

Neue Erkenntnisse über die Inhaltsstoffe des Apfels Teil 3 - Apfelallergie

Achim Fießinger, Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät und
Dr. Friedrich Höhne, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV

Einführung Apfelallergie

Die Apfelallergie hat sich in den letzten Jahrzehnten zur bedeutendsten Obstallergie in Deutschland entwickelt. Die Gründe dafür sind noch weitestgehend unbekannt.

BERGMANN (2006) geht davon aus, dass allein in Deutschland über vier Millionen Menschen mit Unverträglichkeitserscheinungen auf den Verzehr von Äpfeln reagieren. Da der Apfel in Europa eine der wichtigsten Früchte bzgl. Konsum und Anbau darstellt, wird die Notwendigkeit, die Apfelallergie zu untersuchen, als sehr hoch eingeschätzt und es wurden zahlreiche Studien vorgenommen. Ein Ausbreiten der Allergie und damit einhergehend ein Rückgang des Konsums von Äpfeln und Apfelprodukten würde die europäischen Obstbauern empfindlich treffen.

Eine alte, immer noch gültige Definition spricht bei Allergien vom „Ausdruck von Reaktionen auf körperfremde Stoffe“ (PIRQUET, 1906) bzw. moderner ausgedrückt von „krankhafter Überempfindlichkeit des körpereigenen Abwehrsystems (Immunsystem) auf körperfremde Stoffe (Allergene)“ (LEPP & VAGTS, 2013).

An dieser Stelle soll jedoch nicht im medizinischen Sinne über Allergien und die Gründe ihrer Entstehung geschrieben werden, sondern über die Art und Weise, wie der Verzehr von Äpfeln sich bei sensibilisierten Menschen auswirkt.

Die Apfelallergie tritt interessanterweise an unterschiedlichen geografischen Regionen mit differenzierten Reaktionen der Allergiker auf. So haben betroffene Menschen in Nordeuropa eher mit leichteren Krankheitsbildern zu rechnen. Häufig ist ihre Allergie eine Kreuzreaktion auf eine schon existierende Pollenallergie, in den meisten Fällen handelt es sich um eine Allergie gegen Birkenpollen. Es wird daher auch von pollenassoziierter Apfelallergie gesprochen. Das Hauptallergen ist in diesem Fall Mal d 1.

Im südlichen Europa leiden die Betroffenen dagegen unter schwerwiegenderen Unverträglichkeitsreaktionen bis hin zum anaphylaktischen Schock. In manchen Fällen ist die Apfelallergie dort mit Sensibilisierungen gegenüber Pfirsich, Pflaume sowie auch anderen *Rosaceae*n verbunden. Das Hauptallergen ist Mal d 3.

Weiterhin gibt es noch die nur bei sehr wenigen Allergikern allergen wirkenden Allergene Mal d 2 und Mal d 4, welche unabhängig vom geografischen Standort auftreten können (GRAFE, 2010).

Mal d 1

In Nord- und Mitteleuropa ist das Allergen Mal d 1 (**Malus domestica 1**) hauptverantwortlich für die Apfelallergie. Es gehört zur Familie der PR10-Proteine¹, welche die Pflanze als Schutz vor pathogenassoziiertem Stress bildet.

MAYER et al. untersuchten 2006 in Österreich die Beziehung zwischen Feuerbrandbefall (*Erwinia amylovora*) bei Äpfeln und der Ausprägung von Mal d 1 im Apfel. Da Feuerbrand für den Baum eine extreme Stresssituation darstellt, wurde von einer erhöhten Mal d 1-Synthese ausgegangen. Die als schwach allergen bekannte Sorte 'Topaz' und die stark allergen wirkende Sorte 'Golden Delicious' wurden untersucht.

Es konnte nachgewiesen werden, dass beide Sorten bei Feuerbrandbefall eine um den Faktor sieben höhere Konzentration der Mal d 1-Proteine in der Frucht aufwiesen. Bei 'Topaz' war der Mal d 1-Gehalt trotz Stress durch Feuerbrand immer noch weitaus geringer als bei stärker allergisch wirkenden Sorten ohne Befall.

