gleich. Die häufige Einschätzung, dass ältere Sorten bei Weizenallergie aufgrund eines anderen Proteinprofils besser vertragen würden, konnte nicht bestätigt werden [123], sodass auch Dinkel, Khorasan-Weizen, Emmer, Einkorn oder Triticale als Hybridstämme von Weizen bei einer Weizenallergie gemieden werden müssen. Dagegen gehört Weizen im Erwachsenenalter zu den häufigeren Anaphylaxieauslösern [22]. Dies ist der kofaktorabhängigen Weizenallergie zuzuschreiben, die zusätzlich zum Gluten Augmentationsfaktoren bzw. Gluten in erhöhter Verzehrmenge benötigt, um ausgelöst zu werden [116, 118].

Im Handel wird Weizen in den verschiedenen Verarbeitungsformen angeboten. Die verschiedenen Verarbeitungszustände haben jedoch keinen Einfluss auf die Allergenität des Weizenallergens, lediglich auf den absoluten Gehalt im verzehrfertigen Produkt. So besitzen Weizenprodukte mit einem geringen Ausmahlungsgrad (niedrigere Typenbezeichnung, zum Beispiel Typ 405) im Vergleich zu Vollkornprodukten einen höheren Anteil an Gluten [124].

6. Zunahme ultraprozessierter Nahrungsmittel kritisch betrachtet

Eine Ernährung aus frisch zubereiteten und wenig verarbeiteten Lebensmitteln setzt sowohl Zeit als auch Fähigkeiten im Sinne der Mahlzeitenplanung und -zubereitung voraus. Sie lässt sich am besten durch gute Kochkompetenz umsetzen, verlangt aber in der Regel mehr Zeit für Planung, Einkauf, Vor- und Zubereitung. Möglicherweise verleitet dies zu einem immer höheren Einsatz von Convenience-Produkten, auch bei veganen Lebensmitteln, wie aktuelle Untersuchungen zeigen [125]: Anders als in Österreich oder der Schweiz verzeichnet der Markt für vegane und vegetarische Ersatzprodukte in Deutschland logarithmische Steigerungen. Anbieter solcher Produkte bieten mittlerweile ein großes Sortiment an vermeintlich gleichwertigen veganen Alternativprodukten an, die den bewusst gemiedenen tierischen Lebensmitteln in Aussehen, Einsatzmöglichkeit und Geschmack ähneln.

Nach den von Monteiro definierten NOVA-Kriterien (NOVA ist kein Akronym) (Abb. 3) [126, 127] handelt es sich beim Großteil der veganen Alternativprodukte um prozessierte und ultraprozessierte Nahrungsmittel (UPF = ultra-processed foods).

UPF unterscheiden sich von anderen Nahrungsmitteln durch ihre Zutaten (s. u.), aber auch durch den Grund ihrer Herstellung: Sie sollen „convenient“ (haltbar und sofort zu konsumieren), schmackhaft (mit dem Ziel, viel davon zu essen) und profitabel (günstige Zutaten, aber Mehrwert bei Verkauf) sein [128]. Diese Ziele werden erreicht durch die fast ausschließliche Verwendung von industriell vorgefertigten Zutaten. Zu

NOVA Klassifikation	Gruppe	Verarbeitung	Lebensmittelbeispiele	Verzehrs- empfehlung
1	Frische Lebensmittel	Frisch, getrocknet, fermentiert, eingefroren,	Gemüse, Früchte, Samen, Nüsse, Hülsenfrüchte, Getreide als Körner (auch Mehl, Flocken), Muskelfleisch, Fisch, Eier, Meeresfrüchte, Pilze, Algen, Naturmilchprodukte (nicht abschließend wärmebehandelt), Tee, Kaffee, Fruchtsaft,	Basis der Ernährung
2	Zutaten, leicht verarbeitet	Isst man nicht allein, nur als Beigabe bei der Zubereitung	Salz, Zucker, Honig, Dicksäfte, Butter, Pflanzenöle, Fruchtsirup, Getreidestärke	In kleinen Mengen zur Zubereitung frischer Gerichte
3	Verarbeitete Lebensmittel	Kombination aus Gruppen 1 und 2	Produkte, die frisch zubereitet werden Gemüse (in Essig oder Öl), Brot, Käse, Konfitüre, Fruchtkompott, Räucherware (Fleisch und Fisch), Bier, Wein	In kleinen Mengen als Beigabe zu frischen Gerichten
4	Stark/ Ultrahoch verarbeitete Lebensmittel	Mit industriell hergestellten Zutaten – isolierte Komponenten	Produkte mit Zusätzen aller Art Fertiggerichte, Halbfertiggerichte, Cerealien, Getreideriegel und Snacks, Milchmischzubereitungen, (Fruchtjoghurt, Frischkäsezubereitungen u.ä.), Backwaren, Fleisch- und Fischprodukte, Bonbons, Schokolade, Süß- und Lightgetränke	Meiden

Abb. 3. Einteilung der Lebensmittel nach NOVA Klassifikation nach [128, 129].

diesen zählen fraktionierte Komponenten wie Proteine, Faserstoffe, Stärke, Zucker, isolierte Kohlenhydratverbindungen sowie raffinierte Öle und Fette, die chemisch modifiziert werden. Die (ultraprozessierten) Zutaten werden extrudiert, geformt oder vorgegart (zum Beispiel geröstet oder frittiert) und im Anschluss mit anderen Komponenten kombiniert [126, 127]. Das Ergebnis dieser Prozessierung sind Produkte, die sich durch eine hohe Energie-, aber niedrige Nährstoffdichte auszeichnen. In der Regel enthalten verzehrfertige UPFs viel Salz, Zucker und Stärke, jedoch einen geringen Anteil an Protein, Ballaststoffen und Mikronährstoffen. Damit entsprechen sie genau dem Ernährungsmuster, das für ungünstige Gesundheitswirkungen verantwortlich gemacht wird [9, 128]. Eine kritische Bewertung von veganen Ersatzprodukten ist dem zufolge unerlässlich.

BOX 7: Ernährungsmuster, die verzehrfertige UPFs bevorzugen, weisen hohe Gehalte an Salz, Zucker und Stärke, bei geringen Anteilen an Protein, Ballaststoffen und Mikronährstoffen auf.

Die Produktion von Fleischersatzprodukten stieg innerhalb eines Jahres allein in Deutschland um 37% auf 20.000 Tonnen [129]. Nach einer neueren Untersuchung aus Frankreich besteht die tägliche Nahrungsmittelwahl der Bevölkerung zu 31,1% aus UPF [130]. Insbesondere Men-

schen in der Altersgruppe zwischen 18 und 39 Jahren aus einem urbanen Lebensraum sind laut Untersuchung empfänglich für diese Produkte. Aufgrund des wachsenden Markts für UPFs im Bereich der veganen Alternativprodukte ist zu vermuten, dass sich diese Untersuchungsergebnisse auf andere Länder der westlichen Zivilisation übertragen lassen.

Sollte der Anteil von UPFs im Speiseplan von Veganern steigen, ist zu erwarten, dass die Ernährungsvorteile einer pflanzenbasierten Ernährung, die bei traditionellen Zubereitungsformen beobachtet werden, langfristig wegfallen. Auch der Beweggrund, UPFs zu verzehren, um Nährstoffe in angereicherter Form aufzunehmen, sollte kritisch geprüft werden, da der Makro- und Mikronährstoffmangel der Kostform auch mit Hilfe von UPFs nur bedingt aufgefangen werden kann (Tab. 3).

