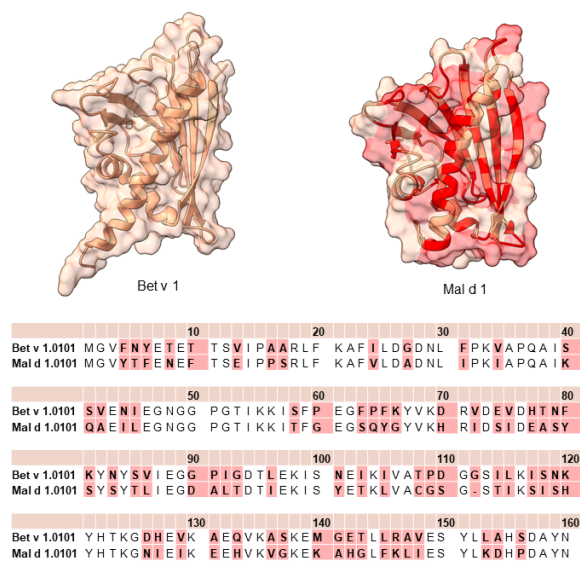


# Ursachenforschung – Warum sind Apfelsorten unterschiedlich allergen?

## Hypothesen zu mögliche Einflussfaktoren auf die Allergenität verschiedener Apfelsorten

Äpfel gelten als äußerst gesund und sind das beliebteste Obst in Deutschland. Im Jahr 2020/21 wurden durchschnittliche 22 kg Äpfel pro Bundesbürger verzehrt.[1] Gleichzeitig wird geschätzt, dass über 2,5 Mio. Menschen in Deutschland an einer Apfelallergie leiden.[2] Bislang sind vier Hauptallergene (Mal d 1-4) im Apfel bekannt. In Nord- und Mitteleuropa ist die Apfelallergie meist auf die Kreuzreaktivität, ausgelöst durch die strukturelle Ähnlichkeit zwischen dem Mal d 1 und dem Birkenpollenallergen Bet v 1, zurückzuführen (Abb. 1). Beide Proteine gehören zu der Gruppe der PR-10 (*pathogenesis-related proteins*) Proteine. Die Bedeutung dieser Proteine für die Pflanze ist bislang noch nicht abschließend geklärt.[3] Es ist allerdings bekannt, dass ihre Expression durch biotische oder abiotische Stressfaktoren angeregt werden kann. Auch eine Zunahme mit fortschreitender Reife wurde beobachtet.[4]



**Abb. 1: Aminosäuresequenz und kombiniertes Bänder-/Oberflächenmodell des Bet v 1.0101 (Uniprot: P15494, Bet v1-A) und Mal d 1.0101 (Uniprot: P43211). Unterschiede in der Aminosäuresequenz zwischen beiden Proteinen sind markiert. Die Darstellung mittels ChimeraX basiert auf den Strukturdaten in der RCSB PDB Datenbank (6R3C [5] und 5MMU [6]).**

Die Symptome der Apfelallergie, wie beispielsweise Anschwellen, Brennen oder Jucken der Lippen, sind meist mild und beschränken sich auf den Mund-Rachen-Raum. Allergiker berichten über Unterschiede

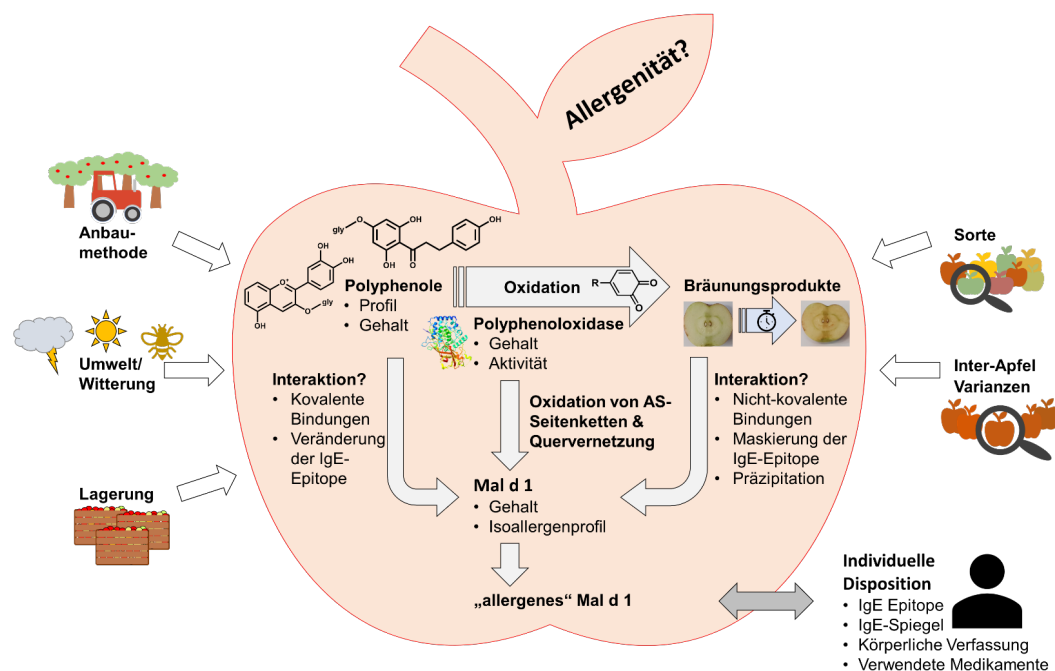
in der Verträglichkeit verschiedener Sorten.[7] Dies wird durch klinische (orale Verzehrsstudien und Hauttests) und immunochemische Studien bestätigt. [8–10] Auffälliger Weise wird insbesondere für die „alten“, traditionellen Sorten eine niedrigere Allergenität beobachtet. Bislang ist jedoch noch nicht umfassend geklärt worauf dies zurückzuführen ist. Folgende Hypothesen werden diesbezüglich diskutiert:

- 1) Der oft erhöhte Gehalt an Polyphenolen in traditionellen Apfelsorten könnte sich positiv auf das allergene Potenzial auswirken,[11] denn durch Wechselwirkungen mit dem Mal d 1 kann es zur Maskierung oder dem Verlust der IgE-Epitope kommen.[12, 13]
- 2) Kommerziell bedeutsame Sorten könnten im Vergleich zu traditionellen Sorten einen erhöhten Mal-d-1-Gehalt aufweisen.[11, 14]
- 3) Möglicherweise besitzen die Isoallergene ein unterschiedliches allergenes Potenzial. Daher könnten Varianzen im Allergenprofil die verbesserte Verträglichkeit von traditionellen Sorten gegenüber kommerziellen Züchtungen erklären.[9]

Auch eine Kombination dieser Möglichkeiten sowie weiterer Effekte, z. B. die entzündungshemmenden Eigenschaften verschiedener Polyphenolstrukturen,[15] sind denkbar. Die verschiedenen Einflussfaktoren auf die Allergenität eines Apfels sind in der Abbildung 2 zusammengefasst.

Äpfel sind reich an Polyphenolen, insbesondere an Hydroxyzimtsäure-Derivaten, Dihydrochalcon Glycosiden und die zu den Flavonoiden gehörenden Anthocyane, Flavanole und Flavonole.[16] Bei der Zelldekompartimentierung, z. B. während des Anschnitts eines Apfels oder dem Kauvorgang, bewirkt die im Apfel vorhandene Polyphenoloxidase die Oxidation der Polyphenole zu hochreaktiven *ortho*-Dichinonen und die Bildung oligomerer Bräunungsprodukte (Abb. 2).[17] Da dieser Effekt jedoch bei den Verbrauchern unerwünscht ist, wurde im Verlauf der Züchtung kommerziell bedeutsamer Sorten der Gehalt dieser sekundären Pflanzenstoffe reduziert.

Für Äpfel ist eine Reduktion des Mal-d-1-Gehalts in der Gegenwart von Polyphenolen beschrieben.[13, 18] Generell ist bekannt, dass Proteine mit Polyphenolen und/oder ihren Oxidationsprodukten reversibel oder nicht-reversibel reagieren können. (19) Dadurch kann es zu Strukturänderungen des Allergens kommen, welche zum Verlust oder zur (teilweisen) Maskierung des Epitops sowie zur Denaturierung und Präzipitation des Allergens führen können.



**Abb. 2:** Mögliche Einflussfaktoren auf die Allergenität von Äpfeln

Studien zeigen, dass die Zugabe von exogener Polyphenoloxidase und Polyphenolen die stärkste Reduktion der IgE-Bindungsfähigkeit des Mal d 1 bewirkte.[13,18] Dies verdeutlicht die Relevanz der Polyphenoloxidase für die Interaktion von Polyphenolen mit Mal d 1. Der direkte Nachweis für Interaktionen zwischen Polyphenolen und dem Mal d 1 konnte bisher jedoch nicht erbracht werden. Ausschließlich eine Studie von Unterhauser et al. konnte die Ausbildung einer kovalenten Bindung zwischen oxidierten Polyphenolen und Cystein nachweisen.[20] Eine deutliche Änderung der Proteinstruktur wurde in dieser Studie nicht beobachtet, jedoch eine (teilweise) Abdeckung eines Epitops. Auch eine direkte Oxidation der Tyrosinseitenkette durch die Polyphenoloxidase und eine damit einhergehende Reduktion der Allergenität wird diskutiert. (18)

Eine weitere Hypothese bezüglich des unterschiedlichen allergenen Potenzials ist die Annahme eines höheren Mal-d-1-Gehaltes in kommerziellen Züchtungen im Vergleich zu traditionellen Apfelsorten. Dies kann entweder darauf beruhen, dass in den Zuchtlinien oft Sorten mit einem hohen allergenen Potenzial, z. B. Golden Delicious, eingekreuzt wurden[21,22] oder durch zusätzliche Stressfaktoren während der Produktion und Lagerung bedingt sein (Abb. 2).