MAYER et al. schließen aus dieser Untersuchung, dass pathogener Stress den Gehalt an Mal d 1 zwar extrem erhöhen kann, jedoch die sortentypischen Gehalte dieses Proteins für Allergiker weitaus wichtiger zu beachten sind, da Sorten mit natürlicherweise niedrigen Werten auch bei Infektion mit Feuerbrand geringere Mengen Mal d 1 synthetisieren als von Natur aus stark allergene Sorten.

Mal d 1 kommt sowohl in der Schale als auch im Fruchtfleisch vor. Aufgrund von Strukturhomologien mit allergen wirkenden Proteinen u.a. der Birke (Bet v 1), Haselnuss, Sellerie, Möhre und Kirsche kann es zu sogenannten Kreuzreaktionen kommen.

Das Immunsystem erkennt die strukturell sehr ähnlichen Proteine nicht und reagiert so bei Kontakt mit Mal d 1, als ob es sich um eines der o. g. Allergene handeln würde. Zwischen 50 und 75% der Birkenpollenallergiker in Mitteleuropa sind von so einer Kreuzallergie mit dem Apfel betroffen (GRAFE, 2010).

¹ PR= Pathogenesis related

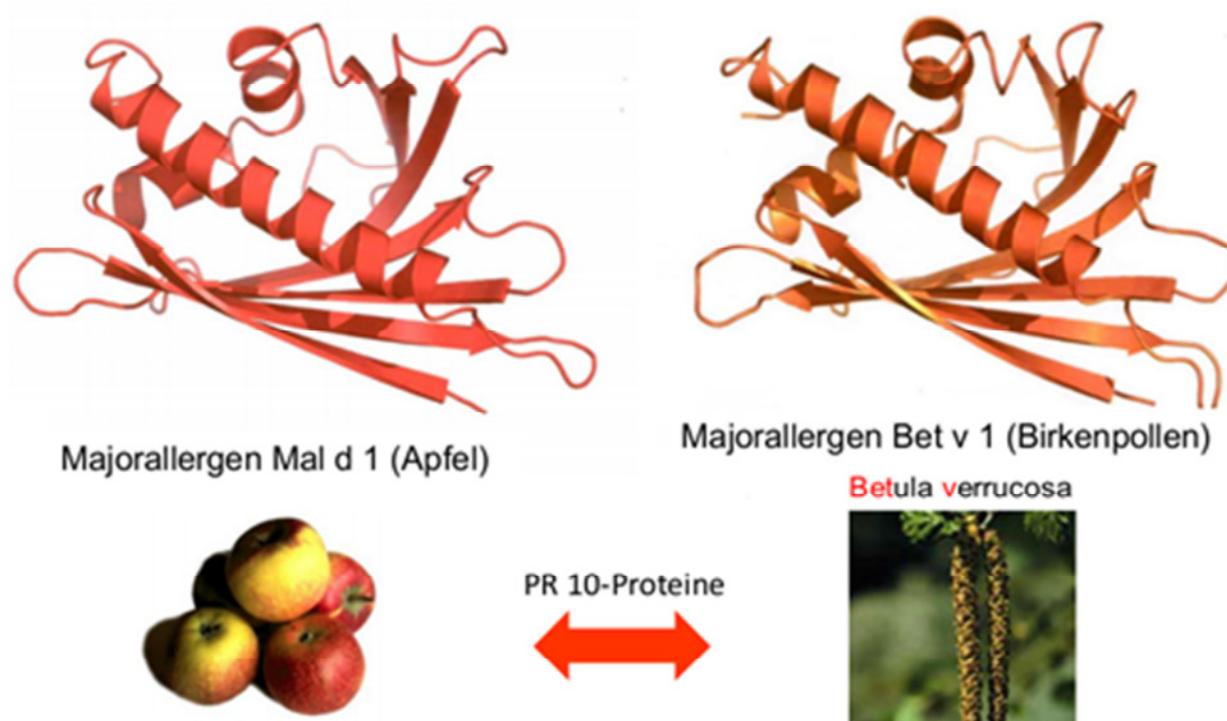


Abb. 1: Ähnlichkeit des Birkenpollenallergens Bet v 1 und des Apfelallergens Mal d 1 (HUSS-MARP, 2011)

