

4. Juni 2024

Allergien: Hintergründe und Fakten

Allergien betreffen einen großen Teil der Bevölkerung: Schätzungen zufolge entwickeln mehr als 30 % der Menschen in Deutschland im Laufe ihres Lebens eine allergische Erkrankung. Dabei reagiert das Immunsystem überempfindlich auf bestimmte körperfremde Stoffe. Solche so genannten Allergene sind beispielsweise in Pflanzenpollen, Insektengiften oder Lebensmitteln enthalten. Aber auch Medikamente und Chemikalien, wie zum Beispiel Reinigungsmittel oder Kosmetika, können allergische Reaktionen verursachen. Häufige Symptome von Allergien sind Juckreiz, Quaddeln, Rötungen und Schwellungen. Beim allergischen Schnupfen kommt es zu einer verstopften oder laufenden Nase und Niesen. Lebensmittelallergene können ebenfalls Hautausschläge, aber auch Magen-Darmprobleme, Atemnot oder Abgeschlagenheit auslösen. In besonders schweren Fällen kann es zu einem lebensgefährlichen allergischen Schock kommen.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) beschäftigt sich im Rahmen seiner Arbeitsbereiche hauptsächlich mit Allergien im Zusammenhang mit Nahrungsmitteln und Chemikalien. Dieser Bericht gibt einen umfassenden Überblick über die wichtigsten Aspekte hierzu und liefert darüber hinaus auch zahlreiche allgemeine Informationen zum Thema Allergien. Durch seine ausführlicheren Erläuterungen und Quellenangaben stellt dieser Bericht eine Ergänzung zu den [in allgemeinverständlicher Sprache verfassten FAQ](#) dar.

Inhalt

1	Allgemeines	3
1.1	Definition von Allergien	3
1.2	Definition von Allergenen	3
1.3	Anzahl bekannter Allergene	3
1.4	Häufige Allergien in der Allgemeinbevölkerung	4
1.5	Reaktionstypen bei Allergien	6
1.6	Allergiesymptome	6
1.7	Diagnose von Allergien	7
1.8	Kreuzallergien und die Rolle von Pollen	8
1.9	Einflussfaktoren für die Allergieentstehung	8
1.10	Schutzmöglichkeiten vor Sensibilisierung	9
1.11	Schutz vor und Behandlung von allergischen Auslöserreaktionen	9
2	Weiterführendes zu Nahrungsmittelallergien	10
2.1	Kennzeichnung von Nahrungsmittelallergenen in Deutschland und der EU	10
2.2	Insekten als Nahrungsquelle	10
3	Weiterführendes zu Allergien auf Chemikalien	11
3.1	Regulation der Verwendung sensibilisierender Chemikalien in Deutschland und der EU	11
3.2	Präventive Testung auf sensibilisierende Eigenschaften von Chemikalien	12
3.3	Beispiele für die erfolgreiche Regulation sensibilisierender Chemikalien	12
3.4	Allergene in Spielzeug oder Kleidung	13
3.5	Allergene in Tätowiermitteln	13
3.6	Nickelallergie und Nickel in Nahrungsmitteln	14
4	Weiterführendes zu anderen Allergien	14
4.1	Künstliche Enzyme in Alltagsprodukten	14
5	Tätigkeiten des BfR zum Thema Allergien	14
5.1	Risikobewertung und Gremientätigkeiten	14
5.2	Forschungsprojekte (Auswahl)	15
6	Abkürzungen	16
7	Weiterführende Informationen und Links	16
8	Referenzen	17

1 Allgemeines

1.1 Definition von Allergien

Eine Allergie ist eine Überempfindlichkeitsreaktion, die durch **immunologische Mechanismen** vermittelt wird. Die Auslöser sind Substanzen, sogenannte **Allergene**, (siehe auch **1.2** und **1.3**), denen Betroffene zuvor typischerweise ausgesetzt waren und durch die sie sensibilisiert wurden(1). Die Allergenerkennung ist dabei durch eine passgenaue Wechselwirkung zwischen Teilen der Allergenstruktur (Antigenen) und Antikörpern und/oder T-Zellen, wichtigen Komponenten der erworbenen Immunabwehr, gekennzeichnet.

Eine Allergie kann klassischerweise in zwei Phasen unterteilt werden. Erstens, die initiale **Sensibilisierungsphase** auf ein Allergen, die „klinisch stumm“ (symptomfrei) verläuft, aber zur Ausbildung eines sogenannten immunologischen Gedächtnisses führt. Substanzen, die eine solche Immunantwort verursachen können, nennt man auch sensibilisierend. Folgekontakte mit dem Allergen können dann zur **Auslösephase** und klinischen Symptomen führen, basierend auf dem entstandenen Immungedächtnis. Symptome können vielfältig sein: von Hautquaddeln, -rötungen und -schwellungen oder Niesen über Magen-Darmprobleme bis hin zu Atemnot oder Abgeschlagenheit oder auch schweren allergischen Schocks (siehe auch **1.4** und **1.6**). Man unterscheidet dabei verschiedene Allergietypen (siehe auch **1.5**). Allergien vom Typ I, durch Immunglobulin E (IgE)-Antikörper vermittelt, und Typ IV, durch T-Zellen vermittelt, kommen am häufigsten vor und stehen im Fokus dieses Wissenschaftsberichts (2, 3).

1.2 Definition von Allergenen

Allergene nennt man alle Stoffe, die eine allergische Reaktion auslösen können. Allergene werden bei manchen Menschen als „fremd“ vom Immunsystem erkannt und induzieren eine überempfindliche (allergische) Reaktion. Der Kontakt mit einem Allergen tritt oft über die Haut, die Atemwege oder den Verdauungsapparat, aber auch über Injektion auf (z. B. bei Insektengiften). Die Allergenmenge, welche zum Kippen der Balance von Toleranz zum Auftreten von akuten Symptomen führt, kann individuell sehr unterschiedlich sein.

Von ihrer chemischen Natur her können **Eiweiße** (Proteine oder Peptide), z.B. aus Pflanzen, Pollen oder Schimmelpilzsporen Allergene sein. Auch tierische Proteine etwa von Hausstaubmilbenkot oder Tierhaaren (z. B. von Hund oder Katze) sind als Allergene verbreitet. Weiterhin sind **Metalle** wie Nickel (Ni²⁺-Ionen), Cobalt (Co²⁺-Ionen) oder Chrom (Cr³⁺-Ionen) sowie zahlreiche **organische Moleküle** natürlichen oder synthetischen Ursprungs (z.B. Arzneimittel) sensibilisierende Substanzen, welche allergische Immunantworten auslösen können (siehe auch **1.3**).

1.3 Anzahl bekannter Allergene

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) listet **1.113 Proteinallergene** (<http://www.allergen.org/>, zuletzt besucht am 14.05.2024). Warum manche Proteine als Allergen wirken, andere jedoch nicht, ist noch ungeklärt und Gegenstand der Forschung.

Die Verordnung zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Chemikalien (CLP-Verordnung) (4) führt derzeit mehr **als 1.200 Substanzen** auf, die in der EU als potentiell **hautsensibilisierend** eingestuft sind (sogenannte harmonisierte Einstufung, <https://echa.europa.eu/de/hot-topics/skin-sensitising-chemicals>). Zusätzlich oder ausschließlich als atemwegsensibilisierend harmonisiert eingestuft sind derzeit ca. 120 Substanzen. Zahlreiche weitere Substanzen wurden durch die Hersteller, Importeure oder nachgeschaltete Anwender als sensibilisierend eingestuft (Selbsteinstufung). Darüber hinaus sind viele weitere Sensibilisierer bekannt, die bisher nicht chemikalienrechtlich erfasst sind. So listet das Buch „Patch testing“ von Anton De Groot über 4.900 Substanzen für die Diagnose einer Kontaktallergie (5) (s. auch **1.4**).

Zu diesen bekannten Allergenen kommen weitere hinzu, bei denen man eine sensibilisierende Wirkung vermutet oder bereits in Einzelfällen gezeigt hat. Diese Allergene sind meist nicht in Datenbanken enthalten und/oder es ist (noch) keine diagnostische Testung etabliert.

1.4 Häufige Allergien in der Allgemeinbevölkerung

Nach Umfragedaten des Robert-Koch-Instituts, ergänzt mit Labordaten zu Sensibilisierungen, entwickeln mehr als 20 % der Kinder und 30 % der Erwachsenen im Laufe ihres Lebens eine Allergie.