Für das Mal d 1 sind verschiedene Isoallergene literaturbekannt. Isoallergene sind Mitglieder einer Gruppe von allergenen Proteinen in einer Spezies die eine ähnliche biologische Funktion und molekulare Masse sowie eine Sequenzhomologie von > 67 % besitzen. [23] Für das Mal d 1 in Äpfeln sind bislang 13 Isoallergene beschrieben (Uniprot), die weiter in Iso-

formen (Homologie > 90 %) unterteilt werden.[23] Es wird vermutet, dass sich die Allergenität der verschiedenen Isoallergene unterscheidet (Abb. 2) [9], allerdings fehlen hierzu konkrete Studien. In der bisher einzigen verfügbaren Studie identifizierte Savazzini et al. das Isoallergen 1.02 als besonders allergen. (24) Weitere Erkenntnisse beruhen auf Korrelationsstudien, die aber oft widersprüchliche Ergebnisse zeigen. [10, 25]

#### Unterschiede im Polyphenolgehalt und -profil – besitzen gut verträgliche Sorten einen höheren Polyphenolgehalt?

Um den postulierten Einfluss der Polyphenole auf die Allergenität einer Apfelsorte zu prüfen, wurden in neun traditionellen und zehn kommerziellen Apfelsorten (Handelsproben, Erntejahr 2019, Mischprobe aus je 8 bis 10 Äpfeln) der Polyphenolgehalt, das Polyphenolprofil sowie die Freisetzung der Polyphenole während der oralen Verdauphase *ex vivo* und *in vitro* bestimmt.[26,27] Letzteres ist für die Bewertung des Einflusses der Polyphenole auf die Apfelallergie von besonderem Interesse, da die Apfelallergie auf den Mund-Rachen-Raum beschränkt ist.

Während sich die individuellen Polyphenolstrukturen zwischen den verschiedenen Apfelsorten nicht unterscheiden, konnten deutliche Unterschiede im Profil und dem Gesamtgehalt festgestellt werden (Abb. 3a). [26, 27] Generell war der Polyphenolgehalt in der Schale 4–7-mal höher als im Fruchtfleisch. Oft, aber nicht grundsätzlich, besaßen traditionelle Sorten höhere Gehalte als kommerzielle Züchtungen. Der individuelle Einfluss der Sorte auf die Freisetzung der Polyphenole war vernachlässigbar. Während des simulierten oralen

Verdau wurden aus den Fruchtfleischproben 40–80% der Polyphenole und aus der Fruchtschale 40–60 %, bezogen auf den quantifizierten Gesamtphenolgehalt nach einer wässrigen Methanolextraktion, freigesetzt. Insbesondere für Flavane konnte eine reduzierte Freisetzung mit zunehmenden Oligomerisierungsgrad beobachtet werden. Der unterschiedliche Freisetzunganteil zwischen Fruchtfleisch und -schale war auf das unterschiedliche Polyphenolprofil zwischen den Geweben, u. a. das Fehlen der Flavone und Anthocyane im Fleisch zurückzuführen.