Mal d 1 ist sehr labil gegenüber Erhitzung, niedrigem pH-Milieu sowie Oxidation. Dies ist ein Grund für die im Vergleich eher leichten Allergiesymptome, da es im Verdauungstrakt durch die Magensäure komplett zerstört und inaktiviert wird. Erhitzte Apfelprodukte wie pasteurisierte Säfte, Apfelmus oder Apfelkuchen werden von den meisten Allergikern problemlos vertragen. Selbst einfaches Zerreiben der frischen Früchte schwächt deren Allergenität enorm, da die oxidativen Prozesse Mal d 1 zerstören bzw. enzymatisch zu Chinonen oxidieren und die IgE²-Bindungsfähigkeit herabsetzen können (OPPERMANN, 2011, GRAFE, 2010).

Die Folgen für die Betroffenen sind in den meisten Fällen lokale Reizerscheinungen nur im Mund- und Rachenbereich während oder direkt nach dem Verzehr von Äpfeln, da das Mal d 1 bei Eintreffen im Magen sofort inaktiviert wird. Deshalb, so die einstimmige Meinung unter Wissenschaftlern, ruft Mal d 1 weniger starke allergische Reaktionen hervor.

Neuere Untersuchungen und Erfahrungen aus der Praxis u.a. von Dr. Ute LEPP (2013) weisen interessante Zusammenhänge beim Auftreten von Allergiesymptomen nach.

So traten bei einer Patientin, welche bestimmte, Mal d 1-schwache Sorten normalerweise gut verträgt, nach Einnahme von Schmerzmitteln sehr starke Allergieerscheinungen auf. In ärztlich betreuten Studien konnte der Zusammenhang von unterschiedlichen Faktoren (wie

² IgE= Immunglobuline der Klasse E

z.B. die Einnahme von Schmerzmitteln oder anderen Medikamenten, intensive sportliche Betätigung o.ä.) und dem verstärkten Auftreten von Mal d 1-bedingten Allergiesymptomen nach dem Verzehr von Äpfeln bestätigt werden (LEPP & VAGTS, 2013). Diese Erkenntnisse sollten gerade von Direktvermarktern bedacht und vor allem beim Verkauf angesprochen werden, wenn als schwach allergen bekannte Sorten Allergikern zum Verzehr empfohlen werden.

Mal d 3

Im südlichen Europa dagegen spielt das Mal d 1 eine geringe bis überhaupt keine Rolle. Die Apfelallergiker dort reagieren mehrheitlich auf Mal d 3. Es handelt sich um ein sogenanntes Lipidtransfer-Protein (LTP), welches in den Transport von Fettsäuren und Kutinmonomeren eingebunden ist. Weiterhin ist es an der Abwehr pilzlicher und bakterieller Infektionen beteiligt (GRAFE, 2010).

Mal d 3 kommt vor allem in der Apfelschale vor. Es ist sehr hitzebeständig, hat eine relativ hohe proteolytische Widerstandsfähigkeit und reagiert kaum auf enzymatische Prozesse und niedrige pH-Werte. Aus diesem Grund ist in Südeuropa bei vielen Apfelallergikern mit starken Allergiesymptomen zu rechnen, welche auch nach dem Verzehr von erhitzten oder anderweitig verarbeiteten Äpfeln auftreten können.

Diese reichen von Hautausschlag über Kreislaufbeschwerden und Störungen im Verdauungstrakt bis hin zum lebensbedrohlichen anaphylaktischen Schock. Auch hier werden Kreuzreaktionen beispielsweise zu Pfirsich oder Nüssen beobachtet (GRAFE, 2009).

Die geografisch unterschiedlich stark wirkenden Allergene sind auf die jeweils lokal mehrheitlich vorkommenden bzw. konsumierten Kreuzallergieauslöser und die Sensibilisierung der Menschen auf diese zurückzuführen. In Nord- und Mitteleuropa ist die Birke häufig vertreten, während relativ wenig Pfirsich angebaut und konsumiert wird. In Südeuropa hingegen kommt die Birke kaum vor, dafür wird Pfirsich in größeren Mengen konsumiert sowie auch angebaut (LEPP & VAGTS, 2013).

