

Schwarze Nüsse nicht nur wegen Walnussfruchtfliegen – Sortenwahl wichtig

Seitdem die amerikanische Walnussfruchtfliege den Alpenkamm überschritten hat, mehren sich die Meldungen von Schäden durch schwarze Nüsse, die sich schlecht von der verfaulenden Hülle trennen lassen. Jedoch stammen bei weitem nicht alle solche Beobachtungen von Schäden der neuen Fliege. Auch Bakterienbrand und Marssonina-Pilze können die Ursache sein, wobei die Sorten sehr unterschiedlich betroffen sind. Dasselbe gilt für die Fruchtfliege, wie neuste Ergebnisse der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW zeigen, die in Zusammenarbeit mit mexikanischen Spezialisten entstanden. Die Sortenwahl kann folglich einen entscheidenden Beitrag zum pestizidfreien Pflanzenschutz im zukünftigen Anbau von Walnüssen liefern.

JÖRG SAMIETZ, THOMAS SCHWIZER UND HEINRICH HÖHN,
FORSCHUNGSANSTALT AGROSCOPE CHANGINS-WÄDENSWIL ACW
MARTÍN ALUJA UND LARISSA GUILLÉN,
INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C., XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO
joerg.samietz@acw.admin.ch

Abb. 1: Maden der Walnussfruchtfliege, *R. completa*.
(Foto: Hans Ulrich Höpli, ACW)

Die Walnussfruchtfliege (*Rhagoletis completa*) ist ursprünglich im Südwesten der USA beheimatet und wurde in den 1980er-Jahren auch nach Europa eingeschleppt. Dabei wurden die ersten Fliegen in Nordost-Italien,

später ebenso um Mailand gefunden. Schliesslich wurde die Walnussfruchtfliege auch im Tessin festgestellt und etwa für eine Dekade beschränkte sich das Vorkommen in der Schweiz auf die Alpensüdseite. Mittlerweile ist die Art, begünstigt durch den Klimawandel, bis in die Nordschweiz vorgedrungen und kommt auch in Frankreich, Deutschland und Österreich vor. In einem umfangreichen Survey zeigte sich, dass die Walnussfruchtfliege nun in allen geeigneten Gebieten der Schweiz verbreitet ist. Auftreten und Befallsstärke hängen unter anderem mit dem Klima zusammen, wobei wärmere Lagen bevorzugt und fast ausschliesslich Gebiete mit Frühjahrestemperaturen (März bis Mai) von durchschnittlich über 7 °C besiedelt werden (Aluja et al. 2011).

Biologie und Schadbild

Die Fliege gehört zur Familie *Tephritidae* (Fruchtfliegen oder Bohrflyen), ist ähnlich gefärbt wie die Kirschenfliege, aber etwas heller und grösser (Titelbild). Als Wirtspflanzen sind neben dem Echten Walnussbaum (*Juglans regia*) auch andere Arten der Gattung *Juglans* beschrieben (Guillén et al. 2011). Die Fliege überwintert als Puppe im Boden und die erwachsenen Insekten schlüpfen nach einer relativ langen Entwicklungsruhe (Diapause) erst ab Mitte/Ende Juli. Die Adulten paaren sich und das Weibchen bohrt die Eier in Gruppen in die äusseren, grünen Fruchthüllen der Nüsse. Unter der Lupe lassen sich die Einstiche erkennen; sie werden vor dem eigentlichen Schadbild als kleine schwarze Punkte sichtbar. Die weisslichen Maden schlüpfen nach rund fünf bis sieben Tagen und entwickeln sich im Fleisch der



Schale (Abb. 1), wobei an sehr grossen Nüssen bis über 50 Individuen gefunden werden konnten (Guillén et al. 2011). Nach einer Entwicklungszeit von drei bis fünf Wochen verlassen die ausgereiften Maden die Fruchthüllen, lassen sich herunterfallen oder fallen mit den Nüssen zur Erde. Sie verpuppen sich schliesslich im Boden für die Winterruhe. Pro Jahr tritt eine Generation auf.

