



Arbeitswelt im Wandel

Allergenen in der Insektenverarbeitung auf der Spur

Auch im Zuge des Klimawandels werden Insekten zunehmend als „Eiweißquelle der Zukunft“ betrachtet. Aus arbeitsmedizinischer Sicht ist dabei zu beachten, dass Beschäftigte bei der Insektenzucht und allen weiteren Verarbeitungsprozessen einem erhöhten Sensibilisierungsrisiko ausgesetzt sein können.

Die Produktion von Fleisch ist mit einer hohen CO₂-Bilanz verbunden. Demgegenüber können Insektenproteine eine ökologisch nachhaltigere Alternative zu traditionellem Fleisch darstellen, da ihre Zucht weniger Ressourcen benötigt und weniger Treibhausgase verursacht. Bei Verbraucherinnen und Verbrauchern ist die Akzeptanz von Insekten, Würmern, Larven und Co. als Lebensmittel allerdings größer, wenn die Insekten nicht direkt zum Verzehr angeboten, sondern in Produkten wie beispielsweise Nudeln oder Burgerpatties verarbeitet werden.

Die Folge dieses Verbraucherverhaltens ist eine Zunahme verarbeiteter Proteinisolate aus Insekten, die dann als Lebensmittelzutat Verwendung finden können. In so genannten Insektenfarmen kommen Beschäftigte mit verschiedenen Produktionsstufen wie Aufzuchtmaterial, Insekten- und Larvenprodukten – wie beispielsweise Häuten und Exkrementen – in Kontakt.

Dass es sich dabei um potenzielle Auslöser einer beruflich bedingten Allergie handeln kann, verdeutlicht ein arbeitsmedizinischer Fall, dem das IPA in Zusammenarbeit mit der Professur für Lebensmittelchemie an der TU Dresden nachgegangen ist.

Atemnot und gereizte Augen am Arbeitsplatz

Eine 28-jährige Beschäftigte, die als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Lebensmittelchemie mit Larven des Mehlkäfers (*Tenebrio molitor*) Kontakt hatte, zeigte allergische Beschwerden beim Umgang mit Insektenmaterial. Zunächst trat 2021 erstmals beim Zerkleinern der Insekten Kurzatmigkeit auf. Kurz zuvor wurde der Verarbeitungsprozess zur Gewinnung von Mehlwurmmaterial optimiert, sodass nun ein wesentlich feineres Mehlwurmmehl hergestellt wurde. Ab

Anfang 2022 hatte die Beschäftigte über einen Zeitraum von sechs Wochen wiederholt am Arbeitsplatz leichte Atemnot sowie starke Rötungen und Schwellungen der Augen. In der Folge wurde der zuständige Betriebsarzt informiert, und es stellte sich die Frage, ob es sich um eine Berufskrankheit nach Nummer 4301 „Durch allergisierende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen (einschließlich Rhinopathie)“ handelt. Die Suche nach dem ursächlichen Allergen für die Symptome am Arbeitsplatz begann (→ [Info 1](#)).



Info 1

Antigen

Ein Antigen ist eine Substanz, die vom menschlichen oder tierischen Organismus als fremd erkannt wird und eine Immunantwort auslösen kann.

Allergen

Ein Allergen ist eine spezielle Art von Antigen, das bei bestimmten Menschen eine allergische Reaktion auslöst. Hierbei handelt es sich meist um eine IgE-Antikörper vermittelte Immunantwort.

Zunächst wurde im Rahmen der Allergiediagnostik ein Hautprick-Test mit Umweltallergenen aus Baum- und Gräserpollen, Hausstaubmilben, Schimmelpilzen und Hundepithelien durchgeführt. Alle Ergebnisse waren negativ. Auch hatte die Beschäftigte keine der bereits bekannten Allergien. Eine zubereitete Hauttestlösung aus Mehlwurmmehl führte allerdings zu einer deutlichen Hautreaktion.