Ein Vergleich zwischen traditionellen Kostformen, die reduziert, arm oder frei von tierischen Produkten sind (flexitarisch, vegetarisch und vegan), mit modernen Kostformen, die im Austausch gegen Fleisch, Eier und Milchprodukte und traditionelle vegane Produkten (zum Beispiel Tofu oder Hummus) pflanzenbasierte, jedoch hoch verarbeitete „Alternativ“-Lebensmittel verwenden, zeigt eindrücklich, dass die Umstellung mit einem deutlich ungünstigeren Nährstoffprofil einhergeht [16]: Zum einen steigt die Aufnahme gesättigter Fettsäuren, Natrium und leicht auch der Verzehr von Zucker. Zum anderen lässt sich ein Rückgang der Zufuhr

von Calcium, Kalium, Magnesium, Zink und Vitamin B12 beobachten. Bei der veganen Kostform geht der Wechsel von traditionell zu modern mit einem Rückgang der Ballaststoffzufuhr um mehr als die Hälfte einher. Auch wenn die Betrachtung einzelner Inhaltsstoffe zur Bewertung der Qualität der Gesamternährung nicht pauschal sinnvoll ist [131], lassen sich aufgrund des geänderten Nährstoffprofils dieser Vergleichsuntersuchung Rückschlüsse auf die Qualität ziehen. So ist das geänderte Kalium-Natrium-Verhältnis ein deutlicher Indikator für einen niedrigeren Anteil an Gemüse und an wenig verarbeiteten Lebensmitteln. Auch der dramatische Rückgang der Ballaststoffzufuhr in der veganen Ernährung weist auf den Einsatz hochverarbeiteter Nahrungsmittel hin. Damit unterscheidet sich die Ernährung aller drei Gruppen (flexitarisch, vegetarisch und vegan) unter Verwendung von veganen UPF-Alternativprodukten kaum von der unerwünschten westlichen (omnivoren) Ernährung („western diet“) mit all ihren Gesundheitsrisiken [9].

Doch nicht nur aus ernährungsphysiologischer und gesundheitlicher Sicht ist der zunehmende Einsatz von hochverarbeiteten Nahrungsmitteln problematisch. Auch aus allergologischer, gastroenterologischer und immunologischer Sicht ist davon auszugehen, dass sich das Fehlen von fermentierbaren Ballaststoffen, sekundären Pflanzenstoffen und anderen wertgebenden natürlichen Inhaltsstoffen negativ auf das Mikrobiom, die Darmbarriere und darüber auch ungünstig auf die Immunantwort auswirken könnte [9, 132, 133]. Zur Vorbeugung von allergischen Erkrankungen wird eine vielfältige Ernährung empfohlen, die aus möglichst frisch zubereiteten Mahlzeiten bestehen sollte [36, 134, 135]. Als protektiv haben sich insbesondere tierische Lebensmittel wie Joghurt, Rohmilch, Eier und Fisch herausgestellt [136, 137, 138].

BOX 8: Ernährungsformen, die sich durch eine hohe Lebensmittelvielfalt und wenig verarbeitete Lebensmittel auszeichnen, sind aus allergologischer, gastroenterologischer und immunologischer Sicht zu bevorzugen.

7. Forschungsbedarf und Forderungen

Forschungsbedarf:

- Beständigkeit und Menge an Speicherproteinen und PR-10 Homologen in ausgewählten Proteinprodukten (Isolaten, Konzentraten) bestimmen
- Allergenaktivität in (hoch-)verarbeiteten Lebensmitteln analysieren
- Verarbeitungsformen hinsichtlich klinischer Relevanz für Allergiker erforschen

Forderungen:

- Proteine/Konzentrate und Isolate genauer bzgl. ihres Proteingehaltes deklarieren
- Liste der deklarationspflichtigen Allergene prüfen und ggf. erweitern
- Deklaration unbeabsichtigter Einträge gesetzlich regeln
- Deklaration „vegan“ nicht nur an der Zutatenliste ausrichten, sondern auch unbeabsichtigte Einträge tierischer Bestandteile erfassen und dies idealerweise juristisch verankern

8. Fazit

Aus allergologischer Sicht ist der augenblickliche Trend zu einer dauerhaften veganen Ernährung kritisch zu betrachten, weil gerade pflanzliche Lebensmittel mit steigendem Lebensalter die häufigsten Allergieauslöser darstellen. Dabei besitzen viele auf dem Markt befindliche hochverarbeitete Produkte ein allergenes Potenzial, das sich in seiner Gesamtheit aufgrund diverser Forschungslücken nicht vollständig erfassen lässt. Im Sinne der Allergieprävention widerspricht eine vegane Ernährung nicht nur der Empfehlung einer vielfältigen Ernährung aus möglichst allen Lebensmittelgruppen, es fehlen insbesondere die Lebensmittel, denen eine Schutzwirkung zugesprochen wird.

Ernährungsphysiologisch bedeutet vegan, dass viele Nährstoffe nicht oder nicht in ausreichender Verfügbarkeit aufgenommen werden. Um die Versorgung mit Vitamin B12, aber auch Calcium, Eisen, Jod, Zink sowie mit hochwertigem Eiweiß und langketigen Omega-3 Fettsäuren (EPA/DHA) sicherzustellen, ist eine intensive Beschäftigung mit dem Thema Ernährung, Zeiteinsatz

und, im Hinblick auf diverse Nährstoffe, eine Supplementation erforderlich. Eine Anreicherung von Lebensmitteln ist in Deutschland eher selten und im Bereich biologisch erzeugter Lebensmittel nur in Ausnahmefällen erlaubt. Ein EuGH-Urteil von 2021 hat dazu geführt, dass calciumangereicherte „Milchersatz“-Produkte mittlerweile eher die Ausnahme als die Regel sind. Dies führt dazu, dass die oft ohnehin schlechte Calciumversorgung noch kritischer wird, wenn von Milch auf sogenannte „Milchersatz“-Produkte ausgewichen wird.

Eine fachkundige ernährungstherapeutische Betreuung ist bei veganer Ernährung oder der Tendenz dazu anzuraten. Besonders kritisch ist eine vegane Ernährung im Säuglings- und Kleinkindalter, da die notwendigen Verzehrmengen die (klein-)kindlichen Kapazitäten oft überschreiten.

Interessenkonflikt

R. Treudler, S. Schnadt, S. van Dullemen, B. Ballmer-Weber, S. Müller und U. Jappe geben an, dass keine Interessenkonflikt besteht.

I. Reese gibt folgende Interessenkonflikte unabhängig von der vorliegenden Arbeit an: *Vortrags- und Expertenhonorare*: AG-PAS e. V., Aimmune Therapeutics Germany GmbH, AlbertZwei media GmbH, ALK-Abelló Arzneimittel GmbH, Beiersdorf Dermo Medical GmbH, BVDD e.V., DAAB e.V., DAEM e.V., Danone Deutschland GmbH, DAPM e.V., DDG e.V., DGAKI, DWA, GPA e.V., GEKA mbH, GWT-TUD GmbH, Helmholtz-Zentrum München, InfectoPharm Arzneimittel und Consilium GmbH, Kneipp-Ärztebund e.V., Leo Pharma GmbH, Medical Project Design, MVS Medizinverlage, Nestlé Deutschland AG, Netz für entzündliche Dermatosen in Hannover e.V., Novartis Pharma GmbH, RG Ärztetfortbildung, Sanomega GmbH, Schweizer Milchproduzenten SMP, SWR, Uniklinikum Augsburg, Uniklinikum TU München, Uniklinikum Marburg, VDD e.V., VDOe e.V., Vfed e.V. *Buchverlage*: Dustri, de Gruyter, Springer, Thieme, Münchner Verlagsgruppe. *Reisekostenersstattung*: DGAKI, EAACI, GA2LEN GAFA. *Beiratstätigkeit*: DAAB, DGAKI.

