

Epidemien von Pflanzenschädlingen am Beispiel der Rosskastanien-Miniermotte

Verena Wiemken und Thomas Boller

The European horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) is a beautiful park and alley tree, characterized by its stately habitus, its densely foliated top, its dense, erect, candle-like inflorescences of splendid white flowers marked by reddish or yellow signs, and its curious fruits, resembling the medieval weapon «morning-star» and containing single, dark brown, shiningly polished seeds. It is the only European member of the genus *Aesculus*, which has 20–25 members worldwide. Having survived in relic forests in the Balkan, it conquered Europe as an ornamental tree in the 16th century and is now present in virtually every European town.

The horse chestnut was a particularly healthy-looking tree until 1989, when the horse chestnut leaf miner spread in a huge wave over all of Europe and left its ugly brown marks on virtually every single horse chestnut leaf. The reason for this devastating epidemic remains unknown, but the insect responsible, *Cameraria ohridella*, was discovered as a new species in the year 1984, close to the Macedonian city of Ohrid. This tiny moth deposits up to 200 eggs on horse chestnut leaves. The larvae mine inside the leaf, pupate and emerge as adults after only a few weeks, such that up to five generations per year are possible. In this way, the moth is able to form huge populations. Its dispersal is massively helped by the present-day mobility of people who spread it inadvertently by lorries, trains and cars.

Die Erde ist immer mehr vom Menschen geprägt. Krankheitsepidemien verändern diese Prägung jedoch manchmal gewaltig. So hat die Pest die Bevölkerung in Europa im Mittelalter mehrmals drastisch dezimiert und war damit indirekt für den steigenden und bis heute anhaltenden Wohlstand der überlebenden Bevölkerung verantwortlich. Zur Zeit verändert die durch das HIV-Virus verursachte Immunschwächekrankheit die Gesellschaftsstruktur in einigen afrikanischen Staaten in einer ähnlichen Weise. Familien bestehen dort sehr oft aus vielen Kindern und wenigen alten Leuten. Was das Fehlen der mittleren Generation für die Zukunft bedeutet, wissen wir noch nicht.

Aber auch Pflanzenkrankheiten können gravierende Folgen haben. Die Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel, eine durch *Phytophthora infestans* verursachte Pilzkrankheit, sorgte in der Mitte des 19. Jahrhunderts für eine Massenauswanderung von Europa nach Nordamerika und damit für die rasche Entwicklung dieses Kontinentes in europäischer Tradition bei gleichzeitiger Ausrottung der indianischen Bevölkerung. Andere Epidemien ändern wenig an Gesellschaft und Wohlfahrt, wie z. B. die meisten der jährlich wiederkehrenden Grippewellen.

Epidemien breiten sich typischerweise von einem Zentrum her in einer grossen Welle fast explosionsartig aus. Nach dem Wellenkamm folgt jedoch oft ein Wellental: Der Krankheitserreger hat nach seiner grossen Attacke die Nahrungsgrundlage verloren, oder er wird selbst Opfer einer Krankheit.

Keywords: Epidemiology, herbivory, insect damage, plant protection

Adresse der Autoren:

Dr. Verena Wiemken und
Prof. Dr. Thomas Boller
Botanisches Institut
der Universität Basel
Hebelstrasse 1
4056 Basel/Schweiz
Verena.Wiemken@unibas.ch
Thomas.Boller@unibas.ch

DOI

<https://doi.org/10.12685/bauhinia.1714>

Dieser Beitrag basiert auf einer Vorlesung für die Senioren-Universität vom 8./9. Januar 2003. Die beiden Schreibenden bearbeiten in ihrer eigenen Forschung die Mykorrhiza-Symbiose von Bäumen bzw. die molekularen Grundlagen des Wechselspiels von Pflanzen und Mikroorganismen. Sie interessieren sich daher auch in einem allgemeinen Sinn für die Gesundheit der Pflanzen und diskutieren hier ein besonders augenfälliges Beispiel einer epidemischen Pflanzenkrankheit.

