

Alternative Proteinquellen – Herausforderungen, Rahmenbedingungen und Lebensmittelsicherheit

H. Broll, S. Broll, C. Garino, U. M. Herfurth und M. Winkel

Entsprechend der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (*Food and Agriculture Organization*; FAO) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) besteht „eine nachhaltige und gesunde Ernährung aus Ernährungsmustern, die alle Aspekte der Gesundheit und des Wohlbefindens einer Person fördern; geringe Auswirkungen auf die Umwelt haben und wenig Umweltbelastung verursachen; verfügbar, bezahlbar, sicher und fair sind und kulturell akzeptiert werden“ (FAO und WHO, 2019).

Es ist fast schon trivial zu berichten, dass die Weltbevölkerung bis Mitte der 2080er-Jahre auf 10 Milliarden Menschen anwachsen wird, wovon der Großteil in den heutigen Ländern des globalen Südens leben wird. Die deutlich höheren Geburtenraten in den Ländern Afrikas tragen zu dem Bevölkerungswachstum bei, deren junge Altersstruktur (50% < 15 Jahren) wird es in den kommenden Jahren verstärken. Ein erheblich ansteigender weltweiter Bedarf an Nahrungsmitteln und Energie ist somit zu erwarten.

Das auf globaler Ebene abzusehende Protein-Defizit könnte, zumindest teilweise, mithilfe alternativer Proteinquellen gedeckt werden.

Gegenwärtig wird der globale Proteinbedarf zu 57% aus Pflanzen, zu 18% aus Fleischprodukten und zu 10% aus Milcherzeugnissen gedeckt (MRI, 2025). Die relative Bedeutung der verschiedenen Proteinquellen ist regional jedoch sehr verschieden: Während Fleisch und Fisch einen Großteil der Proteinzufuhr in Australien, Amerika, China, Japan und Europa ausmachen, ist der Anteil tierischer Proteine in der Ernährung in Indien und Subsahara-Afrika vergleichsweise gering.

Im Allgemeinen wird der Begriff „alternative Proteinquellen“, als Ersatz für traditionelle tierische Proteinquellen wie Fleisch, Milchprodukte oder Eier verwendet. Sie wurden entwickelt, um dem modernen Lebensstil neue Produkte zu bieten, unterscheiden sich jedoch in ihrer Herkunft und zeichnen sich in der Regel durch eine geringere Umweltbelastung aus.

Der Begriff „alternativ“ ist zwar weit verbreitet, kann jedoch kulturell voreingenommen sein, da er eine westliche, fleischzentrierte Weltanschauung widerspiegelt, in der tierische Proteine als Norm gelten und alle anderen als Abweichungen oder Ersatzprodukte angesehen werden. Alternative Proteinquellen haben schon heute eine weite Verbreitung in Industrieländern. Das Spektrum der alternativen Proteinquellen umfasst pflanzliche Materialien wie Leguminosen, Getreide, Ölsaaten, Soja und Weizenproteinen; insbesondere sogenannte Fleischersatzerzeugnisse sind aus den Supermarktregalen nicht mehr wegzudenken. Die hohe Nachfrage dieser Produkte zeigt sich sowohl in stark anziehenden Verkaufszahlen als auch in steigenden Produktionsmengen. Trotzdem stellen diese alternativen Produkte bisher nur einen niedrig-prozentigen Anteil am gesamten Lebensmittelmarkt da. Auch Produkte tierischen Ursprungs wie beispielsweise Insekten, aber auch Einzeller und rekombinante Proteine, die aus Mikro- und Makroalgen,