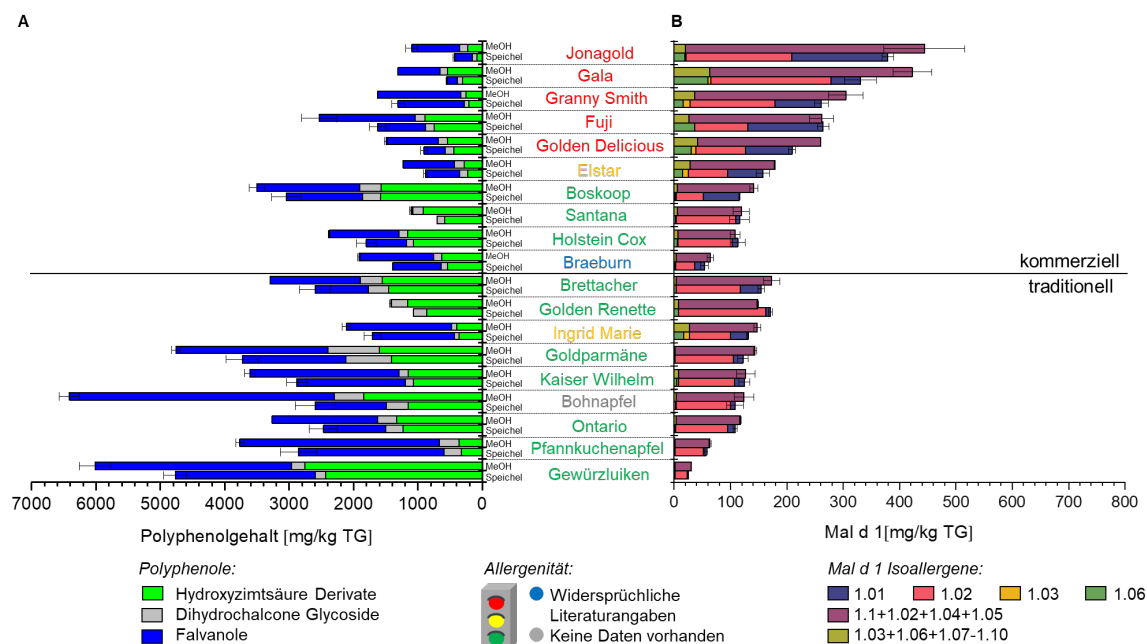
Um sortenspezifische Unterschiede bezüglich Polyphenoloxidase (aktive und latente Form) zu untersuchen, wurde mittels verschiedener Assays die Bildung von Bräunungsprodukten und *ortho*-Chinonen (mittels Brenzkatechin-Prolin-Reaktion) analysiert. Die sortenspezifischen Unterschiede zwischen den einzelnen biologischen Replikaten waren jedoch oft deutlich höher als die Unterschiede zwischen den Sorten, sodass der Einfluss der Polyphenoloxidaseaktivität auf das allergene Potenzial nicht bewertet werden kann. Ein Trend zu einer höheren Polyphenoloxidaseaktivität in gut verträglichen Apfelsorten konnte somit aus den Daten nicht abgeleitet werden.

**Mal-d-1-Gehalt und Isoallergenprofil – Ist der Allergengehalt ausschlaggebend für die Verträglichkeit?**

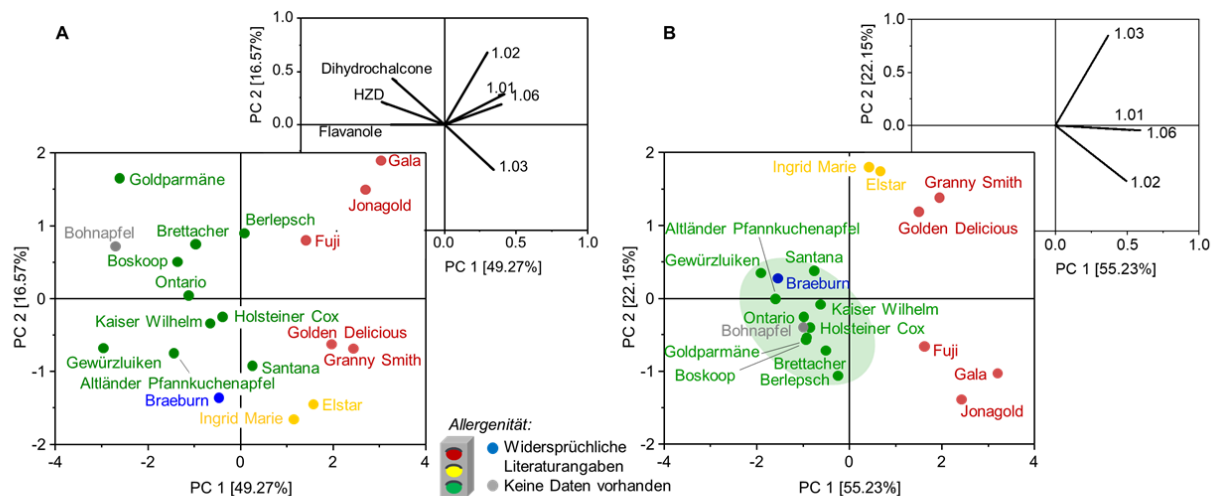
Die Quantifizierung des Allergens Mal d 1 erfolgte bisher überwiegend mittels Enzyme-linked Immuno-