Im Zusammenhang mit Bäumen und deren Krankheiten stellt sich uns die Frage, ob die betroffene Baumart überleben kann, oder ob sie weitflächig ausstirbt. Eine bekannte Epidemie mit meist tödlichem Ausgang war das Ulmensterben des 20. Jahrhunderts, verursacht durch den Pilz *Ceratocystis ulmi*. Wieder erholt haben sich dagegen die Edelkastanien von einer lange währenden Epidemie, verursacht durch den Pilz *Endothia parasitica*.

Zur Zeit ist in der Schweiz das Kernobst (Äpfel, Birnen, Quitten) mit seinen zahlreichen beliebten Sorten durch eine epidemische Bakterienkrankheit bedroht, nämlich durch den Feuerbrand, verursacht durch *Erwinia amylovora*. Diese Epidemie erleben wir allerdings viel weniger direkt als eine zweite, welche den Park- und Alleebaum, die Rosskastanie betrifft.

Die Rosskastanie als Stadt- und Alleebaum

Die grossen, aufrechten Blütenrispen, die merkwürdigen, an einen Morgenstern erinnernden grünen Früchte mit ihren glänzend braunen Samen und die wunderbar schattenspendende Krone machen die Gewöhnliche Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum L.*) zum beliebten Park- und Alleebaum (Abb. 1).

Die Einzelblüte erscheint aus Distanz gesehen weiss, bei näherem Hinsehen können jedoch gelbe und rote Zeichnungen an den Kronblätter ausgemacht werden (Abb. 2). Die Farbänderung von rot zu gelb zeigt offenbar den Bienen an, dass das Blühstadium erreicht ist, in welchem Nektar produziert wird.

Die Rosskastanien gehören im Frühling zu den ersten ergrünenden Bäumen. Die Blattknospen schwollen bereits im Winter stark an, und im Frühjahr entfalten sich die Blätter mit grosser Geschwindigkeit. Es hat sich daher in vielen Städten eingebürgert, dass die Entfaltung der Rosskastanienblätter an einem bestimmten Baum genau beobachtet werden, in Genf z. B. vom Generalsekretär des Genfer Grossen Rates seit 1818 an den «Marroniers de la Treille». Die über Jahrzehnte gesammelten Daten geben ein besonders zutreffendes Bild des Frühlingsanfangs. An der Rosskastanie gemessen, beginnt der Frühling immer früher – ein klarer Hinweis auf die gegenwärtig stattfindende Klimaveränderung.

In der Schweiz stammen viele Rosskastanien-Alleen und auch Einzelbäume in Parks und Gartenwirtschaften aus der Zeit um 1900. Sie sind zu prächtigen Bäumen herangewachsen (in der Stadt Basel z. B. im Schützenmattpark, an der Bernoulli-strasse und am St. Alban Rheinweg) und stehen mit ihren etwa 100 Jahren noch im besten Alter. Der unübersehbar schlechte Gesundheitszustand, ganz besonders auffällig an der Bernoulli-strasse, ist im Wesentlichen auf den Befall durch die Rosskastanien-Miniermotte zurückzuführen.



Abb. 1: Im Frühling schmückt sich die Rosskastanie mit weißen, kerzenförmigen Blütenrispen.
Foto WWW



Abb. 2: Eine Nahaufnahme der Einzelblüten zeigt die roten bzw. gelblichen Zeichnungen auf den Blütenblättern.



Abb. 3: Schon im Monat Juli finden sich auf den befallenen Rosskastanien beinahe auf jedem Blatt einige Miniergänge von *Cameraria ohridella*.