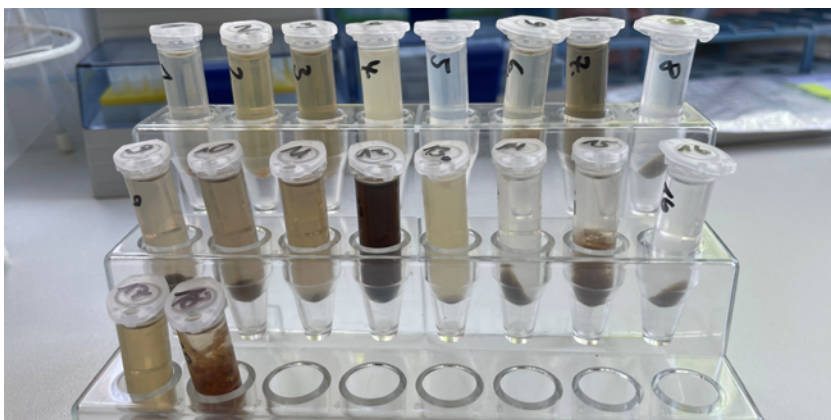
Es war daher eine weiterführende Diagnostik notwendig, um herauszufinden, gegen welche Mehlwurmbestandteile und infolge welcher Tätigkeiten am

Arbeitsplatz die Allergie bestand. Erst auf dieser Grundlage konnten geeignete Präventionsmaßnahmen identifiziert und umgesetzt werden, sodass der Kontakt mit dem Allergen vermieden und der Beschäftigten ein beschwerdefreies Arbeiten ermöglicht werden konnte.

Allergologisch-arbeitsmedizinische Expertise des IPA gefragt

Zur allergologischen und arbeitsmedizinischen Unterstützung wandte sich der Lehrstuhl für Lebensmittelchemie der TU Dresden zusammen mit der Unfallkasse Sachsen an das IPA. „Eine der zentralen Herausforderungen bestand darin, dass die Thematik berufsbedingter Allergien im Kontext unserer Forschung zu Insektenproteinen zunächst nicht im Fokus stand“, sagt Laura Weißenborn, wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich Lebensmittelchemie an der TU Dresden. „Obwohl Kreuzreaktionen zwischen Insekten und anderen Allergenquellen bereits beschrieben waren, kam das Auftreten allergischer Reaktionen im beruflichen Umfeld für uns überraschend. Dies erforderte eine rasche Neubewertung unserer Forschungsstrategie sowie die Implementierung geeigneter Präventionsmaßnahmen am Arbeitsplatz.“

Im Rahmen der Allergiediagnostik führte das IPA zunächst an einer Blutprobe der Beschäftigten eine serologische IgE-Testung durch, die die Sensibilisierung gegen Mehlwurmmehl bestätigte sowie eine Sensibilisierung gegen Reismehlkäfer zeigte. Eine serologische IgE-Sensibilisierung war hingegen nicht messbar gegen Baum- und Gräserpollen, Schimmelpilze, Tierhaare, Milben oder Garnelen. Somit lag der Fokus weiterer Untersuchungen auf den Verarbeitungsprozessen der Mehlkäferlarven.



Extrakte von *Tenebrio molitor*, die schockgefrostet oder blanchiert, entfettet und gemahlen wurden. Nachfolgend wurden daraus Proteinextrakte gewonnen und analysiert.



Sammlung von mehlwurmhaltigen Stäuben am Arbeitsplatz

Ergänzend wurde auch die Allergenbelastung am Arbeitsplatz der Beschäftigten untersucht. Um dort inhalative Expositionsquellen zu ermitteln, wurden mithilfe von elektrostatischen Passivsammlern Staub-sammlungen genommen. Dies geschah in insgesamt zwei Sammelzeiträumen für jeweils 14 Tage an drei verschiedenen Stellen im Arbeitsumfeld der Beschäftigten. Anschließend wurden die gesammelten Stäube extrahiert und mittels eines spezifischen Sandwich-ELISA gegen Mehlwurm-Antigene, der bereits am IPA entwickelt war, untersucht. So konnte die Konzentration an Mehlwurm-Allergenen in der Luft nachgewiesen werden (→ Info 2).

Die Tätigkeiten der Versicherten unterschieden sich während der beiden Sammelzeiträume deutlich: Im ersten Zeitraum ging es um das Einwiegen von bereits abgefüllten Mehlwurm-Fractionen und Arbeiten mit daraus hergestellten Lösungen. Hier konnten in den Stäuben, die von den Passivsammlern extrahiert wurden, kaum Mehlwurm-Antigene gemessen werden. Anders im zweiten Sammelzeitraum: In diesem wurde mit lebenden Mehlkäferlarven gearbeitet – beziehungsweise wurden diese weiterverarbeitet. In der Folge waren die gemessenen Allergenkonzentrationen nun deutlich höher. Auch traten bei der Beschäftigten erneut Allergiesymptome auf.