Von aussen zu sehen ist der Befall der reifenden Nüsse durch eine fleckige, schwärzliche Verfärbung der grünen, Fruchthülle (Exokarp). Durch den Frass der Maden wird das darunter liegende Fleisch (Perikarp) der äusseren Schale weich, feucht und schwarz. Es klebt schleimig an der reifenden Nussschale (Endokarp). Bei sehr starkem Befall verzehren die Maden das Perikarp schliesslich vollständig und hinterlassen das Exokarp als eingetrocknete, vollständig schwarze Hülle um die reife Nuss.

Die schwarze Verfärbung der Nussschale kann im kommerziellen Walnussanbau die äussere Qualität der Nussschale erheblich beeinträchtigen. Die äussere Hülle trennt sich nur schlecht von der Nuss und ohne eine entsprechende Reinigung lassen sich die Nüsse kaum direkt vermarkten. Der Aufwand und Erfolg der Reinigung – mit professioneller Waschanlage oder mit dem Hochdruckreiniger – ist dabei von der Stärke des Befalls abhängig.

Bakterienbrand und Blattfleckkrankheit

Viel früher im Jahr können sich am Walnussbaum Infektionen durch das Bakterium *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* zeigen. Zuerst werden bräunlich-schwarze Flecken auf den Blättern sichtbar, wobei die Blattadern selbst selten oder erst nachfolgend befallen werden und die Flecken meist begrenzen. Später zeigen sich auch Symptome auf den Nüssen als unregelmässige schwarze Flecken (Abb. 2, 3), unter denen das Gewebe der äusseren Hülle schleimig und feucht ist und später fleckenweise fest eintrocknet (Rüegg et al. 1993).

Sehr ähnlich sind die Symptome der Marssonina-Blattfleckkrankheit, die durch den Pilz *Marssonina juglandis* ausgelöst wird. Hierbei werden tintenschwarze Flecken auf den Blättern auch an den Stielen und auf den Blattadern sichtbar und führen oft zu verfrühtem Laubfall. Die schwarzen Flecken auf den Früchten sind im Gegensatz zum Bakterienbrand fest sowie von einem wässrigen Rand umgeben (Rüegg et al. 1993) und die Infektion reicht normalerweise nicht bis in den Kern. Dringt die Krankheit in die Nüsse selbst ein und lässt diese schwarz und schleimig werden, so handelt es sich meist um den Bakterienbrand (Rusterholz und Zbinden 1992).

Gesunde Sorten gegen Infektionen

Beide Krankheiten werden durch feuchtes, regnerisches Wetter im Frühjahr und Frühsommer gefördert. Aber auch ein zu geringer Abstand zwischen den Bäumen kann die Infektion mit den Keimen begünstigen, weil die Blätter nach dem Regen schlecht abtrocknen. Schliesslich sind die Sorten sehr unterschiedlich sensibel gegen den Befall mit Bakterienbrand und Blattfleckkrankheit. In der Nussanlage von ACW auf dem Breitenhof fand eine



Abb. 2: Walnüsse von aussen mit Befall durch Bakterienbrand. (FOTO: JACOB RÜEGG, ACW)



Abb. 3: Walnüsse mit Befall durch Bakterienbrand im Anschnitt. (FOTO: JACOB RÜEGG, ACW)

erste Erfassung der Empfindlichkeit gegen beide Krankheiten im Rahmen von Sortenprüfungen von 1986 bis 1991 statt (Rusterholz und Zbinden 1992). Weitere systematische Untersuchungen folgten ab 1997, deren Befunde im Folgenden erläutert werden sollen. Jedes Jahr wurden dazu zwei tragende Bäume pro Sorte (Tabelle S. 12) in der Versuchsanlage hinsichtlich Pflanzengesundheit bewertet. Kriterium waren jeweils die Blattflecken in einer Skala von 0 (keine Symptome) bis 10 (Symptome auf allen Blättern). Wegen der schwierigen Bonitierung der beiden Krankheiten wurde dabei nicht zwischen Bakterienbrand und Blattfleckkrankheit unterschieden. Zur Auswertung wurden für jedes Jahr die Werte der Sorten gemittelt und der Durchschnitt über alle 14 Jahre (1997–2010, Tabelle: Spalte 2) sowie für die feuchten Jahre (1997, '98, '99, 2001, '02, '05, '07, '09, '10, Tabelle: Spalte 3) gebildet. Die Ergebnisse zeigen sehr deutliche Unterschiede zwischen den untersuchten Sorten (Tabelle). Äusserst widerstandsfähige Sorten hinsichtlich Krankheiten sind demnach Sheinovo, Fernette, Geisenheim 26, Franquette, Fernor und Wirz, gefolgt von weiteren sehr robusten Sorten.