Erscheinungsbild der neuen Rosskastanienkrankheit

Die Rosskastanien-Miniermotte, *Cameraria ohridella*, trat im Jahr 1998 erstmals in Basel auf und verursacht seither massive Blattschäden, wie sie in den Abbildungen 3 bis 5 illustriert werden. Die Schäden sind anfangs Juni bereits gut sichtbar. Abbildung 3 zeigt den Anblick der Rosskastanien an der Bernoulli-strasse Mitte Juli 2002. Alle Blätter sind bis zu einem Drittel der Fläche miniert. Statt satt grün wird die Krone mitten im Jahr hellgrün durchsichtig. Die Motten sind so gefrässig und vermehren sich so rasch, dass sie es fertig bringen, jedes Blatt zu befallen, und zwar meist gleich mehrfach. Auch beim Allschwiler Weiher stehen die Rosskastanien mitten im Sommer bereits da, als wäre es Herbst (Abb. 4). Viele Blätter sind bereits abgefallen. Ein Vergleich mit der Buche zeigt die dramatische Situation besonders deutlich, rechts im Bild die ganz verbräunten, welken Rosskastanienblätter und links die Buchenblätter im vollen sommerlichen Grün. Wie die Verbräuung zustande kommt, erkennt man bei stärkerer Vergrößerung (Abb. 5). Überall, wo die Motte sich im Blatt durchgefressen hat, fehlt das Blattgrün. Sie frisst also die lebenswichtige Schicht im Blatt und schmälert damit den wichtigsten Lebensprozess des Baumes, die Photosynthese. Interessant sind die Motten für die Blaumeisen; ganze Schwärme tummeln sich jeweils im Überangebot an Futter.

Die Ausbreitung der Krankheit der Rosskastanie hat eine auffällige Parallele zur Verbreitungsgeschichte des Baumes, die im folgenden Kapitel dargestellt wird.

Verbreitungsgeschichte der Rosskastanie

Ursprünglich war die Rosskastanie auch in Mitteleuropa heimisch. Sie wurde jedoch während der Eiszeit in den Balkan und nach Kleinasien abgedrängt. Fossilien von *Aesculus* wurden



Abb. 4: Im Monat August werden die Blätter der Rosskastanie durch die Miniermotte und durch Sekundärkrankheiten (v.a. von Pilzen) so stark geschädigt, dass sie absterben (rechts im Bild), während die Buchenblätter kräftig grün und kerngesund sind (links im Bild).



Abb. 5: Frassgänge der Rosskastanien-Miniermotte

Foto K. Engesser, WSL

in der Untermiozän-Flora auf Euböa (Griechenland) gefunden. Letzte Mischwälder (Tertiär-Relikte) mit einem hohen Anteil an Rosskastanien finden sich in Südalbanien, im Pindusgebirge in Nordgriechenland und auf weit kleineren Flächen in Nordostbulgarien.

Im 16. Jahrhundert fand die Rosskastanie den Weg zurück, aber nicht über die normale Samenverbreitung. Die grossen schwimmfähigen, jedoch keineswegs flugfähigen Samen werden hauptsächlich kleinräumig durch Tiere und allenfalls stromabwärts durch Gewässer verbreitet; somit konnte Mitteleuropa nicht wiederbesiedelt werden. Die Rosskastanie wurde jedoch von ihren Bewunderern in die meisten europäischen Städte gebracht und war dort bald einer der beliebtesten Zierbäume.

Es ist überliefert, dass die Rosskastanie 1557 in Konstantinopel (heute Istanbul) bekannt war. Von diesem Zeitpunkt an gibt es Quellenangaben über die weitere Verbreitung durch den Menschen. Sie gelangte 1561 nach Prag, 1569 nach Italien, 1575 nach Wien, 1629 nach England, 1672 nach Berlin und 1680 war sie bereits als Alleebaum in der Schweiz zu treffen. Bei einer Neugestaltung der Umgebung von Schloss Poppelsdorf in Bonn wurden im Jahr 1755 Linden durch die damals exotischen Rosskastanien ersetzt, welche der Allee offenbar ein vielbewundertes, luxuriöses Flair gaben. Die Anlage wurde als «Allée double» mit dazwischen liegendem «Tapis vert» besonders vornehm gestaltet. Heute fehlt die Rosskastanie in keiner mitteleuropäischen Stadt. Merkwürdigerweise verwildert sie nicht.

Carolus Clusius (1526–1609), ein berühmter französischer Botaniker und Zeitgenosse Bauhins, amtete in Wien als Leiter der königlichen botanischen Gärten. Er verfasste 1576 die erste wissenschaftliche Beschreibung der Rosskastanie. Doch erst Linné (1707–1778) gab ihr den heutigen wissenschaftlichen Namen *Aesculus*, der bei den Römern eine Eichenart bezeichnete.