Analyse von Mehlwurmextrakten

Um genauere Rückschlüsse auf das Allergen ziehen zu können, wurden an der TU Dresden Allergenextrakte aus dem Mehl von *T. molitor*-Larven hergestellt. Dafür wurden Mehlkäfer schockgefrostet oder blanchiert, entfettet und gemahlen. „Bei uns am IPA wurden die daraus gewonnenen Proteinfractionen dann auf Antigenität mittels spezifischem Sandwich-ELISA gegen den Mehlwurm untersucht“, erläutert Dr. Sabine Kespohl, Leiterin des Referates Allergologische und immunologische Diagnostik und Beratung am IPA (→ Info 2). „Die Allergenität der Proteinfractionen wurde mittels IgE-Immunoblot der verschiedenen Proben mit dem Blutserum der Beschäftigten analysiert.“

Das Ergebnis ließ Rückschlüsse darauf zu, welche im Produktionsprozess anfallenden Mehlwurmproteine die Allergie auslösen könnten: „Bei der Analyse der verschiedenen Proteinfractionen konnten wir feststellen,



Info 2

Der ELISA-Test (**E**nzyme-**L**inked **I**mmunosorbent **A**ssay) ist ein Antikörper basiertes Nachweisverfahren, das über enzymgekoppelte Verfahren bestimmte Antigene (meist Proteine) detektiert. Mit dem Sandwich-ELISA, einem Testsystem bestehend aus zwei spezifischen Antikörpern, wird das Antigen als ‚Sandwich-Füllung‘ gebunden und ermöglicht dadurch eine quantitative Bestimmung des Antigengehalts, beispielsweise für Allergene am Arbeitsplatz.

dass der Allergengehalt nur in dem wässrig gewonnenem Mehlwurm-Extrakt besonders hoch war“, sagt Sabine Kespohl (→ Info 3). Dieser Zusammenhang scheint für eine primäre Sensibilisierung der Atemwege spezifisch zu sein, da Allergene in der Regel wasserlöslich sind und so mit den Schleimhäuten betroffener Allergikerinnen und Allergiker interagieren können.

Ein hoher Allergen- und Antigengehalt von *T. molitor* wurde auch im Aufzuchtmaterial gemessen. Dabei handelt es sich vor allem um Abfallprodukte, wie im Wachstum des Mehlwurms abfallende Häute und Exkremente. Zudem zeigte sich ein Trend zu einem erhöhten Antigengehalt infolge des Blanchierens der Mehlwurmlarven.

Anhand dieser Ergebnisse und der Messungen der Exposition am Arbeitsplatz mittels Passivsammler und anschließender Antigenquantifizierung wurde die Ursache für die allergischen Symptome der Beschäftigten deutlich: „Wir konnten die Quelle der antigenen Belastung der Beschäftigten identifizieren“, so Kespohl. „Bei der Expositionsquelle handelte es sich im Aufarbeitungsprozess um den Moment, in dem die Beschäftigte das trockene Insektenmaterial aus dem Abzug genommen hat, um es zu entsorgen.“ Zu diesem Zeitpunkt war die Beschäftigte Stäuben aus dem Aufzuchtmaterial von Mehlwürmern ausgesetzt, die einen besonders hohen Allergengehalt aufweisen und bei ihr allergische Symptome auslösten.

Weiterbeschäftigung durch effektive Präventionsmaßnahmen möglich

Mit diesem Wissen wurden nach Beratung durch das IPA und der Unfallkasse Sachsen geeignete Präventionsmaßnahmen umgesetzt, um trotz Mehlwurm-Allergie

eine Weiterbeschäftigung zu ermöglichen. Diese betreffen insbesondere den Umgang mit „trockenen Proben“: Sämtliche Arbeiten sowie die Entsorgung finden nun ausschließlich in einem Labor mit definiertem Abzug unter maximalem Abluftvolumenstrom statt. Zudem trägt die Beschäftigte bei ihrer Laborarbeit eine persönliche Schutzausrüstung inklusive FFP3-Maske.