(https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Themen/Chronische_Erkrankungen/Allergien/Allergien_node.html; Stand 28.2.2024)

Allerdings sind solche Umfragen mit großen Unsicherheiten behaftet, da ihnen meist keine eindeutige Diagnose zu Grunde liegt.

Im Alltag kommen Menschen dabei mit folgenden Allergenen, hier gelistet nach Aufnahmewegen, häufig in Kontakt:

Inhalationsallergene, auch Aeroallergene genannt, werden über die Atmung aufgenommen. Natürliche Allergenquellen sind z. B. Pollen von Bäumen und Gräsern, Pilzsporen, Holzmehl oder Mehlstaub; die beiden letzteren sind häufige berufsbedingte Allergene. Hausstaub enthält tierische Allergenquellen, z. B. Ausscheidungen von Milben oder Schwebstoffe von Tierepithelien (d. h. von den äußeren Hautschichten). Dämpfe von Chemikalien oder flüchtige Bestandteile von Kunst- und Beschichtungsstoffen können ebenfalls Allergiesymptome auslösen.

Injektionsallergene gelangen mittels Injektion in den Körper. Beispiele sind Insektengifte, z. B. von Biene, Hummel oder Wespe, sowie gespritzte Medikamente und Kontrastmittel.

Nahrungsmittelallergene können durch den Verzehr bei zuvor sensibilisierten Personen allergische Reaktionen auslösen. In Deutschland haben bis zu 3 bis 6 % der Bevölkerung eine durch einen Arzt bzw. mittels Provokationstest klinisch bestätigte Nahrungsmittelallergie. Selbst berichtete allergische Reaktionen sind ca. 6-fach häufiger und bedürfen ärztlicher Abklärung (6-8).

Von Nahrungsmittelallergien abzugrenzen sind andere Nahrungsmittelunverträglichkeiten. Ein Beispiel ist die Laktoseintoleranz, bei der der Körper empfindlich auf Milchzucker reagiert (nicht wie bei der Kuhmilchallergie auf Milcheiweiße). Der Milchzucker wird bei Betroffenen aufgrund der verminderten oder fehlenden Aktivität des abbauenden Enzyms

Laktase nicht aufgespalten. Die Fruktoseintoleranz entsteht aufgrund von Fruktosemalabsorption, bei der die Aufnahme von Fruktose aus dem Dünndarm nicht effektiv genug ist.

Häufige Auslöser primärer IgE-vermittelter Nahrungsmittelallergien (siehe auch **1.5**) im Kindesalter sind Hühnerei, Kuhmilch, Erdnuss, Schalenfrüchte (wie Haselnuss oder Cashew), Weizen, Fisch und Soja (6, 9). Kinder mit Neurodermitis haben ein erhöhtes Risiko, eine Nahrungsmittelallergie zu entwickeln (10). Während viele Kinder mit einer Hühnerei- oder Kuhmilchallergie eine natürliche orale Toleranz entwickeln, bleiben die Erdnussallergie und Allergien gegen Schalenfrüchte oft bis ins Erwachsenenalter bestehen (6, 9, 11). Zu den Hauptauslösern bei Jugendlichen und Erwachsenen zählen insbesondere pollenassoziierte Nahrungsmittelallergene aus Stein- und Kernobst, Nüsse und Gemüse (z. B. Apfel, Haselnuss, Karotte oder Sellerie). Oft sind Reaktionen hier auf eine Kreuzreaktivität infolge einer Sensibilisierung gegen Inhalationsallergene wie Birkenpollen zurückzuführen. Weitere Nahrungsmittelallergene bei Erwachsenen sind Krusten- und Schalentiere sowie Weizen (6). Aktuelle Daten des europäischen Anaphylaxie-Registers zeigen, dass im Kindesalter Erdnuss, Kuhmilch und Cashew die häufigsten Auslöser nahrungsmittelinduzierter anaphylaktischer Reaktionen sind, während im Erwachsenenalter Weizen, Schalentiere, Haselnuss und Soja die häufigsten Auslöser darstellen (12).

Kontaktallergene sind meist Stoffe mit einem relativ geringen Molekulargewicht (z. B. Metallionen, Duft- und Farbstoffe). Das Metall Nickel (Ni^{2+} -Ionen) stellt nach wie vor das häufigste Kontaktallergen dar. Geschätzt ca. 11 % der allgemeinen Bevölkerung in Europa reagieren im diagnostischen Epikutantest positiv auf Nickel (13). Viele weitere Metalle können ebenfalls Allergien auslösen, z. B. Kobalt, Chrom oder Palladium, mit Vorkommen in Modeschmuck, Lederbekleidung oder Implantaten (14). Weiterhin gibt es eine Vielzahl nichtmetallischer, organischer sensibilisierender Chemikalien, z. B. Konservierungs- und Duftstoffe, Desinfektionsmittel oder Medikamente (z. B. antibiotische Salben). Mögliche Allergieauslöser in Tätowierfarben, welche ein komplexes Stoffgemisch darstellen, werden u. a. am BfR erforscht. Einige (vor allem rote) Pigmente, die bisher in Tätowierfarben verwendet wurden, stehen im Verdacht, Kontaktallergien auslösen zu können (15) (s. auch **3.5**). Auch Pflanzen können natürlicherweise Kontaktallergene enthalten, z. B. können die Pollen von Korbblütlern wie der trockenoleranten Beifußblättrigen Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) Allergien auslösen oder ein Latexallergen ähnliches Eiweiß in Birkenfeigen (*Ficus benjamina*). Häufigkeiten von Kontaktallergien bei getesteten Patienten werden in Deutschland, Österreich und der Schweiz vom Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), dem 56 Kliniken angehören, übergeordnet erfasst (<https://dkg.ivdk.org/>). Auf europäischer Ebene realisiert dies das Europäische Netzwerk zur Epidemiologie der Kontaktallergien (*European Surveillance System on Contact Allergies*, ESSCA) (16).

Risikobewertungen und Forschung, auch am BfR, tragen dazu bei, die wichtigsten Allergene und Allergenquellen für die Bevölkerung im Bereich Chemikalien, Bedarfsgegenstände und Lebensmittel zu ermitteln, was eine wichtige Grundlage für Maßnahmen zur Expositionsreduktion darstellt (s. auch **5.1** und **5.2**).

1.5 Reaktionstypen bei Allergien

Allergische Reaktionen können in verschiedene Reaktionstypen mit unterschiedlichen immunologischen Mechanismen unterteilt werden. In der Praxis treten die Reaktionstypen häufig als Mischformen auf.

Typ-I bis Typ-III-Allergien werden durch Antikörper vermittelt. Bei **Typ-I-Allergien** sind **IgE Antikörper** beteiligt, die durch die Freisetzung von Histamin oder anderen Botenstoffen aus Mastzellen und basophilen Granulozyten innerhalb von Sekunden bis Minuten eine Reaktion auf z. B. Nahrungsmittel- oder Inhalationsallergene auslösen können („Soforttyp“-Reaktion) (1). Dies kann ggf. zu einem anaphylaktischen Schock führen.

Bei Typ-II und -III-Allergien sind andere Effektormechanismen beteiligt, so dass Reaktionen nach ca. 6 bis 12 Stunden auftreten. Beispiele für Typ-II-Allergien sind unerwünschte Arzneimittelwirkungen, für Typ-III-Allergien allergische Gefäßentzündungen, Serumkrankheit oder Farmerlunge.

Bei **Typ-IV-Allergien** vermitteln T-Zellen die Immunantwort. Die vollständige Auslösung dieser Immunreaktion dauert länger, meist 12 bis 72 Stunden, daher auch die Bezeichnung als „Allergie vom verzögerten Typ“ oder „Spättypallergie“. Eine klassische Typ-IV Allergie stellt das allergische Kontaktekzem dar, aber auch bei Arzneimittelreaktionen können T-Zellen als Haupteffektoren beteiligt sein.

Ende 2023 wurden von der europäischen Fachgesellschaft für Allergien, der „European Academy of Allergy and Clinical Immunology“ (EAACI) die Reaktionstypen aktualisiert und erweitert, sodass weitere Mechanismen wie z. B. Schädigungen der Körperbarrieren wie Haut, Lungen- oder Darmschleimhaut (z. B. durch Kontakt mit Reinigungsmitteln), welche allergische Reaktionen begünstigen können, auch erfasst werden (1).