sorbent Assay (ELISA).[9,18,28] Da diese Methode jedoch keine isoallergenspezifische Quantifizierung erlaubt, wurde eine gerichtete massenspektrometrische Methode entwickelt.[14,29] Die Identifizierung zweier Markerpeptide (sog. Globalmarker) ermöglichte die Quantifizierung des Gesamt-Mal-d-1-Gehalts und umfasste die Isoallergene 1.01-1.10. Zusätzlich konnten für die wichtigsten Isoallergene 1.01, 1.02, 1.03 und 1.06 spezifische Marker identifiziert und so das Isoallergenprofil bestimmt werden (Abb. 3b). Besonders vorteilhaft ist zudem, dass die massenspektrometrische Methode die Überwachung der Extraktionseffizienz des Allergens durch Einsatz eines Extraktionsstandards (modifiziertes r-Mal d 1 [30]) erlaubte. Die deutlichen Unterschiede in der Extraktionseffizienz der Proteine, in Abhängigkeit von der Sorte aber auch der Lagerdauer, unterstreichen die Relevanz eines Extraktionsstandards. Verglichen mit der Literatur sind die in unseren Arbeiten quantifizierten Gehalte oft höher.[9,28]. Dies ist vermutlich auf die Quantifizierung mittels Massenspektrometrie zurückzuführen, denn damit wird auch ungefaltetes, fehlgefaltetes oder modifiziertes Mal d 1 sowie Bruchstücke miterfasst. Andererseits ist bislang nicht geklärt, ob alle Isoallergene gleich gut an die beim Assay eingesetzten Antikörper binden.

Die Mal-d-1-Gehalte der verschiedenen Sorten unterschieden sich deutlich (Abb. 3B). Ein Trend zu geringeren Mal-d-1-Gehalten in den oft besser ver-



**Abb. 3: Polyphenolprofil (MeOH, n = 2) und Polyphenolfreisetzung während dem oralen Verdau (Speichel, n = 6) (A) (26, 27), sowie Mal d 1-Gehalt und Isoallergenprofil quantifiziert anhand der Globalmarker (n = 2) und der Isoallergenspezifischen Markerpeptide (n = 2) (B) [14] im Trockengewicht (TG) des Fruchtfleisches der 19 untersuchten Handelsproben. Die farbliche Markierung der Sortennamen erfolgte entsprechend der berichteten Allergenität der Sorte durch den BUND Lemgo.[7] Für Bohnapfel existieren keine Daten, aber eine gute Verträglichkeit wird allgemein angenommen. Die Verträglichkeit des Braeburn wird, laut BUND als schlecht beschrieben, während in klinischen Studien ein eher geringes allergenes Potenzial gezeigt wurde.[7–9]**



**Abb. 4:** PCA- und Loadings-Plots der Hauptkomponentenanalyse des quantifizierten Isoallergengehalts mit (A) und ohne (B) Einbezug der Gehalte der verschiedenen Polyphenolgruppen im Fruchtfleisch der Apfelproben. HZD Hydroxyzimtsäurederivate.

träglichen traditionellen Sorten wurde beobachtet, allerdings ergaben die Daten keine klare Trennung zwischen traditionellen und kommerziellen Apfelsorten. [7,14]. Kommerzielle Züchtungen mit einem moderaten Mal-d-1-Gehalt (Santana, Holstein Cox, Boskoop) wurden anhand der BUND-Verbraucherumfrage als eher verträglich beschrieben.[7]

In den untersuchten Proben waren Mal d 1.01 und 1.02 die Hauptisoallergene. Die Gehalte des Mal d 1.03 und 1.06 waren insbesondere im Fruchtfleisch deutlich geringer (Minorisoallergene). Auffällig war, dass der Gehalt dieser Minorisoallergene besonders in den Sorten erhöht war, für die eine schlechte bis mittlere Verträglichkeit berichtet wurde. Dies kann möglicherweise auf ein erhöhtes allergenes Potenzial dieser Isoallergene hindeuten. Die Isoallergene 1.04 und 1.05 wurden, entgegen den auf Datenbankeinträgen basierenden Erwartungen, in keiner der Proben detektiert (Abb. 3b).

Bei der Interpretation der Daten muss beachtet werden, dass es sich bei den 19 Sorten um Handelsproben handelt, und keinerlei Informationen zum Erntezeitpunkt sowie zur Lagerung vorlagen. In einer Folgestudie wurde daher detailliert an zwei kommerziellen Sorten untersucht, wie sich Lagerbedingungen und Lagerzeiten auf den Mal-d-1-Gehalt und das Isoallergenprofil auswirken.[31] Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass sich Lagereffekte signifikant auf den Mal-d-1-Gehalt aber auch auf das Isoallergenprofil auswirken.

#### Interaktionsstudien zwischen Mal d 1 und Polyphenolen – Sind Interaktionen nachweisbar, welche eine verbesserte Verträglichkeit erklären?