Empfindlichkeit von Walnussorten auf dem Breitenhof (Wintersingen) hinsichtlich Krankheiten sowie Befall durch die Walnussfruchtfliege.

1) Sorten, Eignung bezüglich Pflanzenschutz (gut = grün, mittel = gelb, schlecht = rot)	2) Empfindlichkeit Krankheiten nach Blattflecken 1997–2010 (0 = keine Symptome, 10 = vollst. Befall)	3) Empfindlichkeit Krankheiten: feuchte Jahre 1997–2010 (0 = keine Symptome, 10 = vollst. Befall)	4) Befall Walnussfruchtfliege: Durchschnitt Gesamtprobe (Anzahl Maden pro kg Früchte)	5) Befallspotenzial Walnussfrucht- fliege an infizierten Früchten (Anzahl Maden pro kg infizierte Früchte)
Sheinovo	0.15	0.25	13.8	97.2
Rainuss Kläusler	1.25	1.94	7.8	134.0
Fernette	0.66	0.54	77.1	165.6
Scharsch	1.00	1.44	36.1	215.7
Geisenheim 26	0.88	1.25	101.5	75.5
Meylannaise	1.64	2.39	49.7	124.3
Fernor	0.60	0.83	76.6	244.7
Ronde de Montignac	1.21	1.75	25.4	238.0
Wirz	0.75	1.00	93.2	221.7
Ferjean	1.95	2.92	13.5	142.9
Geisenheim 1247	2.07	2.78	58.2	67.0
Parisiennne	(2.76)	(2.76)	9.3	147.0
Franquette	0.63	0.96		
Nyffenegger	1.02	1.53	45.5	401.0
Tehama	1.34	1.94	83.5	237.5
Welti	1.45	2.33		
Esterhazy III	1.34	1.83	121.3	232.8
Dryanovsky	1.60	2.25	177.2	197.2
Geisenheim 1049	2.57	3.42	61.8	215.8
Mayette	1.84	2.61	57.3	342.7
Pedro	3.59	4.64	49.5	170.3
Esterhazy II	2.74	3.42	91.5	210.7
Geisenheim 120	3.57	4.50	75.9	146.3
Hugnuss	1.63	2.25	106.2	314.9
Uster	1.45	2.11	107.9	376.2
Gustino	2.68	3.44		
Sibisel	1.56	2.43	242.5	262.6
Geisenheim 139	2.93	4.11	94.1	225.3
Weinsberg 1	3.05	4.28		
Geisenheim 268	3.71	4.67	58.2	227.7
Geisenheim 175	1.75	2.44	159.9	331.8
Royal de Lützel	3.23	4.50		
Juckernuss	2.07	2.78	171.9	266.4
Kalif. Nuss Leuthold	3.60	5.00		
Roggenmoser	3.71	4.96	115.2	229.7
Werner Kieser	4.20	5.36	93.8	236.3
Gisinuss	2.61	3.56	185.0	327.8
Marchetti	4.54	5.28	172.2	201.0
Würms	2.71	3.39	258.5	424.9
Geisenheim 1239	3.25	4.22	186.8	398.2
PP XII/25	(6.14)	(6.14)	122.0	256.5
Eigenmann	4.54	5.78	127.4	289.3

Grau: keine Daten bez. Walnussfruchtfliege; Skalierung der Balken Spalten 2 und 3: 0-7; Werte in Klammern: Erhebung 1986-1991 (in Skala 0-10 transformiert)