Mal d 2 und Mal d 4

Zwei weitere wichtige Allergene im Apfel sind Mal d 2 und Mal d 4. Ersteres ist ein Thaumatin-ähnliches Protein (TLP), welches hauptsächlich in der Schale der reifen Frucht enthalten ist. Mal d 2 ist resistent gegenüber Hitzeeinwirkung und enzymatischen Prozessen sowie niedrigem pH-Wert. Geografische Relevanzen sind mangels genauerer Untersuchungen bisher nicht bekannt, aber es wird als Auslöser schwerer Allergiesymptome diskutiert (GRAFE, 2009).

Mal d 4 hingegen ist ein sogenanntes polleninduziertes Minorallergen (Profilin), welches Kreuzreaktionen mit dem Bet v 2 der Birke provoziert. Mal d 4 spielt nur eine geringe Rolle in der Ausprägung der Apfelallergien (GRAFE, 2010).

Allergenes Potenzial der Apfelsorten

Viele Apfelallergiker wissen seit langem, dass die Schwere der Reaktion nicht allein von der individuell ausgeprägten Allergie, sondern vor allem von der konsumierten Sorte abhängig ist (BUND, 2012). Der BUND in Lemgo hält seit längerem Sortenlisten bereit, welche von Allergikern gemeldete Erfahrungen zum Konsum bestimmter Apfelsorten und deren Auswirkung auf die allergischen Reaktionen enthalten.

Im Volksmund wird oft behauptet, dass alte Apfelsorten grundsätzlich gesünder sind und ein geringeres allergenes Potenzial besitzen als neuere Züchtungen. Untersuchungen von GRAFE (2009), MATTHES und SCHMITZ-EIBERGER (2009) sowie von BERNERT (2012) befassten sich mit dieser Aussage.

In Tabelle 1 sind die Werte verschiedener Untersuchungen (Proteinbiochemische Tests, Hauttests, immunchemische Tests) nach GRAFE (2009) zusammengefasst.

Tab. 1: Mal d 1-bezogene Allergenität einiger Apfelsorten (GRAFE, 2009)

Sorte	Allergenität
Golden Delicious	hoch
Fuji	hoch bis mittel
Granny Smith	hoch bis mittel
Alkmene	mittel
Gloster	mittel bis niedrig
Altländer Pfannkuchenapfel	niedrig
Jamba	niedrig
Santana	niedrig

Die Sorte 'Golden Delicious' wies eine hohe Allergenität auf, gefolgt von den Sorten 'Fuji' und 'Granny Smith'. Die alte Sorte 'Altländer Pfannkuchenapfel' wies eine niedrige Allergenität auf.

Die neue niederländische Sorte 'Santana' hatte den geringsten Gehalt an Allergenen. Sie wurde von der Universität Wageningen als Kreuzung von 'Elstar' mit 'Priscilla' entwickelt. Zufällig ist entdeckt worden, dass Allergiker so gut wie gar nicht auf den Konsum dieser Sorte reagieren.

KOOTSTRA et al. bestätigten 2007 das extrem geringe allergene Potenzial von 'Santana'. In ihrer Studie verursachte 'Santana' bei 53% der getesteten Allergiker keine allergischen Reaktionen. Verglichen mit den zusammen untersuchten Sorten 'Topaz' und 'Golden Delicious', bei denen jeweils nur 7% der Probanden keine Reaktionen aufwiesen, konnte 'Santana' demnach die Tauglichkeit als Allergikerapfel nachgewiesen werden.

Nachteilig ist die schlechte Lagerfähigkeit von 'Santana'. VLIEG-BOERSTRA et al. (2011) beschreiben ihn als ungeeigneten Lagerapfel, der bis maximal Mitte Januar des Folgejahres verfügbar ist. Dem soll mit der Sorte 'Elise' entgegen gesteuert werden. 'Elise' ist bei guter Lagerführung bis Mitte Juni des Folgejahres lagerfähig, stellt jedoch die Praxis vor besondere Schwierigkeiten, da sie sehr krebsanfällig ist (FÜGLISTER, 2012).

Eine Studie der Universitäten Wageningen und Groningen in den Niederlanden untersuchte 56 Sorten per Hauttests auf ihre Allergenität. 'Santana' war als allergikergeigneter Apfel bereits bekannt, für 'Elise' konnten jedoch noch leicht bessere Werte gemessen werden.