Korrelationsstudien zwischen dem Gehalt an Mal d 1 und den Polyphenolen sowie der berichteten Allergenität einer Sorte zeigten keinen direkten Einfluss

der im Apfel vorhandenen, meist monomeren, Polyphenole auf die Allergenität. Wurde mit den Daten des Polyphenolgehalts bzw. der einzelnen Polyphenoluntergruppen, des isoallergenspezifischen Mal-d-1-Gehalts und der berichteten Allergenität eine PCA durchgeführt, ergab dies eine Gruppentrennung entsprechend der Verträglichkeit der Sorten (Abb. 4a). Auffallend ist, dass die Gruppierung der Sorten, welche ausschließlich auf den Mal-d-1-Isoallergengehalten basiert, kohärenter war (Abb. 4b). Somit handelt es sich bei dem oft zitierten Zusammenhang zwischen dem Polyphenolgehalt und der Allergenität einer Sorte vermutlich um eine Scheinkorrelation. Diese Annahme wird durch Interaktionsstudien mittels  $^{15}\text{N}$ -HSQC und ITC untermauert, da mit diesen Methoden nur schwache bis keine Interaktionen zwischen dem Mal d 1 und monomeren Polyphenolen nachzuweisen waren. Allerdings konnte mittels  $^{15}\text{N}$ -HSQC bei Polyphenolen mit höherem Molekulargewicht und Bräunungsprodukten ein konzentrationsabhängiger Intensitätsverlust beobachtet werden. Dies weist auf einen reduzierten Gehalt an gelöstem Mal d 1 hin. Niederschlagserscheinungen in manchen Proben stützen die Annahme der Bildung unlöslicher Mal-d-1-Polyphenolkomplexe.

#### Fazit

Unsere Untersuchungen zeigen keinen direkten Anhaltspunkt für einen Einfluss der im Apfel enthaltenen Polyphenole auf die Allergenität einer Apfelsorte. Anhand unserer Daten gehen wir bei dem postulierten Zusammenhang zwischen erhöhten Polyphenolgehalten mit einer niedrigen Allergenität in traditionellen Apfelsorten von einer Scheinkorrelation aus. Polymere Bräunungsprodukte, für deren Bildung der orale Verdau zeitlich nicht ausreichend ist, scheinen jedoch mit dem Mal d 1 unlösliche Komplex zu bilden und so den

Gehalt an gelöstem, korrekt gefaltetem und allergenem Mal d 1 zu reduzieren. Unsere Ergebnisse weisen darauf hin, dass der Allergengehalt und möglicherweise auch das Isoallergenprofil, den größten Einfluss auf die Allergenität einer Sorte besitzt. Beides wird durch die Lagerbedingungen stark beeinflusst, sodass der geringere Mal-d-1-Gehalt in traditionellen Streuobstwiesensorten möglicherweise auch auf der meist nur kurzen Lagerung dieser Sorten beruht.

Für eine verlässliche Empfehlung bezüglich hypoallergener Äpfel ist es wichtig die Einflussfaktoren auf die Expression der Mal-d-1-Isoallergene besser zu verstehen, um gezielt die Lagerbedingungen und Züchtungen auf einen niedrigen Mal-d-1-Gehalt zu optimieren. Aufgrund der deutlichen Schwankungen zwischen biologischen Replikaten, Erntejahren und verschiedener Anbauregionen sowie der oft nicht nachvollziehbaren Ernte- und Lagerhistorie, sollten klinische Studien zur Allergenität analytisch eng begleitet werden. Die in den Studien eingesetzten Früchte müssen für eine umfassende Einordnung der Ergebnisse parallel zur klinischen Studie analytisch charakterisiert werden.