1.6 Allergiesymptome

Allergiesymptome variieren stark, u. a. in Abhängigkeit vom Aufnahmeweg, der Allergenmenge, des Reaktionstyps sowie der Geschwindigkeit der Ausscheidung und/oder des Allergenabbaus. Die Spannbreite reicht von leichten bis hin zu lebensbedrohlichen oder chronischen Symptomen, entweder an der Kontaktstelle mit dem Allergen (lokal) oder unabhängig von der Kontaktstelle (systemisch). Unter einer Anaphylaxie (anaphylaktischen Reaktion) versteht man eine akut verlaufende, systemische Reaktion mit Symptomen einer allergischen Sofortreaktion, die den ganzen Organismus erfassen kann und potenziell lebensbedrohlich ist (17). Die schwerste Form der Anaphylaxie ist der anaphylaktische Schock.

Bei Aufnahme über die Lunge (**Inhalationsallergene**) können Allergene saisonal oder ganzjährig allergischen Schnupfen (allergische Rhinitis, auch Heuschnupfen genannt), Asthma bronchiale und allergische Entzündungen der Lungenbläschen bis hin zu lebensbedrohlichen Herz-Kreislauf-Zusammenbrüchen auslösen (anaphylaktischer Schock).

Injektionsallergene können ebenfalls potenziell lebensbedrohliche allergische Reaktionen verursachen (u. a. anaphylaktischer Schock, schwere Hautreaktionen).

Nach oraler Aufnahme von **Nahrungsmittelallergenen** können Symptome verschiedene Organsysteme betreffen. Am häufigsten kommt es zu Symptomen der Haut bzw.

Schleimhäute, wie z. B. Juckreiz, Rötung, Schwellungen und Nesselsucht (6). Bei bestehender Neurodermitis kann es zu einer Ekzemverschlechterung kommen. Es können Symptome des Verdauungstrakts auftreten, wie z. B. Übelkeit, Bauchschmerzen, Erbrechen und Durchfall. Zu Symptomen der Atemwege zählen Schnupfen, Husten, bis hin zu Kurzatmigkeit oder pfeifender Atmung, sowie Atemnot. Darüber hinaus kann das Herz-Kreislauf-System betroffen sein, dabei kann es z. B. zu Schwindel oder Herzrasen kommen. Im schlimmsten Fall kann es nach dem Verzehr eines allergieauslösenden Nahrungsmittelallergens zu einem anaphylaktischen Schock kommen (6). Pollenassoziierte Nahrungsmittelallergien führen vorrangig zu einem „Oralen-Allergie-Syndrom (OAS)“, dabei treten typischerweise Juckreiz oder leichte Schwellungen im Mundrachenbereich auf (6).

Nach **Hautkontakt** mit sensibilisierenden Substanzen, z. B. durch Nutzung von Kosmetik, kann nach einem bis mehreren Tagen bei sensibilisierten Personen ein **allergisches Kontaktekzem** auftreten, meist an den Stellen mit Kontakt zum Produkt.

1.7 Diagnose von Allergien

Nach ausführlicher Anamnese wird für die Diagnose von **Typ I Allergien** (z. B. auf Nahrungsmittel, Pollen, Insektengifte) in der Regel zunächst ein Sensibilisierungstest durchgeführt, d. h. ein Haut-Prick-Test oder eine IgE-Bestimmung im Blut. Beim Haut-Prick-Test werden Tropfen jeder Testallergenlösung nebeneinander auf die Innenseite des Unterarms getropft und die Haut oberflächlich mit einer Lanzette geritzt (von engl. „to prick“ für piksen). Bei der Diagnostik von Nahrungsmittelallergien werden auch (native) Nahrungsmittel eingesetzt (6). Die Bildung von Quaddeln an den einzelnen Ritzstellen nach ca. 15 bis 30 min zeigt eine entsprechende Allergiebereitschaft (Sensibilisierung) und wird vom Facharzt entsprechend der Ausprägung (Scoring) bewertet. Außerdem können Gehalte allergen-spezifischer IgE-Antikörper in einer Blutprobe bestimmt werden. Darüber hinaus gibt es noch andere Nachweismethoden für Allergien, z. B. den basophilen Aktivierungstest (BAT), der jedoch in der klinischen Routine bislang nicht etabliert ist. Eine vorliegende Sensibilisierung – nachgewiesen durch Prick-Test oder IgE Bestimmung im Serum – bedeutet jedoch nicht automatisch, dass Symptome auftreten müssen und stellt keinen Nachweis der klinischen Relevanz dar. Daher haben Provokationstests, insbesondere bei unklarer Anamnese, eine große Bedeutung in der Diagnostik bzw. Abklärung von Allergien und stellen z. B. bei Nahrungsmittelallergien den Goldstandard dar (s. auch <https://www.allergieinformationsdienst.de/provokationstests.html>) (6).

Kontaktallergien (Typ IV) werden mittels Epikutantest ermittelt. Dabei werden Testsubstanzen für 48 h auf den Rücken aufgetragen, mit einem Pflaster abgedeckt und eine Hautreaktion (Rötung, Schwellung, Blasenbildung, Ekzem) meist nach 48 bis 72 h diagnostiziert und der Schweregrad beurteilt (Scoring). Von 4.900 etablierten Epikutantest-Substanzen (5) ist nur ein Teil (aktuell ca. 120 Testpräparationen) in Deutschland zugelassen. Alternative *In-vitro*-Tests sind bislang nicht in der Routinediagnostik etabliert, werden jedoch z. B. bei der Diagnose von Allergien auf Implantate in Speziallaboren durchgeführt (14, 18). Bei der Allergenauswahl für Standardtests oder erweiterte Spezialtestungen helfen nationale und europäische Fachgesellschaften, für den Epikutantest, z. B. die deutsche Kontaktallergiegruppe (DKG, <https://dkg.ivdk.org/testreihen.html>).

Sensibilisierungstests oder Epikutantest können falsch negativ sein, d. h. eine bestehende Allergie nicht detektieren. Auch kann ein positives Ergebnis erhalten werden, ohne dass eine

klinische Relevanz besteht. Klinische Relevanz beim Epikutantests wird in einer aktuellen Leitlinie wie folgt definiert: „Die allergische Testreaktion wird als relevant bezeichnet, wenn die festgestellte Sensibilisierung die aktuelle oder eine frühere Episode eines allergischen Kontaktekzems durch Exposition gegenüber dem Allergen „erklärt.“ (19). Über die Lebensspanne kann sich die Reaktionsempfindlichkeit ändern.

1.8 Kreuzallergien und die Rolle von Pollen

Eine Kreuzallergie liegt vor, wenn z. B. eine Person eine **Birkenpollenallergie** hat, die durch Einatmen ausgelöst wird und dann plötzlich auf **Äpfel, Haselnüsse und Sellerie** in der Nahrung reagiert (6, 20). Ursache sind strukturell verwandte Allergene oder Substanzen (Proteine oder Chemikalien), welche das Immunsystem auf gleiche Weise aktivieren, d. h. mit den gleichen T-Zellen und/oder Antikörpern interagieren. Pollen spielen eine besondere Rolle, weil enthaltene Allergene oft eine hohe Ähnlichkeit zu Proteinen in Nahrungsmitteln aufweisen. Weitere Beispiele bilden Kreuzreaktivitäten zwischen Allergenen aus Hausstaubmilben und Krebstieren (z. B. Garnelen) oder Kreuzreaktionen bei chemischen Allergenen, z. B. zwischen Nickel- und Palladiumionen (21, 22). Häufig weiß man jedoch nicht, ob es sich um eine echte Kreuzreaktivität handelt (d. h. die gleichen Antikörper oder T-Zellen reagieren) oder um eine Ko-Sensibilisierung (verschiedene Antikörper/T-Zellen reagieren, also ob zwei oder mehrere Allergien vorliegen). Die molekularen Grundlagen, etwa in Bezug auf potentielle Kreuzallergien auf Insekten als neuartige Lebensmittel, werden u.a. am BfR erforscht (s. auch 5.2).

Weiterführender Link: <https://www.ecarf.org/info-portal/allergien/sellerie-kirschen-garnelen-kreuzallergien/>.