Die Rosskastanien-Miniermotte

Erst seit kurzem wird die bis anhin gesunde und robuste Rosskastanie von einer Plage heimgesucht. Ein winziger Falter, die Rosskastanien-Miniermotte (*Cameraria ohridella*, gehört zu den Lepidoptera, Familie Gracillariidae) frisst, respektive miniert die Blätter in einem so grossen Ausmass, dass die Rosskastanienbäume, wie oben gezeigt, vielerorts bereits im August kahl dastehen.

Der Falter hat eine Körperlänge von nur 3 bis 5 mm und ist damit kleiner als ein Reiskorn. Er ist auf die Rosskastanie spezialisiert und befällt nur ausnahmsweise den Ahorn wie z.B. *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus* (HELLRIGL 2001). Er legt seine Eier auf die Blätter der Rosskastanie, erstmals zur Zeit der Blüte im April. Nach dem Schlüpfen nach 2 bis 3 Wochen bohren sich die Junglarven ins Blatt und beginnen zu «minieren». Ihre Minen liegen in der Blattschicht (Mesophyll), die das Chlorophyll enthält und für die Photosynthese der Pflanze verantwortlich ist. So mit zerstören sie eine essentielle Schicht des Blattes, ohne jedoch die unmittelbar lebenswichtige Abschlusschicht, die Epidermis, zu verletzen. Die Larve verpuppt sich nach etwa vier Wochen in einer sogenannten Puppenwiege am Ende eines Minerganges. Der Falter (Imago) schlüpft bereits nach zwei Wochen und legt erneut 100 bis 200 Eier. Der Fortpflanzungszyklus (Abb. 6) wiederholt sich drei- bis fünfmal pro Jahr!

Man kennt *Cameraria*-Arten auf 13 verschiedenen Pflanzenfamilien. Doch bis heute ist nur eine weitere Art bekannt, *Cameraria aesculicella*, die auf *Aesculus* spezialisiert ist (*A. glabra* und *A. flava*, vgl. www.faunistik.net).

Dank ihrer extrem kurzen Generationszeit kann die Rosskastanien-Miniermotte sehr schnell grosse Populationen aufbauen und breitet sich nun in unglaublicher Geschwindigkeit über Europa hinweg aus.

Woher stammt die Rosskastanien-Miniermotte?

Im Jahr 1984 fanden Forscher auf Rosskastanienbäumen in Ohrid (gesprochen wie «Ochrid») am berühmten Ohridsee in Mazedonien (Abb. 7) eine neue Art der Miniermotte und benannten sie nach dem Fundort *Cameraria ohridella*. Erstmals beschrieben wurde diese neue Art in einer Veröffentlichung von DESCHKA & DIMIC (1986). Die mazedonischen Entdecker des Insekts setzten ihre Studien in Linz fort, und dies hatte nach allem, was wir wissen, katastrophale Folgen. Im Jahr 1989 wurden nämlich erstmals von der *Cameraria ohridella* herrührende Schäden in Linz beobachtet.

In der Folge kam es zu einer rasanten Ausbreitung der Miniermotte und damit zu einer epidemischen Krankheit für die Rosskastanie (Abb. 8). Kranke Bäume wurden 1992 in Wien, 1998 in Bozen, Basel, Bonn, 1999 in Sarajewo, Florenz, Amsterdam, 2001 in Tours, Kiel, Marseille, 2002 in London und Kopenhagen registriert. Die Rosskastanien-Miniermotte erreichte

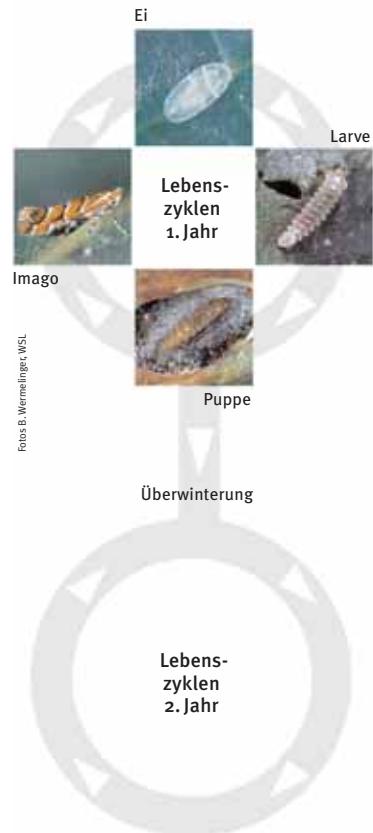


Abb. 6: Der Lebenszyklus der Rosskastanien-Miniermotte. Viele weitere interessante Angaben zur Biologie von *Cameraria ohridella* finden sich auf der Website: www.cameraria.de.