#### Quellen:

- [1] BLE (414). 180. Verbrauch von Obst nach Arten. BMEL-Statistik.de, 2023. <https://bmel-statistik.de/ernaehrung-fischerei/versorgungsbilanzen/obst-gemuese-zitrusfruechte-schalen-und-trockenobst> (Apr 24, 2023).
- [2] Becker S, Becker S, Chebib S, Schwab W, Dierend W, Zuberbier T et al. Die Testung von Äpfeln auf ihre Allergenität. *Erwerbs-Obstbau* 2021;63:409-415.
- [3] Fernandes H, Michalska K, Sikorski M, Jaskolski M. Structural and functional aspects of PR-10 proteins. *The FEBS journal* 2013;280:1169-1199.
- [4] Beuning L, Bowen J, Persson H, Barraclough D, Bulley S, Macrae E. Characterisation of Mal d 1-related genes in Malus. *Plant molecular biology* 2004;55:369-388.
- [5] Jacob T, Loetzen CS von, Reuter A, Lacher U, Schiller D, Schobert R et al. Identification of a natural ligand of the hazel allergen Cor a 1. *Sci Rep* 2019;9:8714.
- [6] Ahammer L, Grutsch S, Kamenik AS, Liedl KR, Tollinger M. Structure of the Major Apple Allergen Mal d 1. *J. Agric. Food Chem.* 2017;65:1606-1612.
- [7] BUND-Ortsgruppe Lemgo. BUND-Lemgo Sortenliste Apfelallergie - Stand Oktober 2021. <https://www.bund-lemgo.de/apfelallergie.html> (Apr 20, 2022).
- [8] Bolhaar STHP, van de Weg WE, van Ree R, Gonzalez-Mancebo E, Zuidmeer L, Bruijnzeel-Koomen CAFM et al. In vivo assessment with prick-to-prick testing and double-blind, placebo-controlled food challenge of allergenicity of apple cultivars. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2005;116:1080-1086.
- [9] Romer E, Chebib S, Bergmann K-C, Plate K, Becker S, Ludwig C et al. Tiered approach for the identification of Mal d 1 reduced, well tolerated apple genotypes. *Sci Rep* 2020;10:9144.
- [10] Vegro M, Eccher G, Populin F, Sorgato C, Savazzini F, Pagliarani G et al. Old Apple (*Malus domestica* L. Borkh) Varieties with Hypoallergenic Properties: An Integrated Approach for Studying Apple Allergenicity. *Journal of agricultural and food chemistry* 2016;64:9224-9236.
- [11] Kschonsek J, Wiegand C, Hipler U-C, Böhm V. Influence of polyphenolic content on the in vitro allergenicity of old and new apple cultivars: A pilot study. *Nutrition* 2019;58:30-35.
- [12] Gruber P, Vieths S, Wangorsch A, Nerkamp J, Hofmann T. Maillard reaction and enzymatic browning affect the allergenicity of Pru av 1, the major allergen from cherry (*Prunus avium*). *Journal of agricultural and food chemistry* 2004;52:4002-4007.
- [13] Kschonsek J, Dietz A, Wiegand C, Hipler U-C, Böhm V. Allergenicity of apple allergen Mal d 1 as effected by polyphenols and polyphenol oxidase due to enzymatic browning. *LWT - Food Science and Technology* 2019;113:108289.
- [14] Kaeswurm JA, Straub LV, Siegele A, Brockmeyer J, Buchweitz M. Characterization and Quantification of Mal d 1 Isoallergen Profiles and Contents in Traditional and Commercial Apple Varieties by Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 2023;71:2554-2565.
- [15] Singh A, Holvoet S, Mercenier A. Dietary polyphenols in the prevention and treatment of allergic diseases. *Clinical and experimental allergy : journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology* 2011;41:1346-1359.
- [16] Jakobek L, García-Villalba R, Tomás-Barberán FA. Polyphenolic characterisation of old local apple varieties from Southeastern European region. *Journal of Food Composition and Analysis* 2013;31:199-211.
- [17] Bittner S. When quinones meet amino acids: chemical, physical and biological consequences. *Amino acids* 2006;30:205-224.
- [18] Garcia A, Wichers JH, Wichers HJ. Decrease of the IgE-binding by Mal d 1, the major apple allergen, by means of polyphenol oxidase and peroxidase treatments. *Food Chemistry* 2007;103:94-100.
- [19] Pi X, Sun Y, Cheng J, Fu G, Guo M. A review on polyphenols and their potential application to reduce food allergenicity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 2022:1-18.
- [20] Unterhauser J, Ahammer L, Rainer T, Eidelpes R, Führer S, Nothegger B et al. Covalent polyphenol modification of a reactive cysteine in the major apple allergen Mal d 1. *Food Chemistry* 2022;410:135374.
- [21] Baric S, Storti A, Hofer M, Guerra W, Dalla Via J. Molecular Genetic Identification of Apple Cultivars Based on Microsatellite DNA Analysis. I. The Database of 600 Validated Profiles. *Erwerbs-Obstbau* 2020;62:117-154.
- [22] Kiewning D, Schmitz-Eiberger M. Effects of long-term storage on Mal d 1 content of four apple cultivars with initial low Mal d 1 content. *J. Sci. Food Agric.* 2014;94:798-802.
- [23] Radauer C, Nandy A, Ferreira F, Goodman RE, Larsen JN, Lidholm J et al. Update of the WHO/IUIS Allergen Nomenclature Database based on analysis of allergen sequences. *Allergy* 2014;69:413-419.
- [24] Savazzini F, Del Duca S, Vegro M, Cipriani F, Ricci G, Botton A et al. Immunological characterization of recombinant Mal d 1, the main allergen from apple (*Malus x domestica* L. Borkh). *Scientia Horticulturae* 2020;261:108926.
- [25] Gao Z, van de Weg EW, Matos CI, Arens P, Bolhaar STHP, Knulst AC et al. Assessment of allelic diversity in intron-containing Mal d 1 genes and their association to apple allergenicity. *BMC plant biology* 2008;8:116.
- [26] Kaeswurm JAH, Burandt MR, Mayer PS, Straub LV, Buchweitz M. Bioaccessibility of Apple Polyphenols from Peel and Flesh during Oral Digestion. *J. Agric. Food Chem.* 2022;70:4407-4417.
- [27] Kaeswurm JAH, Sempio R, Manca F, Buchweitz M. Analyzing bioaccessibility of polyphenols in six commercial and six traditional apples (*Malus domestica* Borkh.) during in vitro and ex vivo oral digestion (submitted).
- [28] Siekierzynska A, Piasecka-Kwiatkowska D, Myska A, Burzynska M, Sozanska B, Sozanski T. Apple allergy: Causes and factors influencing fruits allergenic properties-Review. *Clinical and translational allergy* 2021;11:e12032.