Tabelle 1: Verschiedene alternative Proteinquellen

Alternative Proteinquellen	Beschreibung	Beispiel	Rechtlicher Rahmen
Pflanzenproteine	Proteine pflanzlichen Ursprungs	Erbsenprotein, Soja, Tofu, vegane Salami	Kann ggfs. als neuartiges Lebensmittel eingestuft werden
Pilz	Durch Fermentation gewonnenes Mykoprotein aus Pilzen	Quorn, Nahrungsergänzungsmittel, Fleischersatzerzeugnisse	Wird in der Regel als neuartiges Lebensmittel eingestuft
Insekten	Bestimmte Insektenarten werden gezielt als Lebens- oder Futtermittel gezüchtet	Insektenmehl, ganze Insekten, Insektensnacks	Wird als neuartiges Lebensmittel eingestuft
Algen	Mikro- und Makroalgen mit hohem Proteingehalt	Pulver, Algensnack, Algenenergieiegel, Nahrungsergänzungsmittel	Wird in der Regel als neuartiges Lebensmittel eingestuft
Präzisionsfermentation	Einsatz von Mikroorganismen, die durch gentechnische Verfahren verändert wurden, um gezielt Proteine, wie Enzyme und andere Substanzen herzustellen	Milchproteine	Unterliegt der Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 bzgl. gentechnisch veränderter Lebens- und Futtermittel
Zellkultur	Im Labor gezüchtete fleischähnliche Gewebestruktur, basierend auf tierischen Zellen	Kultiviertes Fleisch	Wird als neuartiges Lebensmittel eingestuft

Pilzen, Bakterien und Hefen, sowie neue moderne Herstellungsprozesse, die völlig neue Lebens- und Futtermittelprodukte ermöglichen, werden als Alternativen vermehrt angeboten. In den vergangenen Jahren hat es einen Innovationsschub durch enorme Investitionen in die Entwicklung von Produkten gegeben, die entweder alternative Proteine enthalten oder daraus bestehen und somit in Aussehen und Konsistenz tierischen Produkten ähneln. Die Proteinquellen entwickeln sich dabei von einem hauptsächlich auf Tieren basierenden System hin zu mehr diversifizierten Kategorien (Tabelle 1). Ein Teil der alternativen Proteinquellen (Insekten und Algen) wird Global schon von einem Drittel der Weltbevölkerung in ihrer täglichen Ernährung genutzt.

Im Folgenden sollen insbesondere Herausforderungen im Zusammenhang mit alternativen Proteinen kurz dargestellt, rechtliche Aspekte aufgezeigt, lebensmittelsicherheitsrelevante Fragen erörtert und abschließend Verbraucherreaktionen diskutiert werden.

Die Entwicklung alternativer Proteine – etwa pflanzenbasierter Fleischersatz, kultiviertes Fleisch aus Zellkulturen oder mikrobiell gewonnene Proteine (z.B. aus Algen, Pilzen oder Fermentation) – stellen in den verschiedenen Stufen der Produktionskette von der Rohstoffverarbeitung bis hin zur Sensorik des Endprodukts technologische Herausforderungen dar. Viele Konsumentinnen und Konsumenten erwarten, dass alternative Produkte wie Fleisch schmecken, riechen und sich im Mund genauso anfühlen. Auch die Nachbildung der Faserstruktur von Fleisch, der Bräunung beim Anbraten („Maillard-Reaktion“) oder die Saftigkeit und Bissfestigkeit sind Kriterien, ob die Kundin oder der Kunde im Supermarkt die Produkte kauft oder nicht. Um diese gewünschten Eigenschaften zu erhalten, werden Technologien wie Extrusion, 3D-Druck, Fermentation mit Hefe/Bakterien zur Aromabildung etc. eingesetzt. Besonders funktionelle Eigenschaften pflanzlicher Proteine (z. B. aus Erbse, Soja, Lupine) unterscheiden sich von tierischen Proteinen, nicht zuletzt auch beim Kochen, Backen oder anderen Verarbeitungsschritten. Beispielsweise Aufschäumung, Emulgierbarkeit, Gelbildung, Wasserbindung – alles wichtige Eigenschaften für Fleisch- und Milchersatz, die durch die Modifikation mithilfe von physikalischen (z.B. Hochdruck) und / oder enzymatischen Verfahren beeinflussbar sind. Weitere Her-