C. Schäfer gibt folgende Interessenkonflikte unabhängig von der vorliegenden Arbeit an: *Reisekosten, Schulungs- oder*

Autorenhonorar: abbvie, Aimmune, DAAB, DAEM, DGAKI, DGEM, Dustri, GU, MVS-Medizinverlage, Nestlé, Novartis, ROXALL, Sanofi, Springer, Thieme, VFED. *Beiratstätigkeit*: DAAB, NNI, QUETHEB.

K. Beyer hat *Beratungs- bzw. Referentenhonorare* von Danone/Nutricia, Hipp und Nestlé, sowie Forschungsförderung von Danone/Nutricia und Hipp unabhängig von dieser Studie erhalten.

M. Worm hat *Honorare und/oder Beraterhonorare* von folgenden Firmen erhalten: Novartis Pharma GmbH, Sanofi-Aventis Deutschland GmbH, DBV Technologies S.A, Aimmune Therapeutics UK Limited, Regeneron Pharmaceuticals Inc, Leo Pharma GmbH, Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG, ALK-Abelló Arzneimittel GmbH, Lilly Deutschland GmbH, Kymab Limited, Amgen GmbH, Abbvie Deutschland GmbH & Co. KG, Pfizer Pharma GmbH, Mylan Germany GmbH (A Viatris Company), AstraZeneca GmbH und GlaxoSmithKline GmbH & Co. KG.

S. Dölle-Bierke hat Referentenhonorare von ALK und dem DAAB sowie Forschungsförderung vom BMBF (01EA2107B) unabhängig von diesem Manuscript erhalten.

Literatur

- [1] Max-Rubner-Institut. Ergebnisbericht Teil 1, Nationale Verzehrsstudie II. <https://www.mri.bund.de/de/institute/ernaehrungsverhalten/forschungsprojekte/nvsi/>.
- [2] AWA. Allensbacher Markt- und Werbeträgeranalyse vol. abgerufen 2-9-2022. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/445155/umfrage/umfrage-in-deutschland-zur-anzahl-der-veganer/>.
- [3] Skopos-Group. Marktforschungsinstitut <https://www.skopos-group.de/news/13-millionen-deutsche-leben-vegan.html>. 15.11.2016.
- [4] Dinu M, Abbate R, Gensini GF, Casini A, Sofi F. Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: A systematic review with meta-analysis of observational studies. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2017; 57: 3640-3649.
- [5] Dinu M, Pagliai G, Casini A, Sofi F. Mediterranean diet and multiple health outcomes: an umbrella review of meta-analyses of observational studies and randomised trials. *Eur J Clin Nutr.* 2018; 72: 30-43.
- [6] Wang F, Zheng J, Yang B, Jiang J, Fu Y, Li D. Effects of Vegetarian Diets on Blood Lipids: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc.* 2015; 4: e002408.
- [7] Cramer H, Kessler CS, Sundberg T, Leach MJ, Schumann D, Adams J, Lauche R. Characteristics of Americans Choosing Vegetarian and Vegan Di-

- ets for Health Reasons. *J Nutr Educ Behav.* 2017; 49: 561-567.e1.
- [8] Dyett PA, Sabaté J, Haddad E, Rajaram S, Shavlik D. Vegan lifestyle behaviors: an exploration of congruence with health-related beliefs and assessed health indices. *Appetite.* 2013; 67: 119-124.
- [9] Makki K, Deehan EC, Walter J, Bäckhed F. The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. *Cell Host Microbe.* 2018; 23: 705-715.
- [10] Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Heseker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E, Oberritter H, Strohm D, Watzl B. Vegane Ernährung. Position der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). Ernährungs-Umschau. *Forschung & Praxis.* 2016, 63: M220/92-M230/102.
- [11] Rudloff S, Bührer C, Jochum F, Kauth T, Kersting M, Körner A, Koletzko B, Mihatsch W, Prell C, Reinehr T, Zimmer K-P. Vegetarische Kostformen im Kindes- und Jugendalter. *Monatsschr Kinderheilkd.* 2018; 166: 999-1005.
- [12] BLS 3.02; DEBInet. <https://www.ernaehrung.de/lebensmittel/>. 16.09.2022.
- [13] Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAQ Expert Consultation. *FAO Food Nutr Pap.* 2013; 92: 1-66.
- [14] Bickelmann FV, Leitzmann MF, Keller M, Baurecht H, Jochem C. Calcium intake in vegan and vegetarian diets: A systematic review and Meta-analysis. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2022; DOI 10.1080/10408398.2022.2084027.
- [15] Bakaloudi DR, Halloran A, Rippin HL, Oikonomidou AC, Dardavessi Tl, Williams J, Wickramasinghe K, Breda J, Chourdakis M. Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clin Nutr.* 2021; 40: 3503-3521.
- [16] Tso R, Forde CG. Unintended Consequences: Nutritional Impact and Potential Pitfalls of Switching from Animal- to Plant-Based Foods. *Nutrients.* 2021; 13: 2527.
- [17] Weder S, Keller M, Fischer M, Becker K, Alexy U. Intake of micronutrients and fatty acids of vegetarian, vegan, and omnivorous children (1 – 3 years) in Germany (VeChi Diet Study). *Eur J Nutr.* 2022; 61: 1507-1520.
- [18] Simeone G, Bergamini M, Verga MC, Cuomo B, D'Antonio G, Iacono ID, Mauro DD, Mauro FD, Mauro GD, Leonardi L, Minnello VL, Palma F, Scotesi I, Tezza G, Vania A, Caroli M. Do Vegetarian Diets Provide Adequate Nutrient Intake during Complementary Feeding? A Systematic Review. *Nutrients.* 2022; 14: 3591.
- [19] Mathai JK, Liu Y, Stein HH. Values for digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS). *Br J Nutr.* 2017; 117: 490-499.
- [20] Herremans L, Nommensen P, Pennings B, Laus MC. Comprehensive overview of the quality of plant-And animal-sourced proteins based on the digestible indispensable amino acid score. *Food Sci Nutr.* 2020; 8: 5379-5391.
- [21] Pinckaers PJM, Trommelen J, Snijders T, van Loon LJC. The Anabolic Response to Plant-Based Protein Ingestion. *Sports Med.* 2021; 51 (Suppl 1): 59-74.
- [22] Worm M, Reese I, Ballmer-Weber B, Beyer K, Bischoff SC, Bohle B, Brockow K, Claßen M, Fischer PJ, Hamelmann E, Jappe U, Tebbe JK, Klimek L, Koletzko B, Lange L, Lau S, Lepp U, Mahler V, Nemat K, Raithel M, et al. Update Leitlinie zum Management IgE-vermittelter Nahrungsmittelallergien – S2k-Leitline der DGAKI. *Allergologie.* 2021; 44: 488-541.
- [23] Muraro A, de Silva D, Halken S, Worm M, Khaleva E, Arasi S, Dunn-Galvin A, Nwaru BI, De Jong NW, Rodríguez Del Río P, et al. Managing food allergy: GA2LEN guideline 2022. *World Allergy Organ J.* 2022; 15: 100687.
- [24] Reese I, Schäfer C. Einsatz von therapeutischen Spezialnahrungen im Säuglingsalter – Bedarfsdeckung unter veränderten Voraussetzungen. *Allergologie.* 2013; 36: 502-509.
- [25] Destatis: Statistisches Bundesamt. Pressemitteilung vom 01.06.2021. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2021/PD21_22_p002.html.
- [26] Müller M, Canfora EE, Blaak EE. Gastrointestinal Transit Time, Glucose Homeostasis and Metabolic Health: Modulation by Dietary Fibers. *Nutrients.* 2018; 10: 275.
- [27] Lema I, Araújo JR, Rohlion N, Demignot S. Jejunum: The understudied meeting place of dietary lipids and the microbiota. *Biochimie.* 2020; 178: 124-136.
- [28] Fardet A, Rock E. Chronic diseases are first associated with the degradation and artificialization of food matrices rather than with food composition: calorie quality matters more than calorie quantity. *Eur J Nutr.* 2022; 61: 2239-2253.
- [29] Walther B, Guggisberg D, Badertscher R, Egger L, Portmann R, Dubois S, Haldimann M, Kopf-Bolanz K, Rhyn P, Zoller O, Veraguth R, Rezzi S. Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk. *Front Nutr.* 2022; 9: 988707.
- [30] Morency ME, Birken CS, Lebovic G, Chen Y, L'Abbé M, Lee GJ, Maguire JL; TARGET Kids! Collaboration. Association between noncow milk beverage consumption and childhood height. *Am J Clin Nutr.* 2017; 106: 597-602.
- [31] Green A, Nemecek T, Walther B, Mathys A. Environmental impact, micronutrient adequacy, protein quality, and fatty acid profiles of plant-based beverages compared with cow's milk: a sustainability assessment. *Lancet Planet Health.* 2022; 6 (Suppl 1): S8.
- [32] EuGH. Europäischer Gerichtshof Beschluss vom 29.04.2021. https://curia.europa.eu/juris/document/document.jsf;jsessionid=CC4EBA1BAF5652D8BA98AEC199723267?text=&docid=243955&pageIndex=0&doclang=DE&mode=req&dir=&oc_c=first&part=1&cid=306654.
- [33] Reed KE, Camargo J, Hamilton-Reeves J, Kurzer M, Messina M. Neither soy nor isoflavone intake affects male reproductive hormones: An expanded and updated meta-analysis of clinical studies. *Reprod Toxicol.* 2021; 100: 60-67.
- [34] Vandenplas Y, Castrellon PG, Rivas R, Gutiérrez CJ, Garcia LD, Jimenez JE, Anzo A, Hegar B, Alarcon P. Safety of soya-based infant formulas in children. *Br J Nutr.* 2014; 111: 1340-1360.
- [35] Bührer C, Genzel-Boroviczény O, Jochum F, Kauth T, Kersting M, Koletzko B, Mihatsch W, Przyrembel H, Reinehr T, Zimmer P; Ernährungskommission