1.9 Einflussfaktoren für die Allergieentstehung

Mittlerweile sind einige Faktoren bekannt, welche die Entstehung von Allergien beeinflussen können. **Genetische Veranlagungen** spielen bei Inhalations- und Nahrungsmittelallergien eine Rolle. Leiden beide Elternteile an Allergien, so ist es wahrscheinlicher, dass das Kind ebenfalls eine Allergie entwickelt (23, 24). Bei Kontaktallergien können genetische Varianten wie z. B. im Filaggrin-Gen, zu einer gestörten Hautbarriere führen, was mutmaßlich die Entstehung von Kontaktallergien begünstigen kann (25). Auch **Lebensumstände und Umwelteinflüsse** können die Allergieentstehung beeinflussen. Vor allem in den letzten 6 Jahrzehnten kam es zu vermehrten Berichten über Allergiefälle (26). Nach der „Diversitätshypothese“ scheint ein mangelnder Kontakt mit bestimmten, bislang kaum definierten Keimen die Entwicklung von Allergien im frühen Kindesalter zu begünstigen (27). Auch Tabakrauch scheint bei einigen Personen eine Allergieausbildung zu begünstigen. Des Weiteren könnte eine Störung von Körperbarrieren durch z. B. häufiges Reinigen der Hände mit Seifen oder Spülmitteln einen Einfluss auf eine Haut-Allergieentstehung haben (26, 28).

Bestimmte **Berufsgruppen** besitzen ein erhöhtes Risiko für die Entstehung von Allergien, da bei ihnen vermehrt **Kontakt mit allergieauslösenden Stoffen** besteht. Zu den häufigsten allergieauslösenden Stoffen im beruflichen Umfeld zählen Mehlstaub, Metalle, Konservierungsstoffe, im Friseurhandwerk verwendete Stoffe (z. B. Haarfärbemittel), Methacrylate (Kunststoffherstellung) und Epoxidharzsysteme (Bodenherstellung, Anstriche) (29).

Die Ursachen für die Allergieentstehung und teils immer noch zunehmende Allergiehäufigkeiten (z. B. auf Inhalations- und Nahrungsmittelallergene) sind Gegenstand aktueller Forschung (30-32).

1.10 Schutzmöglichkeiten vor Sensibilisierung

Der Entwicklung einer Allergie (bzw. der Sensibilisierung) auf in der Umwelt verbreitete Allergene kann man **kaum vorbeugen** und es ist im Einzelfall **schwer vorherzusagen**, ob eine Allergie entwickelt wird. Der aktuelle Wissenstand zur Prävention atopischer Erkrankungen, also des atopischen Ekzems, Nahrungsmittelallergien, des allergischen Heuschnupfens und des (allergischen) Asthmas, wird in einer kürzlich veröffentlichten Leitlinie zusammengefasst (33). Neben Empfehlungen zu einer rauchfreien und Luftschadstoff-armen Umgebung, werden insbesondere Empfehlungen zur Ernährung der Mutter und des Säuglings im ersten Lebensjahr und der Biodiversität im Haushalt ausgesprochen. So gibt es z. B. neue Erkenntnisse, dass ein früher Kontakt mit ausreichend erhitztem Hühnerfleisch mit der Beikost eher zu Toleranz als zur Entwicklung einer Hühnerfleischallergie führt (33). Einige Studien deuten darauf hin, dass z. B. die Haltung eines Hundes in der Wohnung Allergien vorbeugen kann (34).

Der vorbeugende **berufliche Arbeitsschutz** gehört in Deutschland in die Zuständigkeit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAUA, <https://www.baua.de>). Allgemein kann und sollte man den Kontakt mit bekannten sensibilisierenden Stoffen durch geeignete Arbeitsschutzmaßnahmen begrenzen, z. B. indem man Hautkontakt bzw. Einatmung vermeidet bzw. minimiert. Dies sollte vorrangig durch technische und organisatorische Maßnahmen am Arbeitsplatz (z. B. Absauganlagen) und zusätzlich durch persönliche Schutzausrüstung wie geeignete Handschuhe, Atemmasken oder Schutzkleidung erfolgen, sofern ein Ersatz durch weniger gefährliche Stoffe nicht möglich ist.

1.11 Schutz vor und Behandlung von allergischen Auslösereaktionen

Wurde eine Allergie diagnostiziert, sollte der erneute Kontakt mit dem Allergen vermieden werden, indem man etwa auf bestimmte Nahrungsmittel oder problematische Kosmetika verzichtet (**Allergenkarenz, Meidung**), um sich vor allergischen Auslösereaktionen zu schützen. Das ist aber nur möglich, wenn das kritische Allergen identifiziert wurde und das (Berufs-) Umfeld diese Meidung technisch zulässt (z.B. Frisöre und Friseurinnen). Kennzeichnungspflichten für Lebensmittel und Produkte wie Kosmetika können Betroffenen helfen, Allergene zu meiden (siehe auch **2.1** und **3.1**).

Im Rahmen einer sogenannten **Hyposensibilisierungstherapie** oder spezifischen Immuntherapie (Desensibilisierung) wird der Allergenkontakt kontrolliert hergestellt, um eine Toleranzentwicklung im Körper zu ermöglichen (35). Entsprechende Therapien sind für einzelne Allergene und Aufnahmewege für IgE-vermittelte allergische Erkrankungen bereits verfügbar, andere sind Gegenstand aktueller Entwicklung und Forschung (36). Insbesondere für Inhalationsallergene wie Gräserpollen oder Hausstaubmilbe kann eine spezifische Immuntherapie mit geprüften Präparaten wirksam sein (35, 36). Die individuelle Reaktivität auf ein Allergen kann sich über die Zeit individuell verändern und eine Hypo- oder Desensibilisierung ist nicht bei jeder Person ähnlich gut erfolgreich.

2 Weiterführendes zu Nahrungsmittelallergien

2.1 Kennzeichnung von Nahrungsmittelallergenen in Deutschland und der EU

In der EU müssen nach der Lebensmittel-Informationsverordnung (37) die **14 häufigsten Substanzen oder Produkte**, die Allergien oder Unverträglichkeiten auslösen, auf Lebensmitteln gekennzeichnet werden, wenn diese als Zutat verwendet werden. Diese Verordnung betrifft glutenhaltiges Getreide (namentlich Weizen wie Dinkel und Khorasan-Weizen; Roggen, Gerste, Hafer oder Hybridstämme), Krebstiere, Eier, Fische, Erdnüsse, Sojabohnen, Milch, Schalenfrüchte („Nüsse“, namentlich Mandeln, Haselnüsse, Walnüsse, Cashewnüsse, Pecannüsse, Paranüsse, Pistazien, Macadamia- und Queenslandnüsse), Sellerie, Senf, Sesam, Schwefeldioxid und Sulfite (ab 10 mg pro kg oder L), Lupinen und Weichtiere (z. B. Schnecken, Muscheln, Austern, Tintenfische).

Unbeabsichtigte Allergeneinträge in Lebensmittel müssen hingegen nicht verpflichtend gekennzeichnet werden. Entsprechende Hinweise sind freiwillig und werden oft vorsorglich von Herstellern angegeben („kann Spuren von ... enthalten“). Verbraucherinnen und Verbraucher können bislang anhand entsprechender vorhandener oder fehlender Hinweise nicht rückschließen, ob und in welcher Menge ein Allergen im Lebensmittel tatsächlich vorhanden ist. Daher wird eine vorbeugende Kennzeichnung unbeabsichtigter Allergeneinträge auf Basis von Referenzdosen bei der WHO und der EU Kommission zurzeit diskutiert (38).

2.2 Insekten als Nahrungsquelle

In der EU wurden 2021 bis 2023 **vier Insektenspezies**, die Larven des gelben Mehlwurms (*Tenebrio molitor*), die europäische Wanderheuschrecke (*Locusta migratoria*), das Heimchen (*Acheta domestica*) und die Larven des glänzenschwarzen Getreideschimmelkäfers (*Alphitobius diaperinus*) als **neuartige Lebensmittel** (*novel foods*) zugelassen (39-41). Die Zulassung weiterer Insekten als *novel food* ist beantragt.

Es ist bisher noch weitgehend unklar, in welchem Ausmaß Primärsensibilisierungen gegen Insekten auftreten. Aufgrund der Ähnlichkeit im Proteinstoffmuster mit Hausstaubmilben und Schalentieren könnten Kreuzreaktivitäten für die Auslösung allergischer Reaktionen verantwortlich sein (42). Daher müssen entsprechende Lebensmittel gekennzeichnet werden, wenn sie Insektenbestandteile enthalten. Wenige Humanstudien aus Laos und China berichten von Symptomen einer Lebensmittelallergie beim insektenverzehrenden Bevölkerungsteil (43). Die Übertragbarkeit dieser Erkenntnisse auf den europäischen Raum ist zurzeit noch unklar.