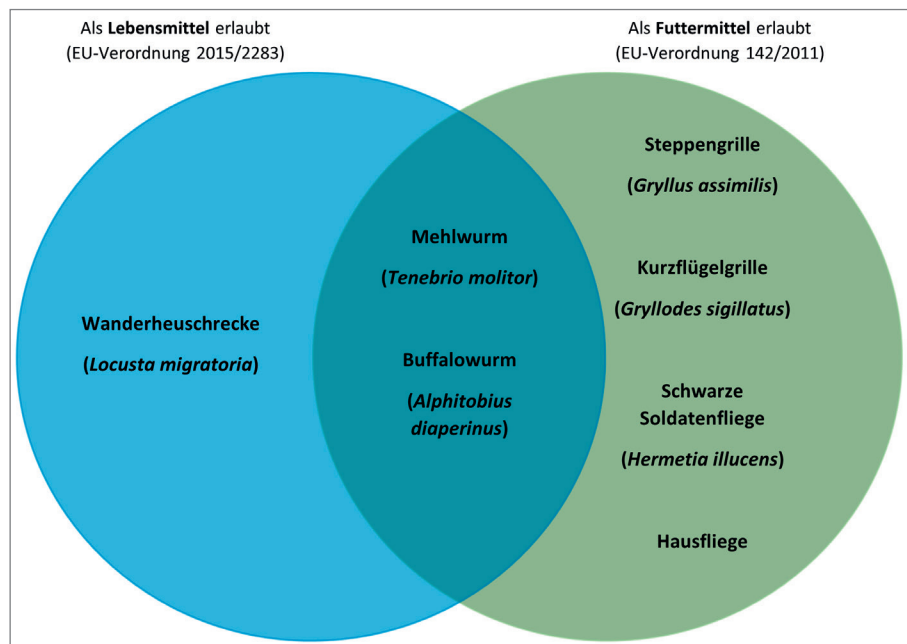


Abb. 1: Verarbeitetes tierisches Protein von zugelassenen Insekten für Lebens- bzw. Futtermitteln.

ausforderungen betreffen die Skalierbarkeit beispielsweise von kultiviertem Fleisch. Während die Herstellung im Labormaßstab bereits gut funktioniert, ist die industrielle Produktion durch kostenintensive Bestandteile, wie etwa die benötigten Nährmedien (insbesondere das fötale Kälberserum), noch teuer und ineffizient. Zudem müssen entsprechende Bioreaktoren für das Zellwachstum erst noch entwickelt und optimiert werden. Auch die Strukturgebung (Gerüste/Scaffolds) zur Nachbildung von Muskelgewebe ist eine angestrebte Eigenschaft, die in großem Maßstab erst noch etabliert werden muss (z.B. aus Algen oder Cellulose).

Alternative Proteine versprechen Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz

Die FAO definiert eine nachhaltige Ernährungsweise als solche, die durch geringe Umweltauswirkungen bei der Lebensmittelproduktion und Ernährungssicherheit zu einer gesunden Lebensweise für heutige und spätere Generationen beitragen kann. Die Produktion alternativer Proteine ist im Vergleich zur Fleischproduktion oft umweltfreundlicher, jedoch stark von den Produktionsmethoden abhängig. Ihnen wird eine zentrale Rolle bei der Transformation hin zu emissionsarmen Ernährungssystemen zugeschrieben. Allerdings sind einige Herstellungsprozesse derzeit noch sehr energieintensiv, was die Umweltbilanz einzelner Produkte beeinträchtigen kann. Hoher Wasser-,

Energie- oder Rohstoffverbrauch kann die Nachhaltigkeitsvorteile mancher alternativer Proteinquellen erheblich schmälern, je nach verwendeten Produktionsverfahren. Insekten, Mikroorganismen und Algen haben einen geringen Platzbedarf, was sicherlich ein Vorteil darstellen kann.