- der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin. Ernährung gesunder Säuglinge. Monatsschr Kinderheilkd. 2014; 162: 527-538.
- [36] Kopp MV, Muche-Borowski C, Abou-Dakn M, Ahrens B, Beyer K, Blümchen K, Bubel P, Chaker A, Cremer M, Ensenauer R, Gerstlauer M, Gieler U, Hübner IM, Horak F, Klimek L, Koletzko BV, Koletzko S, Lau S, Lob-Corzilius T, Nemat K, et al. S3 guideline Allergy Prevention. Allergol Select. 2022; 6: 61-97.
- [37] EU-Amtsblatt: L304/18 VERORDNUNG (EU) Nr. 1169/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel 2011.
- [38] DAAB. Allergie Konkret. Deutscher Allergie- und Asthmabund; 2019; p. 20-22.
- [39] Dölle-Bierke S, Grünhagen J, Worm M. [Role of vegan diets in food allergies-risk of developing food anaphylaxis?]. Hautarzt. 2022; 73: 208-211.
- [40] Sampson HA, Muñoz-Furlong A, Campbell RL, Adkinson NF Jr, Bock SA, Branum A, Brown SG, Camargo CA Jr, Cydulka R, Galli SJ, Gidudu J, Gruchalla RS, Harlor AD Jr, Hepner DL, Lewis LM, Lieberman PL, Metcalfe DD, O'Connor R, Muraro A, Rudman A, et al. Second symposium on the definition and management of anaphylaxis: summary report – Second National Institute of Allergy and Infectious Disease/Food Allergy and Anaphylaxis Network symposium. J Allergy Clin Immunol. 2006; 117: 391-397.
- [41] Dölle-Bierke S, Schäfer C. Anaphylaxie: Risikoeinschätzung der veganen Lebensmittel. Allergologie. 2021; 44: 277-287.
- [42] Renaudin JM, Beaumont P, Sabouraud D, Dumond P, Liabeuf V, Tscheiller S, Drouet M. Anaphylaxie alimentaire sévère: données recueillies par le Réseau d'Allergo-Vigilance® (2002 – 2017) et allergènes émergents. Rev Fr Allergol. 2017; 57: e3-e7.
- [43] Sharma A, Vashisht S, Mishra R, Gaur SN, Prasad N, Lavasa S, Batra JK, Arora N. Molecular and immunological characterization of cysteine protease from Phaseolus vulgaris and evolutionary cross-reactivity. J Food Biochem. 2022; 46: e14232.
- [44] Cousin M, Verdun S, Seynave M, Vilain AC, Lansiaux A, Decoster A, Sauvage C. Phenotypical characterization of peanut allergic children with differences in cross-allergy to tree nuts and other legumes. Pediatr Allergy Immunol. 2017; 28: 245-250.
- [45] EAACI. Molecular Allergology User Guide 2.0. https://eaaci-cdn-vod02-prod.azureedge.net/KnowledgeHub/education/books/MAUG_2.pdf.
- [46] Keet C, Pistiner M, Plesa M, Szelag D, Shreffler W, Wood R, Dunlop J, Peng R, Dantzer J, Togias A. Age and eczema severity, but not family history, are major risk factors for peanut allergy in infancy. J Allergy Clin Immunol. 2021; 147: 984-991.e5.
- [47] Kotsapas C, Nicolaou N, Haider S, Kerry G, Turner PJ, Murray CS, Simpson A, Custovic A. Early-life predictors and risk factors of peanut allergy, and its association with asthma in later-life: Population-based birth cohort study. Clin Exp Allergy. 2022; 52: 646-657.
- [48] Peters RL, Allen KJ, Dharmage SC, Koplin JJ, Dang T, Tilbrook KP, Lowe A, Tang ML, Gurrin LC; HealthNuts Study. Natural history of peanut al-
- lergy and predictors of resolution in the first 4 years of life: A population-based assessment. J Allergy Clin Immunol. 2015; 135: 1257-66.e1-2.
- [49] Dobbertin-Welsch J, Staudacher O, Yürek S, Trendelenburg V, Tschirner S, Ziegert M, Ahrens F, Millner-Uhlemann M, Büsing S, Striegel A, Ott H, Arens A, Gappa M, Lange L, Gernert S, Niggemann B, Beyer K. Organ-specific symptom patterns during oral food challenge in children with peanut and tree nut allergy. Pediatr Allergy Immunol. 2022; 33: e13778.
- [50] Grabenhenrich LB, Dölle S, Moneret-Vautrin A, Köhli L, Lange L, Spindler T, Ruëff F, Nemat K, Maris I, Rounapedaki E, Scherer K, Ott H, Reese T, Mustakov T, Lang R, Fernandez-Rivas M, Kowalski ML, Bilò MB, Hourihane JO, Papadopoulos NG, et al. Anaphylaxis in children and adolescents: The European Anaphylaxis Registry. J Allergy Clin Immunol. 2016; 137: 1128-1137.e1.
- [51] Baseggio Conrado A, Ierodiakonou D, Gowland MH, Boyle RJ, Turner PJ. Food anaphylaxis in the United Kingdom: analysis of national data, 1998 – 2018. BMJ. 2021; 372: n251. Erratum in: BMJ. 2021; 372: n733.
- [52] Beyer K, Grabenhenrich L, Härtl M, Beder A, Kalb B, Ziegert M, Finger A, Harandi N, Schlags R, Gappa M, Puzzo L, Röblitz H, Millner-Uhlemann M, Büsing S, Ott H, Lange L, Niggemann B. Predictive values of component-specific IgE for the outcome of peanut and hazelnut food challenges in children. Allergy. 2015; 70: 90-98.
- [53] Nilsson C, Berthold M, Mascialino B, Orme ME, Sjölander S, Hamilton RG. Accuracy of component-resolved diagnostics in peanut allergy: Systematic literature review and meta-analysis. Pediatr Allergy Immunol. 2020; 31: 303-314.
- [54] Kansen HM, Le T-M, Knulst AC, Gorissen DMW, van der Ent CK, Meijer Y, van Erp FC. Three-year follow-up after peanut food challenges: Accidental reactions in allergic children and introduction failure in tolerant children. J Allergy Clin Immunol. 2020; 145: 705-707.e7.
- [55] Treudler R, Simon JC. [Severe soy allergy in adults. Is there a role for specific immunotherapy?]. Hautarzt. 2012; 63: 307-312.
- [56] Treudler R, Werner M, Thiery J, Kramer S, Gebhardt C, Averbeck M, Suess A, Simon JC. High risk of immediate-type reactions to soy drinks in 50 patients with birch pollinosis. J Investig Allergol Clin Immunol. 2008; 18: 483-484.
- [57] Ballmer-Weber BK, Holzhauser T, Scibilia J, Mittag D, Zisa G, Ortolani C, Oesterballe M, Poulsen LK, Vieths S, Bindslev-Jensen C. Clinical characteristics of soybean allergy in Europe: a double-blind, placebo-controlled food challenge study. J Allergy Clin Immunol. 2007; 119: 1489-1496.
- [58] Crowell DN, Amasino RM. Induction of Specific mRNAs in Cultured Soybean Cells during Cytokinin or Auxin Starvation. Plant Physiol. 1991; 95: 711-715.
- [59] Treudler R, Franke A, Schmiedeknecht A, Ballmer-Weber B, Worm M, Werfel T, Jappe U, Biedermann T, Schmitt J, Brehler R, Kleinheinz A, Kleine-Tebbe J, Brüning H, Ruëff F, Ring J, Saloga J, Schäkel K, Holzhauser T, Vieths S, Simon JC. BASALIT trial: double-blind placebo-controlled allergen immunotherapy with rBet v 1-FV in birch-related soya allergy. Allergy. 2016; 72: 1243-1253.