- [29] Kaeswurm JAH, Straub LV, Klußmann A, Brockmeyer J, Buchweitz M. New Mass Spectrometric Approach to Quantify the Major Isoallergens of the Apple Allergen Mal d 1. *J. Agric. Food Chem.* 2022;70:11813-11822.
- [30] Kaeswurm JAH, Nestl B, Richter SM, Emperle M, Buchweitz M. Purification and Characterization of Recombinant Expressed Apple Allergen Mal d 1. *Methods and protocols* 2020;4.
- [31] Kaeswurm JAH, Neuwald DA, Straub LV, Buchweitz M. Impact of cultivation and storage conditions on total Mal d 1 content and isoallergen profile in apples (submitted).

#### Autorinnen



**Julia Kaeswurm**  
Studium der Lebensmittelchemie an der Universität Stuttgart und Hohenheim, seit 2019 Promotion in der Gruppe Polyphenol-Matrix-Interaktionen (M. Buchweitz). Ihr Forschungsschwerpunkt sind möglichen Einflussfaktoren auf das allergische Potenzial verschiedener Apfelsorten.

#### Kontakt:

Prof. Dr. Maria Buchweitz  
Professur für Lebensmittelchemie (W2)  
Fachbereich Chemie  
Universität Hamburg  
Martin-Luther-King-Platz 6  
20146 Hamburg  
Tel.: +49 40 42838 - 7979  
E-Mail : maria.buchweitz@uni-hamburg.de

doi: <https://doi.org/10.1002/lemi.202300401>



**Prof. Dr. Maria Buchweitz**  
Studium der Chemie Stuttgart; Promotion Lebensmitteltechnologie Hohenheim; Nachwuchsgruppenleitung Polyphenol-Matrix-Interaktionen Stuttgart; seit April 2023 Professur für Lebensmittelchemie Universität Hamburg

## Meldung

### Speiseöle richtig erhitzen: Wissenschaftler/innen finden mögliche neue Marker

Wie oft kann ein Frittieröl wiederverwendet werden? Mit dieser Frage beschäftigt sich das Team des Lehrstuhls für Lebensmittelchemie unter der Leitung von Prof. Dr. Nils Helge Schebb an der Bergischen Universität Wuppertal. Den Wissenschaftler/innen ist es gelungen, potenzielle neue Marker für die Bewertung der Erhitzung von Pflanzenölen vorzuschlagen. Diese Marker könnten in Zukunft dabei helfen, die Qualität von Frittierölen zu bestimmen und dadurch die maximale Anzahl an Frittierzyklen eines Öls festzulegen. Beim Frittieren wird das Lebensmittel vollständig in erhitztes Öl getaucht. Beim Abkühlen kann das Öl zum Teil von den Lebensmitteln aufgenommen werden, sodass die Qualität des Frittieröls eine entscheidende Rolle für die Qualität der zubereiteten Lebensmittel spielt. „Deshalb ist es wichtig, die maximale Zeit bzw. die Anzahl der Frittierzyklen festzulegen, die ein Öl verwendet werden kann, bevor es vollständig durch frisches Öl ersetzt werden muss“, erklärt Prof. Dr. Nils Helge Schebb.

Fette und Öle bestehen aus einer Reihe gesättigter und ungesättigter Fettsäuren. Beim Erhitzen dieser bilden sich komplizierte Muster verschiedener Oxidationsprodukte der ungesättigten Fettsäuren – u. a. die Oxylipine. Allerdings lagen bis jetzt keine umfassenden Daten über die Muster der Oxylipine in Frittierölen vor. In einer im *Journal of Agricultural and Food Chemistry* erschienenen Studie hat sich das Team der Arbeitsgruppe Schebb gemeinsam mit dem Max-Rubner Institut in Detmold diesem Problem des Datenmangels angenommen.

So konnten die Kooperationspartner/innen mithilfe eines Frittierexperimentes detailliertere Daten über die Oxylipinmuster während des Frittiervorgangs generieren. Dafür wurden Kartoffeln mit Sonnenblumenöl in mehreren Zyklen frittiert und zwischen den einzelnen Zyklen Proben des Öls entnommen, die mittels LC/MS analysiert wurden.

Basierend auf den dabei erhaltenen Daten ist es dem Team gelungen, die laufenden Veränderungen der Oxylipinkonzentrationen während des Frittierprozesses quantitativ zu charakterisieren und neue potenzielle Marker für die Bewertung der Erhitzung von Speiseölen vorzuschlagen.

<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jafc.3c00964>