Allergiker, welche 'Santana' vertragen, können uneingeschränkt zu 'Elise' greifen. Genaue Ursachen dafür konnten noch nicht gefunden werden (VLIEG-BOERSTRA et al., 2011).

Aus oben genannter Studie ist weiterhin ersichtlich, dass die frühe Sorte 'Collina' (im August verfügbar, Vertrieb hauptsächlich über Direktvermarktung) sowie auch die Clubsorte 'Pink Lady' ebenfalls hohe Akzeptanzen bei Allergikern aufweisen.

Ob die Lagerung die Expression der Allergene verstärkt oder eher abschwächt, ist noch nicht abschließend geklärt. Dazu gibt es bisher mehrere gegensätzliche Untersuchungsergebnisse.

Ein Versuch aus dem Jahr 2009 von MATTHES und SCHMITZ-EIBERGER untersuchte die Expression von Mal d 1 während der Lagerung in den Sorten 'Jonagold' und 'Golden Delicious'. Lag der Gehalt an Mal d 1 während der Ernte noch zwischen 2 und 10 µg/g FM, so stieg die gefundene Menge des Allergens nach 12 Wochen Lagerung im Kühllager bei 2°C auf über 140µg/g FM an, was einem Anstieg um maximal den Faktor 70 entspricht.

GRAFE (2010) schreibt von einem kontrovers diskutierten Zusammenhang zwischen dem während des Reifeprozesses stattfindenden Ethylenstoffwechsel und der Zunahme der Allergenität. Ihr zufolge führt demnach jede Lagerung zu einem Anstieg des Allergengehaltes, welcher jedoch sortenabhängig steigt. CA-gelagerte Äpfel weisen im Gegenzug zu konventionell im Kühlhaus gelagertem Obst einen geringeren Anstieg der Allergenität auf.

KIEWNING, BAAB und SCHMITZ-EIBERGER (2013) stützen diese These mit einem Versuch, der die Lagerbehandlung des Obstes mit Smart-Fresh (1-MCP, Methylcyclopropone), einem Reifeverzögerer, auf die Synthese von Mal d 1-Allergenen untersuchte.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass der Ethylenausstoß durch Smart-Fresh gehemmt wird. Die dadurch provozierte langsamere Reifung und Seneszenz der Äpfel bewirkte eine geringere Mal d 1-Synthese. In Vergleichsgruppen der gleichen Sorten konnte dieser Effekt bestätigt werden.