Alternative Proteinquellen = Neuartige Lebensmittel?

Auf der rechtlichen Ebene gelten für alternative Proteinquellen dieselben Voraussetzungen wie für Lebensmittel allgemein. Sie müssen für den menschlichen Verzehr geeignet sein und dürfen der Gesundheit nicht schaden. Auch Futtermittel sind davon nicht ausgenommen. Ob Inhaltsstoffe, Zusatzstoffe, Rückstände und Kontaminanten, das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) bewertet sowohl Lebensmittel als auch Futtermittel und erstellt wissenschaftliche Gutachten zu Fragen rund um deren Sicherheit in Bezug auf die menschliche und/oder tierische Gesundheit.

Lebensmittel, die vor dem 15. Mai 1997 nicht im nennenswerten Umfang in der Europäischen Union (EU) im Handel waren, gelten als sogenannte „Neuartige Lebensmittel“ (*Novel Foods*) und benötigen eine Zulassung bevor sie in den Handel gelangen dürfen (Verordnung [EU] Nr. 2015/2283; Europäisches Parlament, 2011). Im Rahmen des Zulassungsverfahrens wird auch die gesundheitliche Unbedenklichkeit des Produkts

durch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (*European Food Safety Authority* [EFSA]) geprüft. Das Ergebnis dieser Prüfung dient der Europäischen Kommission bzw. den dort vertretenen Mitgliedstaaten als Grundlage für die Entscheidung, ob das Lebensmittel in den EU-Handel gelangen darf. Da es sich um ein europaweit harmonisiertes Verfahren handelt, sind diese Produkte nach erfolgter Zulassung in allen Mitgliedstaaten verkehrsfähig. Eine Liste über die bereits zugelassenen neuartigen Lebensmittel und weiterführende Informationen sind im folgenden Link zu finden: <https://ec.europa.eu/food/food-feed-portal/screen/novel-food-catalogue/search>.

Als Beispiele für neuartige Lebensmittel sind bestimmte Insektenarten, Rinderlactoferrin in Nahrungsergänzungsmitteln oder aber auch Hanfsamen mit definierten Höchstgehalten an Delta-9-Tetrahydrocannabinol-Äquivalenten zu nennen. Allen Produkten gemeinsam ist die fehlende „History of Safe Use“, also die Verzehrgeschichte vor 1997 in der EU. Im Rahmen des gesundheitlichen Verbraucherschutzes und des Vorsorgeprinzips, ist daher eine eingehende Risikobewertung notwendig, in die teilweise auch das BfR eingebunden ist. Auch im Rahmen der Zulassung von traditionellen Produkten, die in der o.g. Verordnung erwähnt sind, ist u.a. das BfR involviert – nicht regulatorisch, aber mit wissenschaftlichen Bewertungen.

Lebens- und Futtermittelsicherheit alternativer Proteine

Gesundheitliche Risiken können durch potenziell gesundheitsschädliche Stoffe und Krankheitserreger entstehen, die als Kontaminanten in den Rohstoffen vorkommen, während des Herstellungsprozesses entstehen oder in das Produkt eingetragen werden. Wie bei anderen Lebensmitteln auch können Hygienemängel oder Fehler beim Temperaturmanagement das Risiko von lebensmittelbedingten Erkrankungen erhöhen. Auf Basis der aktuellen Literatur lassen sich allerdings keine neuen Krankheitserreger, die spezifisch mit alternativen Proteinquellen assoziiert sind, erkennen (<https://www.bfr.bund.de/fragen-und-antworten/thema/lupinen-insekten-oder-fleisch-aus-dem-labor-wie-steht-es-um-die-gesundheitliche-bewertung-alternativer-eiweissquellen/>). Gegenwärtig gibt es jedoch nur begrenzte Erfahrungen mit einigen Technologien zur Herstellung und Weiterverarbei-