Widerstandsfähig gegen die Walnussfruchtfliege

Aufgrund des sehr unterschiedlichen Befalls einzelner Bäume lag der Verdacht nahe, dass die Inhaltsstoffe der verschiedenen Sorten auch die Infektion mit der Fruchtfliege massgeblich beeinflussen. So wurde in sehr umfangreichen Experimenten zwischen 2008 und 2010 der Befall der Sorten verglichen (Guillén et al. 2011). Zum einen wurden zufällige Proben (Zielgrösse: 45 Nüsse) vom Breitenhof genommen, um den akuten Befall unter vergleichbarem Befallsdruck anhand der geschlüpften Puppen pro kg Früchte zu untersuchen. Zum anderen wurden jeweils fünf befallene Nüsse pro Probe hinsichtlich Eigenschaften der Früchte und für jedes Insekt einzeln die Auswirkung auf das Überleben, Puppengewicht, Diapauselänge und weitere Parameter untersucht (Guillén et al. 2011). Aus diesen Untersuchungen ergibt sich auch das Befallspotenzial an infizierten Früchten bei besonders hohem Befallsdruck (Tabelle: Spalte 5), das neben dem akuten Befall (Tabelle: Spalte 4) hier dargestellt ist. Der akute Befall spiegelt dabei auch die Attraktivität wieder, wenn die Weibchen bei der Eiablage die Wahl zwischen verschiedenen Sorten haben.

Wie bei den Krankheiten zeigen sich grosse Unterschiede zwischen den Sorten hinsichtlich des Befalls mit der Walnussfruchtfliege (Tabelle). Wenn man die beiden

Kriterien für die Beurteilung betrachtet, so stechen folgende Sorten als besonders robust beziehungsweise wenig attraktiv für die Walnussfruchtfliege heraus: Sheinovo, Rainuss Kläusler, Parisiennne, Ferjean, Geisenheim 1247, Ronde de Montignac, Meylannaise, Geisenheim 26 und Scharsch.

Robuste Sorten im Quervergleich

Um die Ergebnisse hinsichtlich Krankheiten und Walnussfruchtfliege in einer zusammenfassenden Bewertung zu vereinen, wurden für alle Sorten die Perzentilsränge innerhalb der vier Kriterien gemittelt (Tabelle: Spalten 2-5) und in der Tabelle aufsteigend geordnet. In den wenigen Fällen, wo keine Daten vorhanden waren, wurde ein medianer Rang (50%) angenommen.

Die Reihenfolge der Sorten in der Tabelle entspricht so der zusammenfassenden Eignung hinsichtlich Pflanzenschutz mit den besten Sorten oben. So sind die in Spalte 1 der Tabelle rot markierten Sorten nicht zu empfehlen. Dagegen zeigen die grün markierten Sorten, angeführt von Sheinovo, sowohl hinsichtlich Krankheiten wie auch bezüglich Walnussfruchtfliege ein gutes bis sehr gutes Ergebnis. Da für die eher gut beurteilten Sorten Franquette und Welti keine Daten zur Walnussfruchtfliege vorliegen, ist ihre Bewertung mit Einschränkung zu sehen.



Abb. 4: Spülsieb zur Säuberung der Walnüsse mit dem Hochdruckreiniger. (Foto: THOMAS SCHWIZER, ACW)

Auch hinsichtlich weiterer wichtiger Kriterien bei der Sortenwahl schneiden die zwölf Sorten der grün markierten Gruppe gut ab (Tabelle, Spalte 1). So wurde keine dieser Sorten bei der Degustation geschmacklich als negativ bewertet und lediglich Geisenheim 1247 zeigte eine gewisse Frostempfindlichkeit in den extremen Spätfrostjahren 1981 und 1991 (Rusterholz und Zbinden 1992). Hinsichtlich der Befruchtung blühen von den zwölf Sorten männliche und weibliche Blüten gleichzeitig bei Geisenheim 26, Meylannaise und Ronde die Montignac, wobei sich die beiden letzteren besonders gut als Bestäubersorten eignen. Weiterhin zu empfehlen sind Sheinovo, Rainuss Kläusler, Fernette, Scharsch, Fernor, Wirz, Ferjean und Parisienne.