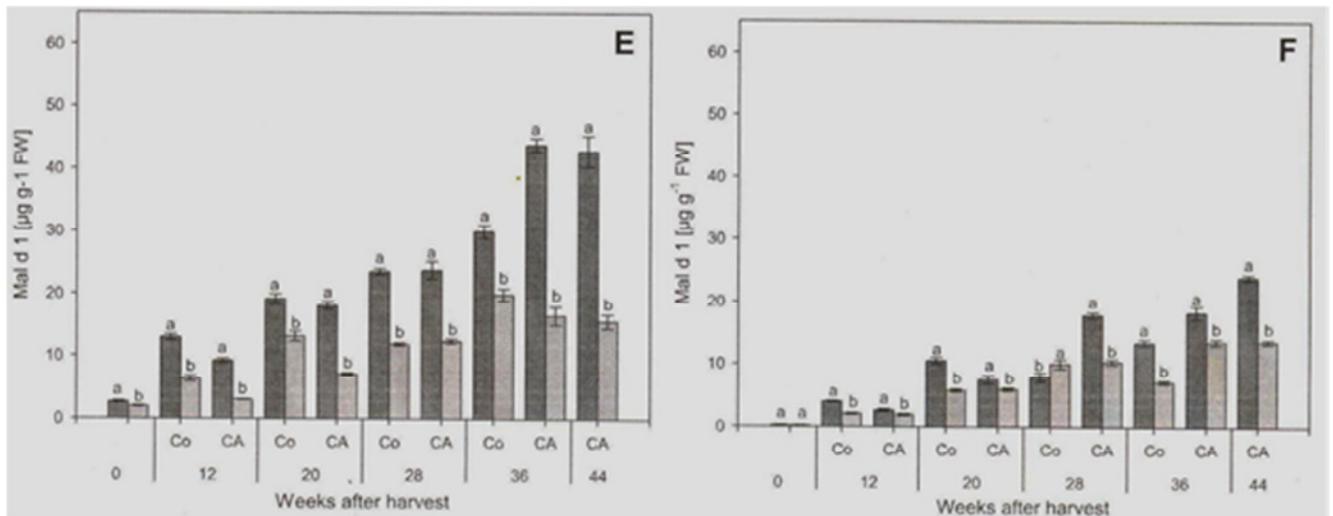


Abb. 2: Mal d 1 Gehalt der Apfelsorten 'Jonagold' (E) und 'Topaz' (F) in Abhängigkeit von der Lagerzeit, den Lagerbedingungen und dem 1-MCP Einsatz. Dunkle Säulen – ohne 1-MCP, helle Säulen – mit 1-MCP (KIEWNING, D. at. al. 2013)

OPPERMANN (2011) berichtet hingegen in der Zeitschrift *Allergie konkret* davon, dass viele Apfelallergiker Äpfel nach längerer Lagerung besser vertragen als frisches Obst.

Da es sich bei der Apfelallergie in den meisten Fällen um einen birkenpollenassoziierte Allergie handelt, ist vor allem zu prüfen, ob während des vermehrten Pollenfluges die Allergiesymptome häufiger oder auch in veränderter Form auftreten.

Einen Schritt in diese Richtung unternahm bisher nur VLIEG-BOERSTRA (2011), welche Hauttests an Probanden im Herbst und im Frühling durchführte, um unterschiedliche Allergiesymptome dadurch erklären zu können. Es konnten so für einige Sorten unterschiedliche starke Allergenitäten im Herbst wie auch im Frühling festgestellt werden. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass sich diese auf die Anwendung von 1-MCP-Präparaten oder einfach nur die Lagerung beziehen.

Der Aspekt der direkten jahreszeitlichen Pollensensibilisierung muss somit noch stärker in den Fokus der Forschung treten.

In der im oberen Absatz bereits zitierten Untersuchung von MATTHES und SCHMITZ-EIBERGER (2009) wurde auch ein möglicher Unterschied von biologischer Produktionsweise zu integriertem Anbau untersucht.

Es ist der erste Versuch, welcher einen signifikanten Unterschied in der Mal d 1-Konzentration von Bioäpfeln und solchen, die nach integrierter Produktionsweise angebaut wurden, belegt. Bioäpfel der untersuchten Sorten 'Jonagold' und 'Topaz' wiesen an allen Versuchsstandorten, bis auf eine Ausnahme, einen um ca. die Hälfte reduzierten Mal d 1-Gehalt auf.

Des Weiteren untersuchten MATTHES und SCHMITZ-EIBERGER das Auftreten von Mal d 1 in unterschiedlichen Sorten. Es wurden in Klein-Altendorf Werte von 1,3 µg/g FM bei 'Jonagold' über 4,7 µg/g FM bei 'Topaz' bis hin zu 14,6 µg/g FM bei 'Gala' gefunden. In Bavendorf war die Spanne noch größer und die Reihenfolge bei einzelnen Sorten etwas anders, jedoch an beiden Standorten hatte 'Topaz', 'Braeburn' und 'Greenstar' relativ niedrige Werte, während 'Golden Delicious' jeweils in der Mitte lag und 'Rubens' und 'Gala' an der 'Spitze'. Inwiefern die absolute Menge an Mal d 1 die Allergenität einer Sorte beeinflusst, ist noch nicht hinreichend geklärt.

Tab. 2: Mal d 1-Gehalte verschiedener Apfelsorten in Klein-Altendorf und Bavendorf (MATTHES UND SCHMITZ-EIBERGER, 2009)

Klein-Altendorf		Bavendorf	
Sorte	Mal d 1 (µg/g FM)	Sorte	Mal d 1 (µg/g FM)
Jonagold	1,3	Braeburn	2,3
Kanzi	1,6	Topaz	5,5
Greenstar	2,4	Fuji Kiku	6,2
Pinova	3,4	Greenstar	7,2
Topaz	4,7	Golden Delicious	7,6
Golden Delicious	6,2	Pinova	8,0
Braeburn	6,4	Cameo	8,6
Diwa	6,5	Jonagold	8,7
Fuji Kiku	8,9	Kanzi	9,4
Cameo	9,1	Diwa	11,7
Rubens	14,2	Rubens	20,1
Gala	14,6		