Abb. 7: Die Stadt Ohrid liegt am Ohridsee im Südwesten des Staates Mazedonien auf dem Balkan.

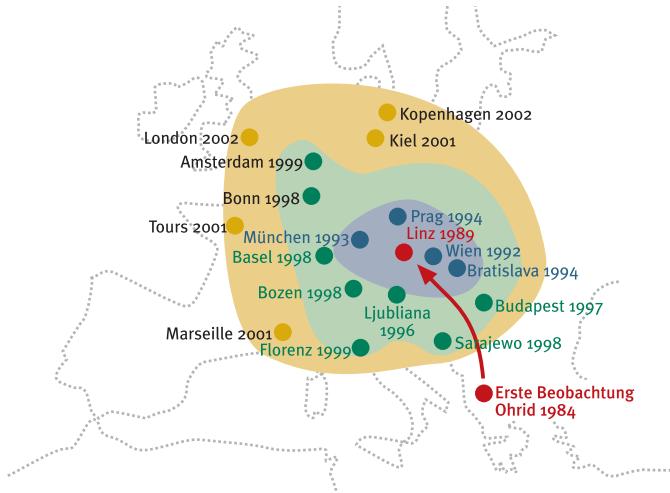


Abb. 8: Ausbreitung von *Cameraria ohridella* in Europa (1984–2002)

Die Rosskastanien-Miniermotte «hüpfte» im Jahr 1989 von Ohrid nach Linz und breitete sich anschliessend rasant über Europa aus (zusammenfassende Grafik aufgrund der Berichte verschiedener Autoren).

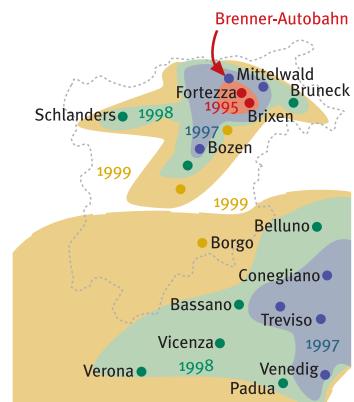


Abb. 9: Ausbreitung Südtirol-Trentino (1995–2000)

Die Rosskastanien-Miniermotte breite sich in den Jahren 1995–1998 den Verkehrswegen entlang vom Brenner her ins Südtirol und von Ljubljana her ins Trentino aus. (Darstellung auf der Basis von HELLRIGL & AMBROSI, 2000).

von Anfang an in jedem der «eroberten» Gebiete die grösste Populationsdichte, die je bei blattminierenden Schmetterlingen gefunden wurde (DESCHKA 1995).

Die Ausbreitung über Europa liess sich in kleinräumigen Studien von Stadt zu Stadt oder sogar von Baum zu Baum genau verfolgen.

Im landschaftlich geschlossenen Raum des Südtirols mit der Brenner-Autobahn als zentraler Verkehrsader wurde die Ausbreitung der Rosskastanienkrankheit von Beginn weg beobachtet (Abb. 9). Der erste Befall betraf die Stadt Bozen im Jahr 1995. Das Gebiet der befallenen Bäume weitete sich im nächsten Jahr um dieses Zentrum herum aus, und bereits 1999 waren alle Rosskastanien im Südtirol befallen. Der Vormarsch der Krankheit erfolgte gleichzeitig von Osten (Ljubljana 1996) her ins Veneto (1998), und schliesslich schloss sich mit dem Trentino 1999 das Gebiet Südtirol-Trentino zum Gesamtgebiet mit der Rosskastanienkrankheit.