- [60] Holzhauser T, Franke A, Treudler R, Schmiedeknecht A, Randow S, Becker WM, Lidholm J, Rösch P, Vieths S, Simon JC. The BASALIT multicentre trial: Gly m 4 quantification for consistency control of challenge meal batches and towards Gly m 4 threshold data. *Mol Nutr Food Res*. 2017; 61: doi: 10.1002/mnfr.201600527. Epub 2016 Dec 5.
- [61] Hefle SL, Lemanske RF Jr, Bush RK. Adverse reaction to lupine-fortified pasta. *J Allergy Clin Immunol*. 1994; 94: 167-172.
- [62] Brennecke S, Becker WM, Lepp U, Jappe U. Anaphylactic reaction to lupine flour. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2007; 5: 774-776.
- [63] Peeters KA, Koppelman SJ, Penninks AH, Lebens A, Bruijnzeel-Koomen CA, Hefle SL, Taylor SL, van Hoffen E, Knulst AC. Clinical relevance of sensitization to lupine in peanut-sensitized adults. *Allergy*. 2009; 64: 549-555.
- [64] Jappe U, Karstedt A, Warneke D, Hellwig S, Böttger M, Riffelmann FW, Treudler R, Lange L, Abraham S, Dölle-Bierke S, Worm M, Wagner N, Ruëff F, Reese G, Knulst AC, Becker WM. Identification and Purification of Novel Low-Molecular-Weight Lupine Allergens as Components for Personalized Diagnostics. *Nutrients*. 2021; 13: 409.
- [65] Jappe U, Vieths S. Lupine, a source of new as well as hidden food allergens. *Mol Nutr Food Res*. 2010; 54: 113-126.
- [66] Muller T, Luc A, Adam T, Jarlot-Chevaux S, Dumond P, Schweitzer C, Codreanu-Morel F, Divaret-Chauveau A. Relevance of sensitization to legumes in peanut-allergic children. *Pediatr Allergy Immunol*. 2022; 33: e13846.
- [67] Cabanillas B, Jappe U, Novak N. Allergy to Peanut, Soybean, and Other Legumes: Recent Advances in Allergen Characterization, Stability to Processing and IgE Cross-Reactivity. *Mol Nutr Food Res*. 2018; 62: 1700446.
- [68] Abrams EM, Gerstner TV. Allergy to cooked, but not raw, peas: a case series and review. *Allergy Asthma Clin Immunol*. 2015; 11: 10.
- [69] Sanchez-Monge R, Lopez-Torrejón G, Pascual CY, Varela J, Martin-Esteban M, Salcedo G. Vicilin and convicilin are potential major allergens from pea. *Clin Exp Allergy*. 2004; 34: 1747-1753.
- [70] Popp J, Trendelenburg V, Niggemann B, Randow S, Völker E, Vogel L, Reuter A, Spiric J, Schiller D, Beyer K, Holzhauser T. Pea (*Pisum sativum*) allergy in children: Pis s 1 is an immunodominant major pea allergen and presents IgE binding sites with potential diagnostic value. *Clin Exp Allergy*. 2020; 50: 625-635.
- [71] Smits M, Verhoeckx K, Knulst A, Welsing P, de Jong A, Houben G, Le TM. Ranking of 10 legumes according to the prevalence of sensitization as a parameter to characterize allergenic proteins. *Toxicol Rep*. 2021; 8: 767-773.
- [72] Faeste CK, Namork E, Lindvik H. Allergenicity and antigenicity of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) proteins in foods. *J Allergy Clin Immunol*. 2009; 123: 187-194.
- [73] Patil SP, Niphadkar PV, Bapat MM. Allergy to fenugreek (*Trigonella foenum graecum*). *Ann Allergy Asthma Immunol*. 1997; 78: 297-300.
- [74] Ohnuma N, Yamaguchi E, Kawakami Y. Anaphylaxis to curry powder. *Allergy*. 1998; 53: 452-454.
- [75] Che CT, Douglas L, Liem J. Case reports of peanut-fenugreek and cashew-sumac cross-reactivity. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2017; 5: 510-511.
- [76] Faeste CK, Christians U, Egaas E, Jonscher KR. Characterization of potential allergens in fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) using patient sera and MS-based proteomic analysis. *J Proteomics*. 2010; 73: 1321-1333.
- [77] Aurich S, Spiric J, Engin A, Simon JC, Mahler V, Treudler R. Report of a Case of IgE-Mediated Anaphylaxis to Fenugreek. *J Investig Allergol Clin Immunol*. 2019; 29: 56-58.
- [78] Joseph NI, Slavin E, Peppers BP, Hostoffer RW Jr. Fenugreek Anaphylaxis in a Pediatric Patient. *Allergy Rhinol (Providence)*. 2018; 9: 2152656718764134.
- [79] Maris I, Dölle-Bierke S, Renaudin JM, Lange L, Koehli A, Spindler T, Hourihane J, Scherer K, Nemat K, Kemen C, Neustädter I, Vogelberg C, Reese T, Yıldız I, Szepfalusi Z, Ott H, Straube H, Papadopoulos NG, Hämerling S, Staden U, et al; Network for Online Registration of Anaphylaxis (NORA). Peanut-induced anaphylaxis in children and adolescents: Data from the European Anaphylaxis Registry. *Allergy*. 2021; 76: 1517-1527.
- [80] Wang J. The Evolving Science of Peanut Allergy. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2019; 7: 387-388.
- [81] Baseggio Conrado A, Patel N, Turner PJ. Global patterns in anaphylaxis due to specific foods: A systematic review. *J Allergy Clin Immunol*. 2021; 148: 1515-1525.e1513.
- [82] Motosue MS, Bellolio MF, Van Houten HK, Shah ND, Campbell RL. Increasing Emergency Department Visits for Anaphylaxis, 2005-2014. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2017; 5: 171-175.e3.
- [83] Johnson J, Malinovschi A, Alving K, Lidholm J, Borres MP, Nordvall L. Ten-year review reveals changing trends and severity of allergic reactions to nuts and other foods. *Acta Paediatr*. 2014; 103: 862-867.
- [84] Brough HA, Caubet JC, Mazon A, Haddad D, Bergmann MM, Wassenberg J, Panetta V, Gourgey R, Radulovic S, Nieto M, Santos AF, Nieto A, Lack G, Eigenmann PA. Defining challenge-proven coexistent nut and sesame seed allergy: A prospective multicenter European study. *J Allergy Clin Immunol*. 2020; 145: 1231-1239.
- [85] Elizur A, Appel MY, Nachshon L, Levy MB, Epstein-Rigbi N, Golobov K, Goldberg MR. NUT Co Reactivity – ACquiring Knowledge for Elimination Recommendations (NUT CRACKER) study. *Allergy*. 2018; 73: 593-601.
- [86] Elizur A, Nachshon L, Levy MB, Epstein-Rigbi N, Goldberg MR; Nut CRACKER study group. Translating tree nut cross-reactivity into clinical practice. *J Allergy Clin Immunol*. 2020; 145: 1480-1481.
- [87] Dreskin SC, Koppelman SJ, Andorf S, Nadeau KC, Kalra A, Braun W, Negi SS, Chen X, Schein CH. The importance of the 2S albumins for allergenicity and cross-reactivity of peanuts, tree nuts, and sesame seeds. *J Allergy Clin Immunol*. 2021; 147: 1154-1163.
- [88] Röntynen P, Kukkonen K, Savinko T, Mäkelä MJ. Optimizing tools for evaluating challenge outcomes in children with cashew nut allergy. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2022; 128: 270-278.
- [89] Lange L, Lasota L, Finger A, Vlajnic D, Büsing S, Meister J, Broekaert I, Pfannenstiel C, Friedrichs F, Price M, Trendelenburg V, Niggemann B, Beyer K. Ana o 3-specific IgE is a good predictor for clini-