Das BfR sieht hier erheblichen Forschungsbedarf und führt auch eigene Untersuchungen durch, um das allergene Potenzial von Insekten in Europa zu bewerten (s. auch 5.2).

3 Weiterführendes zu Allergien auf Chemikalien

3.1 Regulation der Verwendung sensibilisierender Chemikalien in Deutschland und der EU

Chemikalien mit gefährlichen Eigenschaften werden in der EU nach der **CLP-Verordnung** (4) eingestuft und müssen entsprechend gekennzeichnet werden. Aktuell besteht für ca. 1 200 Substanzen eine sogenannte harmonisierte Einstufung als hautsensibilisierend, eine deutlich geringere Zahl ist als atemwegsensibilisierend eingestuft. Gemische, die eingestufte Substanzen in Konzentrationen oberhalb bestimmter, teilweise stoffspezifischer Grenzwerte enthalten, müssen ebenfalls gekennzeichnet werden, sofern ein Test des Gemisches nicht das Gegenteil belegt. Grundsätzlich gelten **allgemeine Konzentrationsgrenzen** für den Einsatz sensibilisierender Stoffe in Gemischen (*generic concentrations limits*, GCL). Bei sehr potenten Sensibilisierern kann der Ausschuss für Risikobewertung (*Committee for Assessment*, RAC) der europäischen Chemikalienagentur (ECHA) spezifische Konzentrationsgrenzwerte (*specific concentration limit*, SCL) vorschlagen. Alle harmonisierten Einstufungen und die Festlegungen zum GCL/SCL werden von der Europäischen Kommission (EC) rechtsverbindlich bestätigt.

Im Rahmen der europäischen Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (**REACH-Verordnung**) (44) muss jeder Hersteller oder Importeur von Chemikalien ab einem Verkehrsvolumen von einer Tonne im Jahr ein Registrierungsdossier bei der ECHA einreichen. Dies beinhaltet u. a. Informationen zu den toxikologischen Eigenschaften der registrierten Stoffe, einschließlich möglicher sensibilisierender Eigenschaften. Neben der Berücksichtigung der harmonisierten Einstufungen kommen zahlreiche Selbsteinstufungen und Notifizierungen dazu. Im Anhang XVII der REACH-Verordnung werden bestimmte Verwendungen einzelner sensibilisierender Chemikalien beschränkt, z. B. Nickel oder Chrom VI. Eine Beschränkung von hautsensibilisierenden Substanzen in Tätowiermitteln ist seit Anfang 2022 in Kraft.

Für **Kosmetika** gilt die Verordnung (EG) Nr. 123/2009 über kosmetische Mittel (45) und, ergänzend in Deutschland, die deutsche Kosmetikverordnung. Die EU-Verordnung listet in ihren Anhängen verbotene Substanzen (Negativliste) und zugelassene Stoffe (Positivliste), teils mit Mengenbegrenzungen und Verpflichtung zu Warnhinweisen auf der Packung, u. a. für sensibilisierende Chemikalien wie z. B. das Haarfärbemittel *p*-Phenylendiamin. Derzeit müssen 81 Duftstoffe einzeln auf der Verpackung des kosmetischen Mittels gekennzeichnet werden, wenn sie in bestimmten Konzentrationen enthalten sind (46) (https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/03_Verbraucherprodukte/02_Verbraucher/03_Kosmetik/02_KennzeichnungKosmetik/bgs_kosmetik_kennzeichnung_node.html;jsessionid=28A3EE52B3C44AB4FB3BC996269631DE.internet971).

Biozide werden nach der EU-Biozidverordnung (47) als Wirkstoffe auf EU-Ebene und als Produkte national in den Mitgliedstaaten zugelassen. Dabei werden auch mögliche hautsensibilisierende Eigenschaften geprüft. **Pflanzenschutzmittel** sind nach EU-Pflanzenschutzmittelverordnung (48) geregelt, die ebenfalls eine Prüfung auf hautsensibilisierende Eigenschaften vorsieht.

Die **EU-Spielzeugrichtlinie** (49) soll sicherstellen, dass Spielzeuge niemanden gefährden. Sie listet in Annex II verbotene allergene Duftstoffe (Spuren < 100 mg/kg erlaubt) bzw.

kennzeichnungspflichtige Duftstoffe sowie Höchstgehalte für allergene Metalle (z. B. für Nickel: 75 mg/kg in trockenen Spielzeugmaterialien) auf.

3.2 Präventive Testung auf sensibilisierende Eigenschaften von Chemikalien

Sensibilisierende Eigenschaften von Chemikalien werden durch Tierversuche (*in vivo*) wie den lokalen Lymphknotentest (*local lymphnode assay*, LLNA) oder mit **Alternativmethoden** (sogenannten *new approach methodologies*, NAMs) z. B. *in vitro* bestimmt. Aus ethischen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Gründen werden die alternativen Methoden mit Nachdruck gefördert und entwickelt, auch am BfR (s. auch **5.1** und **5.2**). Vorreiter war hier die Europäische Kommission mit der Kosmetik-Verordnung, welche bereits 2013 Tierversuche zu Kosmetikinhaltstoffen verboten hatte, was zur Entwicklung verschiedener neuer *In-vitro*-Tests führte.

Für Tests auf sensibilisierende Eigenschaften sind bereits einige NAMs über die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (engl. *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) und EU-Kommission (Gemeinsame Forschungsstelle, engl. *Joined Research Centre* (JCR)) validiert und in der REACH-, der Biozid- und auch der Pflanzenschutzverordnung **als Standardinformationsanforderung etabliert**. *In-vivo*-Prüfungen sind hiernach nur zulässig, wenn alternative Methoden nicht anwendbar oder ihre Ergebnisse nicht aussagekräftig sind.

Bisher unbekannte Allergene können auch durch klinische Forschung entdeckt werden, z. B. wenn Patienten Ekzeme als Reaktion auf bislang unbekannte Auslöser zeigen und diese identifiziert werden können. Für die Bestimmung einer allergenen Wirkung über orale Aufnahme gibt es bislang kein validiertes Testverfahren (jedoch einige indirekte Tests für mögliche Proteinallergene).

3.3 Beispiele für die erfolgreiche Regulation sensibilisierender Chemikalien

Als ältestes Beispiel einer erfolgreichen Regulation in der EU hat die Beschränkung der Verwendung von **Nickel** in Modeschmuck zu einer deutlichen Abnahme der Sensibilisierungsraten in Europa geführt. Vor allem bei jüngeren Menschen konnte eine Sensibilisierung verhindert werden, auch wenn Nickel das häufigste Allergen bleibt und die Studien europaweit nicht immer eindeutig sind (13, 50).

Beispiele für chemische Allergene, die vermehrt allergische Kontaktekzeme verursacht haben, sind Methylisothiazolinon (**MIT**) und Hydroxymethylpentyl-cyclohexenecarboxaldehyd (**HICC**). MIT wird als Konservierungsmittel u.a. in Wandfarben, Kosmetika und Haushaltsreinigern eingesetzt, HICC als Geruchsstoff in Parfüms, Seifen und Deodorants. Beide Chemikalien, in der EU harmonisiert als hautsensibilisierend eingestuft, wurden vom Wissenschaftlichen Ausschuss für Verbrauchersicherheit (*Scientific Committee on Consumer Safety* (SCCS)) als potente allergieauslösende Substanzen identifiziert.

Seit ungefähr dem Jahr 2000 wurde MIT vermehrt als alleiniges Konservierungsmittel in industriellen Produkten eingesetzt. Dies führte zu Fällen von eindeutig auf MIT zurückzuführenden allergischen Kontaktekzemen, meist in Zusammenhang mit Wandfarben (51). Im Jahr 2005 wurde die Nutzung von 100 ppm MIT in Kosmetika erlaubt (zuvor max. 3,75 ppm in Kombinationsmitteln). Die verstärkte Exposition gegenüber MIT führte in Deutschland und auch ganz Europa zu einer Epidemie allergischer Kontaktdermatitis auf

MIT, mit einem Anstieg des Prozentsatzes nachgewiesener Allergien in getesteten Personen von 1,9 % (2009) auf 4,4 % (2011) (52).

HICC konnte in den Jahren 2005 bis 2008 bei 7,3 % der Patienten mit Verdacht auf Kontaktallergie als auslösendes Allergen ausgemacht werden (46).