tung der neuen Proteinquellen. Dies stellt neue Herausforderungen an, z.B. die Verwendung neuer Rohstoffe, Produktionshygiene oder Inaktivierungsverfahren. Darüber hinaus können gesundheitliche Beeinträchtigungen durch bestimmte Viren und Bakterien auftreten. Beispielsweise sind kultivierte Zellen lebendige Organismen, die genauso wie die Zellen im lebenden Tier anfällig für Infektionen oder Mutationen sind. Im Gegensatz dazu verfügen die kultivierten Zellen jedoch nicht über den Schutz des körpereigenen Immunsystems. Für das Wachstum der kultivierten Zellen werden Kulturmedien benötigt, die Stoffe enthalten, deren gesundheitliche Unbedenklichkeit nicht eindeutig geklärt ist. Bisher wird für die Zellkultur üblicherweise fötales Kälberserum verwendet, das aus dem Blut bis zu drei Monate alter, ungeborener Kälber gewonnen wird. Im Rahmen der Forschung bemüht man sich, einen tierfreien Ersatz auf pflanzlicher oder synthetischer Basis zu finden (Messmer et al, 2022).

Auch die erhöhte Zufuhr antinutritiver Faktoren und mögliche Belastung mit unerwünschten Substanzen sind zu berücksichtigen. Hülsenfrüchte enthalten antinutritive Substanzen (z.B. Phytinsäure, Lektine, Tannine oder Saponine) und können die Verwertung von Nährstoffen beeinträchtigen. Daher sollten Hülsenfrüchte nur gekocht verzehrt werden (<https://www.bfr.bund.de/cm/343/lektine-in-pflanzenbasierten-lebensmitteln-gibt-es-ein-gesundheitliches-risiko.pdf>). Getrocknete Algen können sehr hohe Jodgehalte aufweisen. Wenn von diesem lebensnotwendigen Nährstoff zu viel aufgenommen wird, kann es zu gesundheitsrelevanten Effekten der Schilddrüse kommen. Das BfR hat wiederum in einer Studie gezeigt, dass bei Personen, die sich rein pflanzlich ernährten, auffällig wenig Jod im Körper nachgewiesen werden konnte, ein lebenswichtiges Element, das für das Wachstum, die Knochen und das Gehirn wichtig ist (<https://www.bfr.bund.de/presseinformation/vegan-vegetarisch-und-co-beliebt-aber-kaum-erforscht/>).

Eine überwiegend pflanzenbasierte Ernährung kann zu einer potentiellen Unterversorgung mit kritischen Nährstoffen führen, falls komplett auf den Verzehr tierischer Lebensmittel verzichtet wird. Dabei ist vor allem auf eine ausreichende Zufuhr von Vitamin B12 zu achten, da es in pflanzlichen Lebensmitteln in der Regel nicht vorkommt und Vitamin B12 wichtig für die Blutbildung und andere Stoff-

wechselvorgänge im Körper ist. Vulnerable Bevölkerungsgruppen wie Kinder, Schwangere, Stillende und auch Seniorinnen und Senioren sollten deshalb auf eine ausgewogene Ernährung, ggf. auch mit entsprechender Zufuhr von B12 in Form von Nahrungsergänzungsmitteln, achten. Auch hier kann eine ergänzende Zufuhr durch bestimmte Insektenarten mit einem hohen Anteil an Vitamin B12 Abhilfe schaffen (<https://www.bfr.bund.de/fragen-und-antworten/thema/lupinen-insekten-oder-fleisch-aus-dem-labor-wie-steht-es-um-die-gesundheitliche-bewertung-alternativer-eiweissquellen/>).