Die Eroberung von Bonn begann beim Hauptbahnhof und bei den Bahnhöfen Bad Godesberg und Bonn Mehlem im Jahre 1998 (Abb. 10, links). Von diesen drei Punkten aus verbreitete sich die Miniermotte im folgenden Jahr 1999 entlang der Hauptverkehrsachsen (Abb. 10, Mitte). Bereits ein Jahr später (2000) waren sämtliche Rosskastanienbäume befallen (Abb. 10, rechts).

Ganz offensichtlich spielen die Transportwege für Menschen und Güter (Bahn und Strasse) bei der Ausbreitung eine grosse

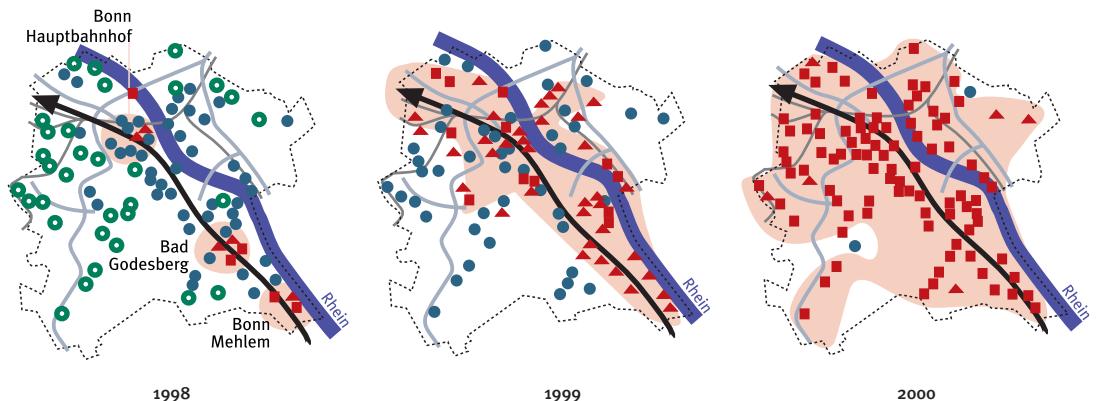


Abb. 10: Die Invasion von Bonn (1998–2000) (Erste Beobachtung im Rheinland: 1997)

Die Eroberung Bonns innert dreier Jahren zeigt deutlich, wie sich die Rosskastanien-Miniermotte auch kleinräumig den Verkehrswegen entlang ausbreitet. Im ersten Jahr ihres Einzugs setzte sie sich in den Bahnhofgebieten fest. Schon im zweiten Jahr war kein Baum mehr befallsfrei, und die Zone starken Befalls legte sich wie ein Raubvogelschatten über die Stadt. Im dritten Jahr waren alle Bäume der ganzen Stadt massiv befallen (Darstellung auf der Basis der Publikation von SENGONCA et al. 2002).

- Flächen mit starkem Befall
- Hauptverkehrsader (Strasse, Bahn)
- kein Befall
- geringer Befall (0–25%)
- ▲ mittlerer Befall (25–50%)
- starker Befall (>50%)

Rolle. Die Miniermotte wird als Ei oder als Puppe in abgefallenen Blättern in beliebigen Transportmitteln (Personenwagen, Laster, Eisenbahn, Straßenbahn usw.) verschleppt und kann sich dann an einem neuen Ort weiter entwickeln.

Die Epidemie schwuppt wie eine riesige Welle über Europa hinweg mit Epizentrum in Linz. Die maximale Ausbreitung ist bald erreicht. Wir fragen uns, was weiter geschehen wird.