Beide Substanzen wurden nach CLP-Verordnung bezüglich Hautsensibilisierung in die Kategorie 1A (extreme oder starke Sensibilisierer) eingestuft. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über beide Hautsensibilisierer führten zu einem Verbot von HICC und zu einem Grenzwert von 0,0015 % für MIT-Gehalte in kosmetischen Mitteln (Typ abwaschbar, sogenannte *Rinse-off*-Produkte). Für kosmetische Produkte vom *Leave-on*-Typ, die nach Anwendung auf der Haut verbleiben, konnte für beide Substanzen keine sichere Konzentration bestimmt werden und der Einsatz wurde verboten. Diese Beschränkungen haben zu einem deutlichen Rückgang an entsprechenden neuen Allergien in der Bevölkerung geführt und beigetragen, die präventive Risikobewertung zu verbessern (45, 53).

3.4 Allergene in Spielzeug oder Kleidung

In Spielzeug sind nach EU Spielzeugverordnung (49) verschiedene allergene Duftstoffe verboten oder kennzeichnungspflichtig. Grenzwerte gelten auch für die wichtigsten Metallallergene. Textilien sind über die europäische Richtlinie zur allgemeinen Produktsicherheit (54) in Kombination mit der REACH-Verordnung (44) reguliert. Allergische Reaktionen in Form einer Kontaktallergie sind bei Textilien eher selten (<https://www.allergieinformationsdienst.de/vorbeugung-und-schutz/kleidung>). Über das europäische Schnellwarnsystem *Safety Gate* (ehemals RAPEX) tauschen europäische Behörden Information zu Gefahren durch Verbraucherprodukte aus. Auch Verbraucherinnen und Verbraucher können sich hier informieren (<https://ec.europa.eu/safety-gate/alerts/screen/webReport>).

3.5 Allergene in Tätowiermitteln

Tätowiermittel bestehen aus vielen Einzelsubstanzen, die in die Haut eingebracht werden. Dort besteht Kontakt mit Immunzellen und Lympheflüssigkeit, was zu einer spezifischen Reaktion des Immunsystems führen kann, ggf. verstärkt durch die Verletzung während der Tätowierung. Tätowiermittel können bekannte sensibilisierende Substanzen enthalten, z. B. Formaldehyd oder Schwermetalle wie Nickel. Es gibt Hinweise, dass bestimmte Farbpigmente, insbesondere rote Farben, verstärkt allergische Reaktionen verursachen (55). Zudem können Inhaltsstoffe von Tätowierfarben mit der Zeit durch die Einwirkung von Licht oder über einen Abbau durch körpereigene Enzyme in neue chemische Verbindungen umgewandelt werden. Auch bei der Laserentfernung entstehen ggf. neue chemische Bestandteile. Die entstehenden Substanzen können ggf. eine allergene Wirkung haben und mit einer deutlichen zeitlichen Verzögerung entstehen. Allergische Reaktionen auf Tätowiermittel können demzufolge direkt nach dem Tätowieren oder auch erst Jahre später auftreten.

Stoffe mit bekannten gesundheitsschädlichen Wirkungen inklusive möglicher sensibilisierender Eigenschaften sind in Tätowiermitteln und *Permanent-Make-up* im Rahmen der REACH-Verordnung beschränkt (Eintrag 75, Anhangs XVII) (44, 56). Diese Regulation legt Höchstkonzentrationen für solche Stoffe fest (weitere Informationen:

<https://echa.europa.eu/de/hot-topics/tattoo-inks>). Die künftige Forschung wird zeigen, wie sich die neue Gesetzeslage auf das Vorkommen allergischer Reaktionen bei Tätowierungen auswirken wird.

3.6 Nickelallergie und Nickel in Nahrungsmitteln

Die Aufnahme von Nickel über Lebensmittel erfolgt vorwiegend über pflanzliche Lebensmittel. Hohe Nickelgehalte können in Hülsenfrüchten, Nüssen und Ölsaaten (ca. 2 mg/kg), Schokoladenprodukten (ca. 3,8 mg/kg) und Kakaobohnen und -produkten (ca. 9,5 mg/kg) auftreten. Im Vergleich dazu enthalten Back- und Teigwaren sowie Fleisch- und Wurstwaren weniger Nickel. Eine Übersicht über Nickelgehalte von Lebensmitteln in Deutschland veröffentlicht das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) jährlich in Form eines Berichtes zur Lebensmittelsicherheit (https://www.bvl.bund.de/DE/Service/01_Infothek/03_berichte/infothek_berichte_node.html).

Dass die orale Aufnahme von Nickel zur Entstehung einer Nickelallergie führt, ist nicht bekannt. Einmal sensibilisiert, scheint die Auslösung von Symptomen über Nickel in Lebensmitteln in extremen Einzelfällen möglich zu sein (57). In der Regel stellt die Aufnahme von Nickel aber für die Nickelallergiker/innen kein Problem dar.

4 Weiterführendes zu anderen Allergien

4.1 Künstliche Enzyme in Alltagsprodukten

Sowohl in Nahrungsmitteln als auch in Haushaltsreinigungsprodukten kommen künstliche Enzyme, darunter bekannte Allergene, zur Anwendung, z.B. in Waschmitteln. Künstlich heißt in diesem Zusammenhang biotechnologisch hergestellt, ggf. auch in leicht abgewandelter, optimierter Form. Inwieweit die biotechnologische Herstellung zu einem neuen, unerwarteten allergenen Potenzial führen kann, ist bislang wenig erforscht.

5 Tätigkeiten des BfR zum Thema Allergien

5.1 Risikobewertung und Gremientätigkeiten

Das BfR trägt durch die **Erstellung von Dossiers** zur harmonisierten Einstufung und Kennzeichnung von sensibilisierenden Substanzen nach der EU **CLP-Verordnung** sowie im Rahmen der EU Verordnung über Biozidprodukte und der EU Pflanzenschutzmittelverordnung aktiv dazu bei, Verbraucherinnen und Verbraucher besser zu schützen.

Das BfR ist auch an der toxikologischen **Bewertung** von Stoffen mit Atemwegs- und haus sensibilisierenden Eigenschaften, an Abstimmungen zu Prüfforderungen bei Stoffen mit unzureichender Datenlage und an der Erarbeitung von **Vorschlägen zu regulatorischen Maßnahmen** nach der EU **REACH-Verordnung** beteiligt, z. B. zur Beschränkung der Verwendung sensibilisierender Chemikalien in Verbraucherprodukten.

Die Beiträge von BfR Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in Expertengremien zur Bewertung, Fortentwicklung von Bewertungsleitfäden und Prüfstrategien auf europäischer und internationaler Ebene, z. B. im SCCS und bei der OECD, tragen ebenso zum Schutz der Bevölkerung vor Allergenen bei wie Beratungen zur Allergenkennzeichnung zusammen mit anderen Stakeholdern.

Darüber hinaus beteiligt sich das BfR am Informationsaustausch in **Fachgesprächen** unter der Leitung der Bundesstelle für Chemikalien (BfC) mit der Teilnahme von Verbänden, Industrie sowie anderen Interessensvertretungen. Die Teilnahme an und Organisation von wissenschaftlichen Veranstaltungen mit verschiedenen Stakeholdern wie Industrieverbänden, Landesbehörden oder Überwachungslaboren stärkt den wissenschaftlichen Austausch zu gesundheitlichen Risiken, die von Verbraucherprodukten ausgehen können.