Ein weiteres mögliches Risiko von alternativen Proteinen stellt das allergene Potenzial dar, das bei Verbraucherinnen und Verbrauchern beim Verzehr unerwartet auftreten kann. So wurden beispielsweise bisher nur wenige Fälle von Allergien durch Insektenbestandteile gemeldet, doch ihre Kreuzreaktivität mit anderen Arthropoden (einschließlich Krebstieren und Hausstaubmilben), die allergische Reaktionen auslösen, ist gut bekannt. Dies ist auf die Ähnlichkeit (Homologie) zahlreicher Allergene zurückzuführen, wie beispielsweise Tropomyosin oder Arginin-Kinase. Darüber hinaus können Insekten, die als Lebensmittel verzehrt werden, Personen, die bisher nicht allergisch auf Lebensmittel reagiert haben, sensibilisieren. Bis heute ist es nicht möglich, vorherzusagen, inwieweit ähnliche Phänomene in Zukunft auch bei anderen neuartigen Lebensmitteln auftreten werden. Darüber hinaus können auch neue Allergien entstehen und ein möglicher „carry-over“-Effekt auftreten. Das bedeutet, dass potenziell allergene Proteine über Futtermittel in tierische Produkte gelangen und somit bei Menschen, die diese konsumieren, Allergien auslösen können. Immunologische Reaktionen auf neuartige Lebensmittel wie Insekten sind in Europa jedoch noch relativ unbekannt, da diese Lebensmittel in der Regel nicht verzehrt werden und daher keine Erfahrungen damit vorliegen.

Im Bereich der Futtermittel gelten im Prinzip dieselben Grundsätze: Futtermittel müssen sicher sein. Darüber hinaus existieren für Futtermittel aufgrund von Risiken der Übertragung von Prionen auch noch gesonderte Regeln. In der Europäischen Union ist die Verfütterung von verarbeitetem tierischen Protein (VTP) von Wiederkäuern an Nutztiere verboten (Verordnung (EG) Nr. 999/2001). VTP sind Proteine aus Nebenprodukten der Schlach-

tung, welche von gesunden, verzehrfähigen Tieren stammen. Nachdem in wissenschaftlichen Untersuchungen zu Vorkommen und Übertragungswegen von Prionenerkrankungen in Nutztieren die Unbedenklichkeit von VTP aus Schwein und Geflügel nachgewiesen werden konnte, wurden diese im Jahr 2017 zur Verfütterung an Geflügel, Schweine und Aquakulturen zugelassen und damit das allgemeine VTP-Verfütterungsverbot aufgehoben. Allerdings besteht nach-wie-vor das „Kannibalismus-Prinzip“, intra-spezifische Verfütterung ist verboten. Inzwischen ist das VTP von insgesamt acht verschiedenen Insektenarten in Futtermitteln für Schweine, Geflügel und Aquakulturen erlaubt (Abb. 1). Neben VTP können jedoch auch andere unerwünschte Stoffe oder Kontaminanten enthalten sein, die sich negativ auf die Tiergesundheit auswirken, und darüber hinaus auch in tierische Lebensmittel übergehen können. Dies können zum Beispiel verschiedene (toxische) Substanzen, persistente organische Kontaminanten sowie Myko- und Pflanzentoxine bzw. deren Metabolite sein. Für die Insektenzucht ist die die Nutzung von Neben- und Abfallströmen in der Produktion vielversprechend, kann aus der Sicht der Lebensmittelsicherheit die Verwendung jedoch nur sehr eingeschränkt möglich sein, zu groß ist das Risiko, dass durch „carry-over-Effekte“ toxische und andere unerwünschte Stoffe in die Nahrungsmittelkette gelangen. Rechtlich zugelassen sind derzeit nur definierte Substrate, die die futtermittelrechtlichen Anforderungen erfüllen, sie dürfen also nicht mit Haushalts- oder Bioabfällen oder anderen verbotenen Stoffen gefüttert werden.