Abb. 3: 'Santana', 'Elise' (LFA Gülzow, © ACHIM FIEßINGER), Streuobstwiese³

³ Streuobstwiese: http://www.gartenweigel.de/tl_files/Gartenplanung_Bernd_Weigel/Landschaftsgestalter/streuobstwiese-1.jpg 24.10.2012

Der BUND Lemgo hat sich der Untersuchung alter Apfelsorten in Bezug auf deren Verträglichkeit unter Allergikern verschrieben. In Zusammenarbeit mit der Hochschule Ostwestfalen-Lippe wurde eine Studie realisiert, welche die Allergenität alter Apfelsorten der Streuobstwiesen des BUND Lemgo untersuchte. Leider sind diese Ergebnisse bis auf ein Poster bisher nicht veröffentlicht worden.

Zuerst wurde der Polyphenolgehalt verschiedener alter Apfelsorten gemessen und dann die Menge der gemessenen Phenole mit den von Allergikern gemachten Angaben zur Verträglichkeit der jeweiligen Sorten verglichen. Interessanterweise hatten die von vielen betroffenen Allergikern als sehr gut verträglich klassifizierten Apfelsorten einen besonders hohen Polyphenolgehalt. So wurden unter anderem 'Alkmene', 'Berlepsch', 'Goldparmäne', 'Gravensteiner' sowie auch 'Schöner von Boskoop' durch den BUND Lemgo als allergikergesamt eingestuft.

Die auf dem Poster veröffentlichten Messungen von BERNERT stimmen mit den im Artikel „*Sekundäre Inhaltsstoffe und antioxidatives Potenzial von Apfelsorten*“ (Infoblatt 1/2013) beschriebenen Mengen nicht genau überein, jedoch sind ähnliche Tendenzen erkennbar, was bei Messungen zu Inhaltsstoffen des Apfels die Normalität darstellt.

Neuere Züchtungen weisen gegenüber den alten Sorten geringere Polyphenolmengen auf. Weiterhin sind dem BUND Lemgo hohe Allergenitäten fast nur von modernen Tafelsorten gemeldet. Daher gehen BERNERT und ZAPP davon aus, dass ein Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Polyphenolen, im Besonderen n-Chlorogensäure (5-CQA), Epicatechinen, Quercetinglycosiden, Phloretin-2- β -xyloglycosiden sowie auch Phloridzin und 4-Coumarocylchinasäure und dem allergenen Potenzial bei Äpfeln besteht.

Die phenolischen Verbindungen können mit den natürlicherweise auch in alten Sorten in unterschiedlichen Konzentrationen vorhandenen Allergenen (hauptsächlich Mal d 1) Reaktionen eingehen, welche die Allergene inaktivieren und so verhindern, dass sie vom Körper aufgenommen beziehungsweise metabolisiert werden. Dadurch unterbleibt eine allergische Reaktion (BERNERT et al., 2012).

Weiterhin sollten nun Untersuchungen zum Gehalt der alten Sorten an den jeweiligen Allergenen zusammen mit Studien an Probanden zur Verträglichkeit folgen. Erst dann kann abschließend beurteilt werden, inwiefern sich möglicherweise die phenolischen Verbindungen des Apfels auf die Allergenität auswirken.

Einer der neuesten Versuche zur Apfelallergie erkannte, dass eine über einen Zeitraum von acht Monaten schrittweise erhöhte Dosis des Apfelkonsums bei Allergikern, welche unter einer pollenassoziierten Apfelallergie leiden, die Allergiesymptome (in den meisten Fällen OAS 27) verringert werden konnten. Einigen Probanden war nach dieser Zeit sogar ein normaler, beschwerdefreier Apfelkonsum möglich (KOPAC, et al., 2012).

Fazit

Mit der immer weiter steigenden Anzahl an Menschen mit einer Lebensmittelunverträglichkeit oder sogar Allergie nimmt vor allem auch für die Direktvermarkter und dem Lebensmittel-Einzelhandel der Druck zu, sich mit dem Thema Apfelallergie auseinanderzusetzen.