5.2 Forschungsprojekte (Auswahl)

Das BfR forscht intensiv im Rahmen verschiedenen Projekten zum Thema Allergien (<https://www.bfr.bund.de/de/allergien-8686.html>). Es werden sowohl hausinterne Forschungsprojekte als auch Drittmittelprojekte durchgeführt. Um eine Beeinflussung der Forschung durch wirtschaftliche Interessen zu verhindern, wird die Forschung ausschließlich aus Drittmitteln von öffentlichen nationalen und europäischen Einrichtungen gefördert. Eine Auswahl an Forschungsthemen ist im Folgenden aufgeführt:

Allergien auf Lebensmittel

- Entwicklung eines Testsystems für insektenproteinbasierte *Novel-Food*-Produkte zu den adversen Endpunkten orale Sensibilisierung, Anaphylaxiepotential und (Kreuz)-Allergien auf Insektenproteine

Allergien auf Chemikalien

- Studien zu Methylisothiazolinon als Konservierungsmittel in Kosmetika und weiteren Verbraucherprodukten. Immuntoxikologische Testentwicklung. Untersuchungen von (allergenen) Azofarbstoffen
- Mitwirkung und Bewertung von Forschungsergebnissen Dritter durch Gremienarbeit, z.B. zu humanen Allergiedaten, und bei der *In-vitro*-Testentwicklung bei der OECD
- Untersuchung kontaktallergenspezifischer T-Zellen in humanem Gewebe
- Untersuchung der Kreuzreaktivität chemikalien-spezifischer T-Zellen sowie von Besonderheiten im T-Zell-Rezeptor-Repertoire und Entwicklung neuer blutbasierter *In-vitro*-Tests zur chemikalien-spezifischen T-Zellaktivierung für diagnostische und regulatorische Anwendungen als Alternative zum Tierversuch
- Identifizierung von „Alternativen von hautsensibilisierenden Stoffen in Verbrauchergemischen“ als Teil der sozioökonomischen Analyse einer möglichen Beschränkung. (REFOPLAN-Projekt)

6 Abkürzungen

BAT	B asophiler A ktivierungstest
BfR	B undesinstitut für R isikobewertung
CAS	C hemical A bstracts S ervice
CLP	Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung, engl. C lassification, L abelling and P ackaging
DACH	Deutschland, Österreich und die Schweiz
ECHA	Europäische Chemikalienagentur, engl. E uropean C hemical A gency
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit, engl. E uropean F ood S afety A uthority
ESSCA	Europäische Netzwerk zur Epidemiologie der Kontaktallergien, engl. E uropean S urveillance S ystem on C ontact A llergies
EU	E uropäische U nion
FAQ	Häufig gestellte Fragen, engl. F requently A sksed Q uestions)
FG	F achgruppe
GCL	allgemeine Konzentrationsgrenzen, engl. g eneric c oncentrations l imits
HICC	4-(4- H ydroxyisohexyl)-3- c yclohexen-1- c arbaldehyd, CAS 31906-04-4
IVDK	I nformations v erbund d ermatologischer K liniken
LNNA	lokaler Lymphknotentest, engl. l ocal l ymphnode a ssay
MIT	2- M ethyl-4- i southiazolin-3-on, CAS 2682-20-4
NAMs	Engl. n ew a pproach m ethodologies
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, engl. O rganisation for E conomic C o-operation and D evelopment
RAC	Ausschuss für Risikobewertung, engl. C ommittee for R isk A ssessment
REACH	Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien, engl. R egistration, E valuation, A uthorisation and R estriction of C hemicals
SCCS	Wissenschaftlicher Ausschuss für Verbrauchersicherheit der EU-Kommission, engl. S cientific C ommittee on C onsumer S afety
SCL	spezifische Konzentrationsgrenzwerte, engl. s pecific c oncentration l imit
BVL	B undesamt für V erbraucherschutz und L ebensmittelsicherheit
WHO	Weltgesundheitsorganisation, engl. W orld H ealth O rganization

7 Weiterführende Informationen und Links

- Europäischen Fachgesellschaft der Allergologen (engl. *European Academy of Allergy and Clinical Immunology* (EAACI)), <https://eaaci.org>
- World Allergy Organization (WAO), <https://www.worldallergy.org>
- Deutscher Allergie- und Asthmabund (DAAB), <https://www.daab.de/>
- Allergieinformationsdienst, <https://www.allergieinformationsdienst.de/>
- Weißbuch Allergie in Deutschland <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-89935-313-6>
- Pollenstiftung <https://www.pollenstiftung.de/>
- Europäische Gesellschaft für Kontaktallergie (*European Society of Contact Dermatitis*, ESCD) <https://escd.org/>
- Deutsche Gesellschaft für Allergologie und klinische Immunologie, <https://dgaki.de/>
- Gemeinnützige Europäische Stiftung für Allergieforschung (ECARF) <https://www.ecarf.org/>

- Stellungnahme 001/2007 des BfR
https://www.bfr.bund.de/cm/343/allergien_durch_verbrauchernahe_produkte_und_lebensmittel.pdf

8 Referenzen

1. M. Jutel *et al.*, Nomenclature of allergic diseases and hypersensitivity reactions: Adapted to modern needs: An EAACI position paper. *Allergy* **78**, 2851-2874 (2023).
2. W. C. Murphy K., Berg L., , *Janeway's Immunobiology, 10th Edition*. (W.W. Norton & Company, New York, USA, 2022).
3. L. K. Tanno *et al.*, Dissemination of definitions and concepts of allergic and hypersensitivity conditions. *World Allergy Organ J* **9**, 24 (2016).
4. EU, Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006. *Amtsblatt der Europäischen Union (EU) L 353/1-1355*, (2008).
5. A. C. de Groot, *Patch Testing - Test concentrations and vehicles for 4900 chemicals*. (ACdeGroot Publishing, ed. 4th edition, 2018).
6. M. Worm *et al.*, Update of the S2k guideline on the management of IgE-mediated food allergies. *Allergologie select* **5**, 195-243 (2021).
7. C. C. Roehr *et al.*, Food allergy and non-allergic food hypersensitivity in children and adolescents. *Clinical and Experimental Allergy* **34**, 1534-1541 (2004).
8. U. Langen, R. Schmitz, H. Steppuhn, [Prevalence of allergic diseases in Germany: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1)]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* **56**, 698-706 (2013).
9. J. Savage, S. Sicherer, R. Wood, The Natural History of Food Allergy. *J Allergy Clin Immunol Pract* **4**, 196-203; quiz 204 (2016).
10. M. O. Christensen *et al.*, Prevalence of and association between atopic dermatitis and food sensitivity, food allergy and challenge-proven food allergy: A systematic review and meta-analysis. *J Eur Acad Dermatol Venereol* **37**, 984-1003 (2023).
11. D. M. Fleischer, M. K. Conover-Walker, E. C. Matsui, R. A. Wood, The natural history of tree nut allergy. *J Allergy Clin Immunol* **116**, 1087-1093 (2005).
12. S. Dolle-Bierke *et al.*, Food-Induced Anaphylaxis: Data From the European Anaphylaxis Registry. *J Allergy Clin Immunol Pract* **11**, 2069-2079 e2067 (2023).
13. F. Alinaghi, N. H. Bennike, A. Egeberg, J. P. Thyssen, J. D. Johansen, Prevalence of contact allergy in the general population: A systematic review and meta-analysis. *Contact Dermatitis* **80**, 77-85 (2019).
14. F. Riedel *et al.*, Immunological Mechanisms of Metal Allergies and the Nickel-Specific TCR-pMHC Interface. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **18**, (2021).
15. P. S. Piccinini P, Contor L, Bianchi I and Senaldi C, "Safety of tattoos and permanent make-up: Final report . EUR 27947. ." (Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2016).
16. W. Uter *et al.*, Patch test results with the European Baseline Series, 2019/20 - Joint European results of the ESSCA(A) and the EBS(B) working groups of the ESCD, and the GEIDAC(C). *Contact Dermatitis* **87**, 343-355 (2022).
17. J. Ring *et al.*, Guideline (S2k) on acute therapy and management of anaphylaxis: 2021 update: S2k-Guideline of the German Society for Allergology and Clinical