Ein Ergebnis, das im Rahmen einer gelungenen wissenschaftlichen Kooperation zustande kam: „Das IPA stellte einen exzellenten wissenschaftlichen Partner dar“, sagt Laura Weißenborn. „Die umfassende allergologische Expertise, insbesondere im Bereich seltener und neuartiger Berufsallergene, war für die Bewertung der Allergenität unserer Proteinfractionen sowie für die Bearbeitung der Fragestellungen zur primären Mehlwurmallergie essenziell. Ohne diese Kooperation wäre die vertiefte Analyse des Themenfeldes in dieser Form nicht realisierbar gewesen. Sie hat auch dazu beigetragen, dass wir diesen Fall auf dem Deutschen Allergiekongress 2024 in Dresden präsentiert und den Case Report international in der Zeitschrift *Allergologie Select* publiziert haben.“



Info 3

Proteinfractionierung

Die Proteinfractionierung ist ein in der Lebensmittelchemie häufig eingesetztes Verfahren zur Auftrennung von Proteinen aus Lebensmitteln. Dabei werden die Proteine – in diesem Fall aus dem Mehlwurm – entsprechend ihrer Löslichkeit in verschiedene Fraktionen getrennt. Analog zu Getreide lassen sich diese Fraktionen in Albumin-, Globulin-, Prolamin- und Glutelin-Fraktionen im Sinne der Osborne-Fractionierung einteilen. Diese Proteinfractionen weisen unterschiedliche techno-funktionelle Eigenschaften auf. Die weitere Analyse der einzelnen Proteinfractionen zum Beispiel mithilfe von humanen IgE-Antikörpern ermöglicht auch Rückschlüsse über deren Allergenität.

Immunoblotting

Beim Immunoblotting trennt man die Proteine, überträgt sie auf eine Membran und benutzt Antikörper, um gezielt das gesuchte Protein sichtbar zu machen. Zum Nachweis von Allergenen werden humane IgE-Antikörper aus dem Serum farblich markiert.

Zukünftige Präventionsmaßnahmen

Im Hinblick auf künftige arbeitsmedizinische Herausforderungen in der Arbeitswelt betont sie: „Offenbar treten berufsbedingte Allergien gegen Insekten häufiger auf, als bisher angenommen wurde. Das zeigen unsere ersten Kontakte zur Insekten-produzierenden und -verarbeitenden Industrie. Für eine fundierte Bewertung ist es deshalb wichtig, Expositionsmessungen in Betrieben durchzuführen und so das Risiko für Beschäftigte besser einschätzen zu können.“

Sollte der Einsatz von Insekten in der Produktion von Lebens- oder Futtermitteln künftig ausgeweitet werden, sind allergologische Fragestellungen von Anfang an in Entwicklungs- und Präventionsstrategien sowie Gefährdungsbeurteilungen für gesunde Arbeitsbedingungen zu berücksichtigen.

Für die Allergiediagnostik sind zudem eine zuverlässige Testung sowie die Erforschung und Herstellung von entsprechenden Allergenextrakten unverzichtbar. Dies ist ein Aufgabenspektrum, mit dem sich das Kompetenz-Zentrum Allergologie/ Immunologie am IPA beschäftigt, insbesondere im Hinblick auf neu auftretende Berufsallergene infolge von Veränderungen in der Arbeitswelt.

Fachliche Ansprechperson

Dr. Sabine Kespohl

IPA

Autorin

Nina Bürger

IPA



Literatur

Weißenborn L, Kespohl S, Maryska S, Sander I, Bickhardt J, Henle T, Rauf M Berufsbedingte Typ 1-Allergie gegen *Tenebrio molitor* nach inhalativer Exposition: Fallbericht und Studien zur immunologischen Reaktivität. *Allergologie* 2025; 8: 449–458

Weißenborn L, Kespohl S, Maryska S, Sander I, Bickhardt J, Henle T, Rauf M. Airborne exposure-induced occupational type I allergy to *Tenebrio molitor*: Case report and studies on immunological reactivity. *Allergo Select*. 2025 Jul 22;9:66-74. doi: 10.5414/ALX02580E. eCollection 2025.