- cally relevant cashew allergy in children. *Allergy*. 2017; 72: 598-603.
- [90] *Bastiaan-Net S, Pina-Pérez MC, Dekkers BJW, Westphal AH, America AHP, Ariëns RMC, de Jong NW, Wicher HJ, Mes JJ*. Identification and in silico bioinformatics analysis of PR10 proteins in cashew nut. *Protein Sci*. 2020; 29: 1581-1595.
- [91] *Borres MP, Sato S, Ebisawa M*. Recent advances in diagnosing and managing nut allergies with focus on hazelnuts, walnuts, and cashew nuts. *World Allergy Organ J*. 2022; 15: 100641.
- [92] *van der Valk JP, Gerth van Wijk R, Dubois AE, de Groot H, Reitsma M, Vlieg-Boerstra B, Savelkoul HF, Wicher HJ, de Jong NW*. Multicentre Double-Blind Placebo-Controlled Food Challenge Study in Children Sensitised to Cashew Nut. *PLoS One*. 2016; 11: e0151055.
- [93] *Elizur A, Appel MY, Nachshon L, Levy MB, Epstein-Rigbi N, Koren Y, Holmqvist M, Porsch H, Lidholm J, Goldberg MR*. Cashew oral immunotherapy for desensitizing cashew-pistachio allergy (NUT CRACKER study). *Allergy*. 2022; 77: 1863-1872.
- [94] *McWilliam V, Koplin J, Lodge C, Tang M, Dharmage S, Allen K*. The Prevalence of Tree Nut Allergy: A Systematic Review. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2015; 15: 54.
- [95] *Burney PG, Potts J, Kummeling I, Mills EN, Clausen M, Dubakiene R, Barreales L, Fernandez-Perez C, Fernandez-Rivas M, Le TM, Knulst AC, Kowalski ML, Lidholm J, Ballmer-Weber BK, Braun-Fahlander C, Mustakov T, Kralimarkova T, Popov T, Sakellariou A, Papadopoulos NG, et al*. The prevalence and distribution of food sensitization in European adults. *Allergy*. 2014; 69: 365-371.
- [96] *Datema MR, Zuidmeer-Jongejan L, Asero R, Barreales L, Belohlavkova S, de Blay F, Bures P, Clausen M, Dubakiene R, Gislason D, Jedrzejczak-Czechowicz M, Kowalski ML, Knulst AC, Kralimarkova T, Le TM, Lovegrove A, Marsh J, Papadopoulos NG, Popov T, Del Prado N, et al*. Hazelnut allergy across Europe dissected molecularly: A EuroPrevall outpatient clinic survey. *J Allergy Clin Immunol*. 2015; 136: 382-391.
- [97] *Masthoff LJ, van Hoffen E, de Reus A, Boonacker CW, Bruijnzeel-Koomen CA, Pasmans SG, Knulst AC*. Hazelnut allergy differs between children and adults in frequency of severity, aetiology and relevance of diagnostic parameters. *Clin Exp Allergy*. 2014; 44: 1539-1545.
- [98] *Grabenhenrich L, Trendelenburg V, Bellach J, Yürek S, Reich A, Fiandor A, Rivero D, Sigurdardottir S, Clausen M, Papadopoulos NG, Xepapadaki P, Sprinkelman AB, Dontje B, Roberts G, Grimshaw K, Kowalski ML, Kurowski M, Dubakiene R, Rudzeviciene O, Fernández-Rivas M, et al*. Frequency of food allergy in school-aged children in eight European countries-The EuroPrevall-iFAAM birth cohort. *Allergy*. 2020; 75: 2294-2308.
- [99] *Masthoff LJ, Mattsson L, Zuidmeer-Jongejan L, Lidholm J, Andersson K, Akkerdaas JH, Versteeg SA, Gario C, Meijer Y, Kentie P, Versluis A, den Hartog Jager CF, Bruijnzeel-Koomen CA, Knulst AC, van Ree R, van Hoffen E, Pasmans SG*. Sensitization to Cor a 9 and Cor a 14 is highly specific for a hazelnut allergy with objective symptoms in Dutch children and adults. *J Allergy Clin Immunol*. 2013; 132: 393-399.
- [100] *Caffarelli C, Mastorilli C, Santoro A, Criscione M, Procaccianti M*. Component-Resolved Diagnosis of Hazelnut Allergy in Children. *Nutrients*. 2021; 13: 640.
- [101] *Ovadia A, Yoffe S, Orr YB, Tasher D, Dalal I, Sesame-allergic patients can tolerate intact sesame seeds food challenge. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2022; 10: 336-338.*
- [102] *Blom WM, Michelsen-Huisman AD, van Os-Medendorp H, van Duijn G, de Zeeuw-Brouwer ML, Versluis A, Castenmiller JJM, Noteborn HPJM, Kruizinga AG, Knulst AC, Houben GF*. Accidental food allergy reactions: Products and undeclared ingredients. *J Allergy Clin Immunol*. 2018; 142: 865-875.
- [103] *Warren CM, Chadha AS, Sicherer SH, Jiang J, Gupta RS*. Prevalence and Severity of Sesame Allergy in the United States. *JAMA Netw Open*. 2019; 2: e199144.
- [104] *Li PH, Gunawardana N, Thomas I, Ue KL, Siew L, Watts TJ, Bintcliffe K, Haque R, Rutkowski K, Skypala I, Till SJ*. Sesame allergy in adults: Investigation and outcomes of oral food challenges. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2017; 119: 285-287.
- [105] *Turner PJ, Gretzinger M, Patel N, Brough HA, Chinthrajah RS, Ebisawa M, Elizur A, Koplin JJ, Peters RL, Purington N, Nowak-Wegrzyn A, Saf S, Sampson HA, Westerhout J, Blom WM, Baumert JL, Houben GF, Remington BC*. Updated threshold dose-distribution data for sesame. *Allergy*. 2022; 77: 3124-3162.
- [106] *Armentia A, Castrodeza J, Ruiz-Muñoz P, Martínez-Quesada J, Postigo I, Herrero M, Gonzalez-Sagrado M, de Luis D, Martín-Armentia B, Guisantes JA*. Allergic hypersensitivity to cannabis in patients with allergy and illicit drug users. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2011; 39: 271-279.
- [107] *Armentia A, Herrero M, Martín-Armentia B, Rihs HP, Postigo I, Martínez-Quesada J*. Molecular diagnosis in cannabis allergy. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2014; 2: 351-352.
- [108] *Faber MA, Van Gasse AL, Decuyper II, Uyttebroek A, Sabato V, Hagendorens MM, Bridts CH, De Clerck LS, Fernandez-Rivas M, Pascal M, Diaz-Perales A, Ebo DG*. IgE-reactivity profiles to non-specific lipid transfer proteins in a northwestern European country. *J Allergy Clin Immunol*. 2017; 139: 679-682.e5.
- [109] *Larramendi CH, López-Matas MÁ, Ferrer A, Huertas AJ, Pagán JA, Navarro LÁ, García-Abujeta JL, Andreu C, Carnés J*. Prevalence of sensitization to Cannabis sativa. Lipid-transfer and thaumatin-like proteins are relevant allergens. *Int Arch Allergy Immunol*. 2013; 162: 115-122.
- [110] *de Larramendi CH, Carnés J, García-Abujeta JL, García-Endrino A, Muñoz-Palomino E, Huertas AJ, Fernández-Caldas E, Ferrer A*. Sensitization and allergy to Cannabis sativa leaves in a population of tomato (*Lycopersicon esculentum*)-sensitized patients. *Int Arch Allergy Immunol*. 2008; 146: 195-202.
- [111] *Skypala IJ, Jeimy S, Brucker H, Nayak AP, Decuyper II, Bernstein JA, Connors L, Kanani A, Klimek L, Lo SCR, Murphy KR, Nanda A, Poole JA, Walusiak-Skorupa J, Sussman G, Zeiger JS, Goodman RE, Ellis AK, Silvers WS, Ebo DG; International Cannabis Allergy Collaboration*. Cannabis-related allergies: An international overview and consensus recommendations. *Allergy*. 2022; 77: 2038-2052.