Der Verbraucher und das Unbekannte

Ein nicht zu unterschätzender Faktor einer Einführung neuer Lebensmittel ist die Akzeptanz bei Verbraucherinnen und Verbrauchern. Während pflanzliche Proteine, die aus Pilzen gewonnen werden, in Europa eine hohe Ak-

zeptanz aufweisen, überwiegen die Vorbehalte bei dem Gedanken, Insekten zu verzehren. Die individuelle „Ekelbarriere“ und Bedenken zu Hygiene und Verträglichkeit sind große Hürden für die Akzeptanz von Insekten als Lebensmittel. Dabei fehlt das Wissen, dass Insekten fast ausschließlich in verarbeiteter Form als Insektenmehl in Produkten enthalten sind, die in der EU erst nach dem oben beschriebenen Zulassungsprozess überhaupt in den Handel gelangen dürfen. Es scheint, dass der Eindruck der Natürlichkeit von Lebensmitteln oder Lebensmitteltechnologien der dominierende Faktor für die Verbraucherinnen und Verbraucher ist. Wird die neuartige Proteinquelle als unnatürlich wahrgenommen, ist die Akzeptanz in der Regel kaum zu erreichen. Aus Zellkulturen gewonnenes Fleisch ist ein weiteres gutes Beispiel. In Studien waren die meisten Teilnehmerinnen und Teilnehmer kaum dazu zu bringen, solche Produkte überhaupt zu probieren. Dieses Vertrauen in die „Natürlichkeit“ wird von Menschen so interpretiert: Wenn es natürlich ist, kann es mir nicht schaden, es muss sogar gut für mich sein und Gegenteiliges gilt für Dinge, die unnatürlich sind (<https://www.efsa.europa.eu/de/news/safety-cell-culture-derived-food-ready-scientific-evaluation>, <https://www.bfr.bund.de/cm/350/insekten-als-lebens-und-futtermittel.pdf>).

Das BfR beschäftigt sich bereits in zahlreichen Forschungsprojekten mit alternativen Proteinquellen für die Verwendung in Lebensmitteln und Futtermitteln – teils auch in Kooperation mit Partnern in Deutschland und darüber hinaus. Dazu gehören beispielsweise die Entwicklung von Nachweisverfahren für Proteine aus alternativen Proteinquellen und von Tests zum allergieauslösenden Potenzial solcher Lebensmittel. Auch im Bereich der Risikowahrnehmung forscht das BfR. Viele Faktoren wie die Medienauswahl zur Informationsgewinnung, das Vertrauen in Institutionen und Organisationen, aber auch

persönliche und gesellschaftliche Faktoren wie Nutzen-Risiko-Erwägungen. Die Identifikation von Faktoren, die diese Wahrnehmung von Verbraucherinnen und Verbrauchern beeinflussen steht dabei im Fokus der BfR-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.

Um Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Bereich Lebens- und Futtermittelsicherheit frühzeitig zu dem Thema „Alternative Proteinquellen“ zu vernetzen und offene Fragen zu diskutieren, hat das BfR in Kooperation mit Partnern aus Singapur, USA, Island und der EFSA eine internationale Konferenz zum Thema „Alternative Proteins for Food and Feed“ im Dezember 2024 organisiert. Mehr als 300 Teilnehmerinnen und Teilnehmer haben Fragen der gesetzlichen Regelungen von alternativen Proteinquellen, der Risikobewertung, der Verbraucherwahrnehmung und der Nachhaltigkeit diskutiert. Weitere Informationen zu und Präsentationen der Vortragenden sind auf der BfR Homepage zu finden (<https://www.bfr-akademie.de/english/archive/2024/apff-2024.html>).

Literatur

- FAO and WHO. 2019. Sustainable healthy diets – Guiding principles. Rome.
- Europäisches Parlament (2015). Verordnung (EU) 2015/2283. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32015R2283>.
- Messmer, T.; Klevernic, I.; Furquim, C.; Ovchinnikova, E.; Dogan, A.; Cruz, H.; Post, M.; Flack, J. (2022): A serum-free media formulation for cultured meat production supports bovine satellite cell differentiation in the absence of serum starvation. In: Nature Food 3(1), S. 74–85.

Quelle:

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)
Max-Dohrn-Str. 8-10, 10598 Berlin, DE