- Immunology (DGAKI), the Medical Association of German Allergologists (AeDA), the Society of Pediatric Allergology and Environmental Medicine (GPA), the German Academy of Allergology and Environmental Medicine (DAAU), the German Professional Association of Pediatricians (BVKJ), the Society for Neonatology and Pediatric Intensive Care (GNPI), the German Society of Dermatology (DDG), the Austrian Society for Allergology and Immunology (OGAI), the Swiss Society for Allergy and Immunology (SGAI), the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI), the German Society of Pharmacology (DGP), the German Respiratory Society (DGP), the patient organization German Allergy and Asthma Association (DAAB), the German Working Group of Anaphylaxis Training and Education (AGATE). *Allergo J Int* **30**, 1-25 (2021).
18. B. Summer, S. Stander, F. Kapp, P. Thomas, [Role of the lymphocyte transformation test in the evaluation of metal sensitization]. *Hautarzt* **67**, 380-384 (2016).
 19. AWMF, Durchführung des Epikutantests mit Kontaktallergenen und Arzneimitteln. *AWMF-Register* **013-018**, 2019, (2019).
 20. T. Werfel *et al.*, Position paper of the EAACI: food allergy due to immunological cross-reactions with common inhalant allergens. *Allergy* **70**, 1079-1090 (2015).
 21. C. Moulon, J. Vollmer, H. U. Weltzien, Characterization of processing requirements and metal cross-reactivities in T cell clones from patients with allergic contact dermatitis to nickel. *Eur J Immunol* **25**, 3308-3315 (1995).
 22. F. Riedel *et al.*, Unique and common TCR repertoire features of Ni(2+) -, Co(2+) -, and Pd(2+) -specific human CD154 + CD4+ T cells. *Allergy* **78**, 270-282 (2023).
 23. S. H. Arshad *et al.*, The effect of parental allergy on childhood allergic diseases depends on the sex of the child. *J Allergy Clin Immunol* **130**, 427-434 e426 (2012).
 24. K. Bonnelykke *et al.*, Meta-analysis of genome-wide association studies identifies ten loci influencing allergic sensitization. *Nat Genet* **45**, 902-906 (2013).
 25. P. R. Esser, S. F. Martin, Pathomechanisms of Contact Sensitization. *Curr Allergy Asthma Rep* **17**, 83 (2017).
 26. C. A. Akdis, The epithelial barrier hypothesis proposes a comprehensive understanding of the origins of allergic and other chronic noncommunicable diseases. *J Allergy Clin Immunol* **149**, 41-44 (2022).
 27. M. J. Ege *et al.*, Exposure to environmental microorganisms and childhood asthma. *The New England Journal of Medicine* **364**, 701-709 (2011).
 28. T. Biedermann, *Allergologie*. (Springer-Verlag, 2016), vol. 2. Auflage.
 29. G. Moscato *et al.*, Gender and occupational allergy: Report from the task force of the EAACI Environmental and Occupational Allergy Interest Group. *Allergy* **75**, 2753-2763 (2020).
 30. J. Ring, U. Kramer, T. Schafer, H. Behrendt, Why are allergies increasing? *Curr Opin Immunol* **13**, 701-708 (2001).
 31. K. C. Bergmann, J. Heinrich, H. Niemann, Current status of allergy prevalence in Germany: Position paper of the Environmental Medicine Commission of the Robert Koch Institute. *Allergo J Int* **25**, 6-10 (2016).
 32. G. C. I. Spolidoro *et al.*, Frequency of food allergy in Europe: An updated systematic review and meta-analysis. *Allergy* **78**, 351-368 (2023).
 33. M. V. Kopp *et al.*, S3 guideline Allergy Prevention. *Allergologie Select* **6**, 61-97 (2022).
 34. T. Fall *et al.*, Early Exposure to Dogs and Farm Animals and the Risk of Childhood Asthma. *JAMA pediatrics* **169**, e153219 (2015).
 35. L. Klimek, C. Vogelberg, T. Werfel, *Weißbuch Allergie in Deutschland*. (Springer, 2018).
 36. O. Pfaar *et al.*, Leitlinie zur Allergen-Immuntherapie bei IgE-vermittelten allergischen Erkrankungen. *Allergologie* **45**, 643-702 (2022).

37. EU, Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission. *Amtsblatt der Europäischen Union (EU) L 304/18-63*, (2011).
38. BfR, „VITAL 3.0“: Neue und aktualisierte Vorschläge für Referenzdosen von Lebensmittelallergenen. *Stellungnahme des BfR Nr. 015/2020*, (2020).
39. EU, Durchführungsverordnung (EU) 2022/169 der Kommission vom 8. Februar 2022 zur Genehmigung des Inverkehrbringens von gefrorenen, getrockneten und pulverförmigen Mehlwürmern (Larven von *Tenebrio molitor*) als neuartiges Lebensmittel gemäß der Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) 2017/2470 der Kommission. *Amtsblatt der Europäischen Union (EU) L 28/10-16* (2022).
40. EU, Durchführungsverordnung (EU) 2022/188 der Kommission zur Genehmigung des Inverkehrbringens von *Acheta domesticus*, gefroren, getrocknet und pulverförmig, als neuartiges Lebensmittel gemäß der Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) 2017/2470 der Kommission, 10. Februar 2022. *Amtsblatt der Europäischen Union (EU) L 30/108*, (2022).
41. EU, Durchführungsverordnung (EU) 2021/1975 der Kommission zur Genehmigung des Inverkehrbringens von gefrorener, getrockneter und pulverförmiger *Locusta migratoria* als neuartiges Lebensmittel gemäß der Verordnung (EU) 2015/2283 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie zur Änderung der Durchführungsverordnung (EU) 2017/2470 der Kommission. *Amtsblatt der Europäischen Union (EU) L 402/10-16*, (2021).
42. S. de Gier, K. Verhoeckx, Insect (food) allergy and allergens. *Molecular Immunology* **100**, 82-106 (2018).
43. H. Barennes, M. Phimmasane, C. Rajaonarivo, Insect Consumption to Address Undernutrition, a National Survey on the Prevalence of Insect Consumption among Adults and Vendors in Laos. *PLoS One* **10**, e0136458 (2015).
44. EU, Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission. *Amtsblatt der Europäischen Union (EU) L 136/3-280*, (2007).
45. EU, Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über kosmetische Mittel (Neufassung). *Amtsblatt der Europäischen Union L 342/59-209*, (2009).
46. SCCS, "Opinion on fragrance allergens in cosmetic products," (Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), 2011).
47. EU, Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten. *Amtsblatt der Europäischen Union (EU) L 167/1*, (2012).

48. EU, Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates. *Amtsblatt der Europäischen Union (EU) L 309/1*, (2009).
49. EU, Richtlinie 2009/48/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2009 über die Sicherheit von Spielzeug. *Amtsblatt der Europäischen Union (EU) L 170/1*, (2009).
50. M. G. Ahlstrom, J. P. Thyssen, T. Menne, J. D. Johansen, Prevalence of nickel allergy in Europe following the EU Nickel Directive - a review. *Contact Dermatitis* **77**, 193-200 (2017).
51. J. P. Thyssen, N. Sederberg-Olsen, J. F. Thomsen, T. Menne, Contact dermatitis from methylisothiazolinone in a paint factory. *Contact Dermatitis* **54**, 322-324 (2006).
52. SCCS, "Opinion on Methylisothiazolinone (MI) (P94) - Submission III (Sensitisation only)," (Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), 2015).
53. R. Urwin, S. Craig, F. Latheef, M. Wilkinson, Methylisothiazolinone: the epidemic is declining - but not gone. *Contact Dermatitis* **76**, 301-302 (2017).
54. EU, Richtlinie 2001/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Dezember 2001 über die allgemeine Produktsicherheit. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 111/4*, (2001).
55. K. T. Weiss *et al.*, Tattoos - more than just colored skin? Searching for tattoo allergens. *J Dtsch Dermatol Ges* **19**, 657-669 (2021).
56. EU, Verordnung (EU) 2020/2081 der Kommission vom 14. Dezember 2020 zur Änderung des Anhangs XVII der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) betreffend Stoffe in Tätowierfarben oder Permanent-Make-up. *Amtsblatt der Europäischen Union (EU) L 423/6-17* (2020).
57. S. Pizzutelli, Reply to: Update on systemic nickel allergy syndrome and diet. *Eur Ann Allergy Clin Immunol* **47**, 27-32 (2015).

Über das BfR

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) ist eine wissenschaftlich unabhängige Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Es berät die Bundesregierung und die Bundesländer zu Fragen der Lebensmittel-, Chemikalien- und Produktsicherheit. Das BfR betreibt eigene Forschung zu Themen, die in engem Zusammenhang mit seinen Bewertungsaufgaben stehen.

Impressum

Herausgeber:

Bundesinstitut für Risikobewertung

Max-Dohrn-Straße 8-10

10589 Berlin

T +49 30 18412-0

F +49 30 18412-99099

bfr@bfr.bund.de

bfr.bund.de

BfR-Autor/innen (in alphabetischer Reihenfolge): Annekatriin Aue, Ulrike Bernauer, Caterina Curato, Anke Ehlers, Narges Ghoreshi, Michael Giulbudagian, Anna Giusti, Matthias Herzler, Susann Matthes, Britta Nagl, Michael Oelgschläger, Florian Padberg, Matthias Peiser, Valerie Trendelenburg, Agnes Schulte, Katherina Siewert, Anna Sonnenburg, Hermann-Josef Thierse, Jens Vanselow, Matthias Winkel.

Anzahl Seiten:

Anstalt des öffentlichen Rechts

Vertreten durch den Präsidenten Professor Dr. Dr. Dr. h.c. Andreas Hensel

Aufsichtsbehörde: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

USt-IdNr: DE 165 893 448

V.i.S.d.P: Dr. Suzan Fiack



BfR | Risiken erkennen –
Gesundheit schützen