Gibt es bestimmte Sorten, die uneingeschränkt empfohlen werden können? Die Obstbau- wie auch die Lebensmittel- und Allergieforschung sind sich einig, dass Lebensmittelallergien ein sehr komplexes Thema und noch viele Dinge unbekannt sind. Um einem Allergiker unerwartete Reaktionen seines Körpers auf dem Konsum auch von normalerweise als schwach allergen bekannten Sorten zu ersparen, sollten vor allem die Direktvermarkter Kenntnisse über den aktuellen Stand der Forschung zum Thema Apfelallergie besitzen und den betroffenen Kunden mit Tat und Tat zu Seite stehen können. Vor allem aber sollte nicht von persönlichen Erfahrungen weniger auf alle Allergiker geschlossen werden, da dieses unbeabsichtigt schwerwiegende Folgen für die Betroffenen haben kann.

Erfreulicherweise können aber mehrere Apfelsorten mittlerweile von vielen Allergikern fast problemlos vertragen werden, so u.a. 'Santana', 'Elise', 'Topaz' und auch 'Collina'. Es ist jedoch immer individuell zu schauen, wie die Betroffenen reagieren, und bei zu starken allergischen Problemen empfiehlt es sich, den Konsum einzustellen.

Literaturverzeichnis

- Bergmann, P. D. (2006). *Allergiezentrum Charité*. Berlin.
- Bernert, T., Zapp, J., & Kothe, A. (2012). *Polyphenolgehalt in alten und neuen Apfelsorten im Bezug auf allergene Wirkungen*. Lemgo: Hochschule Ostwestfalen-Lippe.
- BUND. (22.10.2012). *Apfelallergie - Allergiker helfen Allergikern, Projekt der BUND-Geschäftsstelle Lemgo*. BUND. Lemgo: <http://www.bund-lemgo.de/apfelallergie.html>.
- Füglister. (2012). <http://www.apfel.ch/produkte/html/119.htm>, 27.10.2012. Dietikon: Baumschule Charles Füglister.
- Grafe, C. (September 2009). Apfelallergie: Aktueller Wissensstand und Ausblick. *Obstbau*, S. 618-620.
- Grafe, C. (2010). *Wissenswertes zur Apfelallergie*. Dresden Pillnitz: Julius Kühn-Institut.
- Huss-Marp, J. (2011). *Grundlagen der molekularen Allergiediagnostik*. Thermo-Fischer Scientific.
- Kiewning, D., Baab, G. & Schmitz-Eiberger, M. (2013). Effect of 1-MCP treatment on the apple (*Malus domestica* L.Borkh.) allergen Mal d 1 during long-term storage. *LWT - Food Science and Technology*, S. 1-6.

- Kootstra, H. (Dezember 2007). Assessment of the reduced allergenic properties of the Santana apple. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, S. 522-525.
- Kopac, P., Rudin, M., Gentinetta, T., Gerber, R., Pichler, C., Hausmann, O., et al. (Februar 2012). Continuous apple consumption induces oral tolerance in birch-pollen-associated apple allergy. *Allergy*, 2(67), S. 280-285.
- Lepp, U., & Vagts, J. (2013). Apfelallergie aus Sicht des Allergologen und der Ernährungsfachkraft. Vortrag, *Montagsreihe am 18. Februar 2013*, Jork-Esteburg.
- Matthes, A., & Schmitz-Eiberger, M. (2009). Apple (*Malus domestica* L. Borkh.) Allergen Mal d 1: Effect of Cultivar, Cultivation System and Storage Conditions. *Journal of Agricultural and food Chemistry*(57), S. 10548-10553.
- Mayer, M., Oberhuber, C., Loncaric, I., Heissenberger, B., Keck, M., Scheiner, O., et al. (2006). Nachweis von stress-induzierbaren Allergenen in Äpfeln von Bäumen mit Feuerbrandinfektion. *Ländlicher Raum*, S. 1-14.
- Oppermann, M. (Januar 2011). Äpfel allergiefrei genießen? *Allergie konkret*, S. 12-13.
- Pirquet, C. v. (1906). Wien.
- Vlieg-Boerstra, B., Weg, W. v., Heide, S. v., Kerkhof, M., Arens, P., Heijerman-Peppelman, G., et al. (2011). Identification of low allergenic apple cultivars using skin prick tests and oral food challenges. *Allergy*(66), S. 491-498.