Pestizidfreier Walnussanbau möglich

Die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte in der Versuchsanlage Breitenhof zeigen, dass Ertragsverlusten durch Bakterienbrand und Marssonina-Pilze mit dem Einsatz von robusten, gesunden Sorten vorgebeugt werden kann. Voraussetzung ist natürlich ein ausreichender Abstand zwischen den Bäumen, sodass die Blätter nach Regen und Taubildung gut abtrocknen können. Lässt sich aber auch der Walnussfruchtfliege rein durch Sortenwahl vorbeugen?

Die uns vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass die innere Qualität der Walnüsse durch die Walnussfruchtfliege weniger beeinträchtigt wird, als man dies erwarten würde. Zur direkten Schädigung des Kerns bei sehr frühem Befall gibt es Hinweise aus Kalifornien (Hislop und Allen 1983). Jedoch ist solch früher Befall unter unseren Klimabedingungen nicht zu erwarten und entsprechend wurden Berichte über Frass am Nusskern in Europa bisher auch nicht bestätigt.

Es konnte jedoch nachgewiesen werden, dass auch eine spätere Schädigung des Epikarps, an dem die Fliegen fressen, zu einer schlechteren Ernährung des Nusskerns führt (Wu et al. 2009). So zeigen Untersuchungen in Kalifornien, dass bei starkem Befall die Nusskerne etwas kleiner und häufiger geschädigt sind (schimmelig, verfärbt), was zu Ertragsverlusten bis zirka 40% führen kann. In Europa führte starker Befall mit der Fliege in einer systematischen Untersuchung an der Sorte Franquette (Duso und Dal Lago 2006) zu einem wenige Tage früheren Fall der Nüsse vom Baum, wobei sich die Kerngewichte und der Anteil schadhafter Kerne zwischen nicht befallenen Nüssen und solchen mit mittlerem beziehungsweise hohem Befall (Exokarp über zwei Drittel schwarz) in einem Jahr nicht und in einem anderen Jahr wenig unterschieden haben. Bei Nüssen mit sehr hohem Befall (Exokarp komplett schwarz) war allerdings der Ertrag gemessen am Kerngewicht um 20 bis 30% reduziert (Duso und Dal Lago 2006). Mit solch starkem Befall sollte bei den wenig empfindlichen Sorten jedoch nicht zu rechnen sein und folglich hätten allfällige insektizide Pflanzenschutzmassnahmen keine positive Auswirkung auf den Ertrag gemessen am Kerngewicht.

Unterstützend kann starker Befall durch gute Hygiene, das heisst Aufsammeln heruntergefallener madiger Nüsse reduziert werden und auch durch Abdecken des Bodens unter den Bäumen mit Folien, sodass sich die Maden nicht verpuppen können und vertrocknen. Eine gewisse Anzahl adulter Fliegen lässt sich mit Gelbfallen (z.B. Rebell amarillo mit Ammonium-Köder) wegfangen (Abb. 5). Sehr gute Erfahrungen wurden auch mit der Haltung von Hühnern unter den Nussbäumen gemacht, die eine grosse Anzahl von Bodeninsekten und so auch die Puppen der Fliegen wegpicken.



Abb. 5: Walnussfruchtfliegen auf einer Gelbfalle.

(FOTO: HANS ULRICH HÖPLI, ACW)

Bleibt jedoch die Schwarzfärbung, wie sie sowohl durch die Krankheiten als auch durch die Walnussfruchtfliege bei starkem Befall ausgelöst werden kann. Für grosse Nussanlagen, die explizit auf die Vermarktung von «Edel»-Nüssen als Ganzes abzielen, oder für mehrere Produzenten zusammen lohnt unter Umständen die Anschaffung einer professionellen Wasch- und Trocknungsanlage, die sowohl die äussere Hülle der Nüsse, als auch Verfärbungen entfernen kann. Auf kleinerem Massstab wurden auf dem Breitenhof ebenfalls sehr gute Erfahrungen hinsichtlich Reinigung mit dem Hochdruckreiniger in einem selbst konstruierten Spülsieb gemacht (Abb. 4).