- [112] Burkhardt JG, Chapa-Rodriguez A, Bahna SL. Gluten sensitivities and the allergist: Threshing the grain from the husks. *Allergy*. 2018; 73: 1359-1368.
- [113] Quirce S, Diaz-Perales A. Diagnosis and management of grain-induced asthma. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2013; 5: 348-356.
- [114] Sievers S, Rawel HM, Ringel KP, Niggemann B, Beyer K. Wheat protein recognition pattern in tolerant and allergic children. *Pediatr Allergy Immunol*. 2016; 27: 147-155.
- [115] Cianferoni A. Wheat allergy: diagnosis and management. *J Asthma Allergy*. 2016; 9: 13-25.
- [116] Brockow K, Kneissl D, Valentini L, Zelger O, Grosber M, Kugler C, Werich M, Darsow U, Matsuo H, Morita E, Ring J. Using a gluten oral food challenge protocol to improve diagnosis of wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis. *J Allergy Clin Immunol*. 2015; 135: 977-984.e4.
- [117] Christensen MJ, Eller E, Mortz CG, Brockow K, Bindslev-Jensen C. Wheat-Dependent Cofactor-Augmented Anaphylaxis: A Prospective Study of Exercise, Aspirin, and Alcohol Efficacy as Cofactors. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2019; 7: 114-121.
- [118] Christensen MJ, Eller E, Mortz CG, Brockow K, Bindslev-Jensen C. Exercise Lowers Threshold and Increases Severity, but Wheat-Dependent, Exercise-Induced Anaphylaxis Can Be Elicited at Rest. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2018; 6: 514-520.
- [119] Kraft M, Dölle-Bierke S, Renaudin JM, Ruëff F, Scherer Hofmeier K, Treudler R, Pföhler C, Hawranek T, Poziomkowska-Gęsicka I, Jappe U, Christoff G, Müller S, Fernandez-Rivas M, García BE, De Vicente Jiménez TM, Cardona V, Kleinheinz A, Kreft B, Bauer A, Wagner N, et al. Wheat Anaphylaxis in Adults Differs from Reactions to Other Types of Food. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2021; 9: 2844-2852.e5.
- [120] Felber J, Bläker H, Fischbach W, Koletzko S, Laaß M, Lachmann N, Lorenz P, Lynen P, Reese I, Scherf K, Schuppan D, Schumann M, Aust D, Baas S, Beisel S, de Laffolie J, Duba E, Holtmeier W, Lange L, Loddenkemper C, et al. Aktualisierte S2k-Leitlinie Zöliakie der Deutschen Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten (DGVS). *Z Gastroenterol*. 2022; 60: 790-856.
- [121] Scherf KA, Brockow K, Biedermann T, Koehler P, Wieser H. Wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis. *Clin Exp Allergy*. 2016; 46: 10-20.
- [122] Belitz H, Grosch W, Schieberle P. Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Berlin – Heidelberg: Springer-Verlag; 2008.
- [123] Sievers S, Rohrbach A, Beyer K. Wheat-induced food allergy in childhood: ancient grains seem no way out. *Eur J Nutr*. 2020; 59: 2693-2707.
- [124] Waßmann A, Schäfer C. Weizenallergie: eine allergologische und ernährungstherapeutische Herausforderung. *Allergologie*. 2014; 37: 466-475.
- [125] Destatis: Statistisches Bundesamt Pressemitteilung 14.05.21. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/05/PD21_N033_42.html.
- [126] Monteiro C. NOVA. The star shines bright. *World Nutrition*. 2016; 7: 28-38.
- [127] Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, Moubarac JC, Louzada ML, Rauber F, Khandpur N, Cediel G, Neri D, Martinez-Steele E, Baraldi LG, Jaime PC. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public Health Nutr*. 2019; 22: 936-941.
- [128] Scrinis G, Monteiro C. From ultra-processed foods to ultra-processed dietary patterns. *Nat Food*. 2022; 3: 671-673.
- [129] Destatis: Statistisches Bundesamt. Pressemitteilung vom 21.07.2020. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2020/PD20_30_p002.html.
- [130] Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. *EFSA J*. 2015; 13: 1-8.
- [131] Barabási A-L, Menichetti G, Loscalzo J. The unmapped chemical complexity of our diet. *Nat Food*. 2020; 1: 33-37.
- [132] Venter C, Meyer RW, Greenhawt M, Pali-Schöll I, Nwaru B, Roduit C, Untersmayr E, Adel-Patient K, Agache I, Agostoni C, et al. Role of dietary fiber in promoting immune health – An EAACI position paper. *Allergy*. 2022; 77: 3185-3198.
- [133] Forde B, Yao L, Shah R, Murphy S, Lunjani N, O'Mahony L. Immunomodulation by foods and microbes: Unravelling the molecular tango. *Allergy*. 2022; 77: 3513-3526.
- [134] Venter C, Greenhawt M, Meyer RW, Agostoni C, Reese I, du Toit G, Feeney M, Maslin K, Nwaru B, Roduit C, Untersmayr E, Vlieg-Boerstra B, Pali-Schöll I, Roberts GC, Smith P, Akdis CA, Agache I, Ben-Adallah M, Bischoff S, Frei R, et al. EAACI position paper on diet diversity in pregnancy, infancy and childhood: Novel concepts and implications for studies in allergy and asthma. *Allergy*. 2020; 75: 497-523.
- [135] Aitoro R, Paparo L, Amoroso A, Di Costanzo M, Cosenza L, Granata V, Di Scala C, Nocerino R, Trinchese G, Montella M, Ercolini D, Berni Canani R. Gut Microbiota as a Target for Preventive and Therapeutic Intervention against Food Allergy. *Nutrients*. 2017; 9: 672.
- [136] Roduit C, Frei R, Depner M, Schaub B, Loss G, Genuneit J, Pfefferle P, Hyvärinen A, Karvonen AM, Riedler J, Dolphin JC, Pekkanen J, von Mutius E, Braun-Fahrlander C, Lauener R; PASTURE study group. Increased food diversity in the first year of life is inversely associated with allergic diseases. *J Allergy Clin Immunol*. 2014; 133: 1056-1064.
- [137] Stampfli M, Frei R, Divaret-Chauveau A, Schmausser-Hechfellner E, Karvonen AM, Pekkanen J, Riedler J, Schaub B, von Mutius E, Lauener R, Roduit C; Protection against Allergy-Study in Rural Environments Study Group. Inverse associations between food diversity in the second year of life and allergic diseases. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2022; 128: 39-45.
- [138] Brick T, Hettinga K, Kirchner B, Pfaffl MW, Ege MJ. The Beneficial Effect of Farm Milk Consumption on Asthma, Allergies, and Infections: From Meta-Analysis of Evidence to Clinical Trial. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2020; 8: 878-889.e3.

CME-Fragen zu diesem Artikel

Besuchen Sie den Online-Kurs zu diesem Artikel unter:

<https://cme.medcram.de/deutsche-gesellschaft-fuer-allergologie/>

Hier finden Sie auch Online-Kurse zu anderen Artikeln aus der *Allergologie*.



1. Welche Aussage ist richtig?

Eine pflanzenbasierte Kost

- A ist immer eine vegane Kost.
- B wird in ihrer Maximalform, der veganen Ernährung, zum überwiegenden Teil aus Gesundheitsgründen durchgeführt.
- C geht als mediterrane Ernährung (d. h. inkl. tierischer Lebensmittel) mit einer signifikanten Minderung kardiovaskulärer Risiken einher.
- D ist ganz unabhängig vom Lebensstil ein Schutzfaktor hinsichtlich Zivilisationskrankheiten.
- E ist in Hinblick auf den Erhalt von Gesundheit unabhängig vom Verarbeitungsgrad der verzehrten Lebensmittel zu betrachten.

2. Welche Aussage ist richtig?

Eine vegane Lebensweise macht die tägliche Ein- bzw. Aufnahme von ... unumgänglich:

- A Vitamin B1
- B Omega-6-Fettsäuren
- C Kohlenhydrate
- D qualitativ hochwertigem Eiweiss
- E Folsäure

3. Welche Aussage ist richtig?

Die VeChi Diet Study hat gezeigt, dass

- A eine vegane Ernährung im Kleinkindalter für alle Mikronährstoffe bedarfsdeckend realisiert wird.
- B eine vegetarische Ernährung im Kleinkindalter für alle Mikronährstoffe bedarfsdeckend realisiert wird.
- C eine omnivore Ernährung im Kleinkindalter für alle Mikronährstoffe bedarfsdeckend realisiert wird.
- D die Calcium- und Jodversorgung insbesondere bei veganer Ernährung unzureichend war.
- E bei der Ernährung von Kleinkindern kein Handlungsbedarf besteht.

4. Welche Aussage ist richtig?

Günstige Voraussetzungen für eine nährstoffbedarfsdeckende vegane Ernährung sind:

- A kompliziertes Essverhalten
- B Bevorzugung von zucker- und stärkehaltigen Nahrungsmitteln
- C Verwendung hochwertiger, möglichst wenig verarbeiteter Lebensmittel und Supplementation kritischer Nährstoffe
- D Ablehnung von Supplementen
- E ausgeprägte Vorlieben und Abneigungen von Lebensmittel

5. Welche Aussage ist richtig?

Konzentrate und Isolate

- A kommen in der veganen Ernährung kaum zum Einsatz.
- B stellen keine Herausforderungen für die Verdauungskapazitäten dar.
- C sind allergologisch unbedenklich.
- D kommen nur nach Prüfung der Allergenität in den Verkauf.
- E werden eingesetzt, um die ausreichende Bedarfsdeckung von Eiweiss zu erleichtern.

6. Welche Aussage ist richtig?

Pflanzenbasierte Drinks

- A werden als Milchalternativen angeboten, obwohl wertgebende Inhaltsstoffe der Milch meist nicht enthalten sind.
- B müssen angereichert sein, um Nährstoffmängeln vorzubeugen.
- C sind eine gute Möglichkeit zur adäquaten Calciumaufnahme.
- D sind zu ungesüßt zu bevorzugen.
- E auf Sojabasis sollten nicht als Milchalternative eingesetzt werden.

7. Welche Aussage ist richtig?

Das Label „vegan“ wird vergeben, wenn ein Produkt

- A keine tierischen Lebensmittel enthält.
- B keine tierischen Zusatzstoffe enthält.
- C frei von Milch und Ei ist.
- D keine tierischen Zutaten enthält.
- E keine tierischen Allergieauslöser enthält.

8. Welche Aussage ist richtig?

Nahrungsmittelinduzierte Anaphylaxien

- A treten im Erwachsenenalter häufig auf Cashew auf.
- B werden vor allem durch solche Nahrungsmittel ausgelöst, die die Eiweissversorgung bei veganer Ernährung sicherstellen.
- C sind zu vernachlässigen.
- D treten ab dem Jugendalter hauptsächlich auf tierische Nahrungsmittel auf.
- E treten bei Kindern sehr oft abhängig von Co-Faktoren auf.

9. Welche Aussage ist richtig?

Erbse wird in der Lebensmittelindustrie vermehrt eingesetzt, weil

- A keine Allergene für Erbse beschrieben sind.
- B Erbse wie andere Allergieauslöser deklariert werden muss.
- C Erbse im Gegensatz zu Soja kein Bet v 1 Homolog enthält.
- D Erbse aufgrund seiner vielfältigen technologischen Eigenschaften interessant ist.
- E Erbse eine mit tierischem Eiweiss vergleichbare Proteinqualität aufweist.

10. Welche Aussage ist richtig?

Ultra-gekochte Lebensmittel werden auch im Bereich veganer Lebensmittel vermehrt angeboten,

- A obwohl sie aufgrund ihres hohen Verarbeitungsgrads mit ähnlich ungünstigen Wirkungen assoziiert werden wie eine typisch westliche Ernährung (Western Diet).
- B weil sie von den Fachgesellschaften explizit bei veganer Ernährung empfohlen werden.
- C weil sie sich durch besondere Hochwertigkeit hinsichtlich ihrer Inhaltsstoffe auszeichnen.
- D weil sie mit günstigen Wirkungen auf die Gesundheit assoziiert sind.
- E weil sie unbedingt in einer veganen Ernährung enthalten sein sollten.