Unterstützt durch vorbeugende Massnahmen bieten uns die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften und Inhaltsstoffe der Walnussorten die Möglichkeit, auch in Zukunft in der Schweiz ohne Einsatz von Pestiziden effektiv Walnüsse produzieren zu können. Wir sollten diese Chance nicht nur dort nutzen, wo Nussbäume

als Ersatz für Hochstämme gepflanzt werden, sondern auch im professionellen Walnussanbau der Sortenwahl hinsichtlich Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Walnussfruchtfliege bei Neupflanzungen höchste Beachtung schenken. ■

Dank

Die aufwendigen Untersuchungen im Labor wurden durch Elizabeth Razavi, Hans Ulrich Höpli, Sandra Noser, Kathrin Anaheim sowie Aline und Martin Aluja-Guillén unterstützt. Das Mexican Council for Science and Technology (CONACyT Ref. 79449) gewährte finanzielle Unterstützung für das Sabbatical von Martin Aluja.

Literatur

- Aluja M., Guillén L., Rull J., Höhn H., Frey J., Graf B. und Samietz J.: Is the Alpine divide becoming more permeable to biological invasions as a result of global warming? – Insights on the invasion and establishment of the walnut husk fly, *Rhagoletis completa* (Diptera: Tephritidae) in Switzerland. Bulletin of Entomological Research, 101, 451–465, 2011.
- Duso C. und Dal Lago G.: Life cycle, phenology and economic importance of the walnut husk fly *Rhagoletis completa* Cresson in northern Italy. Annales de la Société Entomologique de France 42, 245–254, 2006.
- Coates W.W.: Walnut Husk Fly: Varietal Susceptibility und its Impact in Nut Quality. Walnut Research Reports, University of California, Davis, CA, USA, 2005.
- Guillén L., Aluja M., Rull J., Höhn H., Schwitzer T. und Samietz J.: Influence of walnut cultivar on infestation by *Rhagoletis completa* (Diptera: Tephritidae): behavioural and management implications. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2011, im Druck.
- Hislop R.G. und Allen W.W.: Correlation of Walnut Husk Fly Activity, Larval Infestation Period and Harvest Quality of Early-, Mid- and Late-Maturing Walnut Varieties. Walnut Research Reports, University of California, Davis, CA, USA, 1983.
- Rüegg J., Grimm R., Vogelsanger J. und Bolay A.: Schadbilder an Walnussbäumen. Merkblatt 608, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 1993.
- Rusterholz P. und Zbinden W.: Walnuss: Sortenvergleiche und Anbauhinweise. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 128, 172–181, 1992.
- Wu G.L., Liu Q.L. und Teixeira da Silva J.A.: Ultrastructure of pericarp and seed capsule cells in the developing walnut (*Juglans regia* L.) fruit. South African Journal of Botany 75, 128–136, 2009.

La mouche de la noix pas seule responsable du brou noir – attention au choix des variétés

À qui la faute quand le brou des noix est noir et pourri et les fruits difficiles à dégager? La mouche de la noix, récente immigrée des États-Unis, vient tout de suite à l'esprit, mais elle n'est pas la seule coupable, le chancre bactérien et les champignons Marssonina peuvent aussi déployer leur activité néfaste. Cependant, les travaux de la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, corroborés par ceux de leurs homologues mexicains, montrent une sensibilité très variable des différentes variétés aux maladies et à la mouche de la noix. Sur la base des résultats obtenus, des recommandations sont formulées quant au choix des

variétés pour les plantations nouvelles afin d'assurer à l'avenir aussi une production effective de noix en Suisse sans recours aux pesticides. Sous l'aspect phytosanitaire et de leurs bonnes propriétés qualitatives en général sont particulièrement recommandées les variétés Sheinovo, Rainuss, Kläusler, Fernette, Scharsch, Geisenheim 26, Meylannaise, Fernor, Ronde de Montignac, Wirz, Ferjean, Geisenheim 1247 et Parisienne. Dans cette palette de variétés robustes, Meylannaise, Ronde de Montignac et Geisenheim 26 sont en outre auto-fertilisantes.

R É S U M É