Verbreitungsgebiete der Gattungen *Aesculus* und *Cameraria*

Die Schwerpunkte der Verbreitung von *Aesculus*-Arten liegen in Nordamerika und in Ostasien (Japan/China/Himalaja), wie dies auch eine Arbeit aus dem Bereich der molekularen Evolutionsforschung belegt (XIANG et al. 1998). Als Tertiär-Relikt hat sich in Europa/Kleinasien einzig unsere *Aesculus hippocastanum* gehalten (Abb. 11). Die Miniermotten-Gattung *Cameraria* zeigte bis zur Entdeckung der *Cameraria ohridella* ebenfalls ein rein ostasiatisch-nordamerikanisches Verbreitungsgebiet. In diesen Gebieten, wo Dutzende von *Cameraria*-Arten auf Dutzenden von verschiedenen Wirtsarten leben, wurde bis jetzt nie ein epidemisches Auftreten einer *Cameraria*-Art beobachtet. Wie lässt es sich erklären, dass nun die europäische Rosskastanie plötzlich von einer derart typischen Epidemie befallen werden konnte? Dazu gibt es drei Theorien:

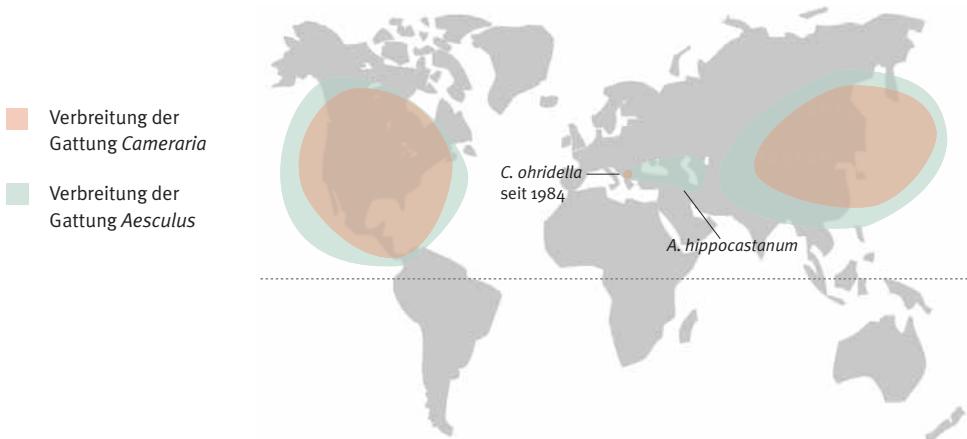


Abb. 11: Die Arten der Gattung *Aesculus* sind fast ausschliesslich in Nordamerika und Ostasien verbreitet. Die einzige Ausnahme ist das Tertiär-Relikt *Aesculus hippocastanum*, das sich im Balkan und Kleinasien halten konnte. Arten aus der Gattung *Cameraria* waren ebenfalls ausschliesslich aus Nordamerika und Ostasien bekannt, bis im Jahr 1984 die *Cameraria ohridella* entdeckt wurde.

1. Es kam zu einer Mutation einer schon früher im Balkan auf Rosskastanien beheimateten, aber nie beschriebenen Miniermotte; es könnte sich, wie von DESCHKA (1995) vermutet, ebenfalls um ein Tertiärrelikt gehandelt haben. Die Mutation erhöhte in irgendeiner Weise die Vitalität und erlaubte der Miniermotte eine gewaltige Vermehrung und Ausbreitung.

2. Eine am Ohridsee heimische Miniermotte wechselte den Wirt, indem sie von irgendeiner andern Baumart (z. B. von einer Ahornart, *Acer*) auf die Rosskastanie übersprang und mit diesem Baum einen idealen Wirt fand (HELLRIGL & AMBROSI 2000, HELLRIGL 2001).

3. Die Miniermotte *Cameraria ohridella* stammt gar nicht aus Ohrid, sondern wurde aus der Neuen Welt oder dem Fernen Osten eingeschleppt und traf in Ohrid auf die Rosskastanie als neue und speziell gut passende Wirtspflanze (GRABENWEGER & GRILL 2000, FREISE et al. 2002). Da in Ohrid ein berühmtes Kulturdenkmal Besucher aus aller Welt anlockt (UNESCO Welt-erbe: Kloster Sv. Jovan Kaneo), ist es nicht ganz abwegig, Touristen als «Importeure» zu vermuten.

Die ersten beiden Theorien sind in unseren Augen eher unwahrscheinlich, weil die Gattung *Cameraria* bis zum Jahr 1984 im weiten Umkreis von Zentraleuropa gar nie vorkam, sondern nur in der Neuen Welt und im Fernen Osten (Abb. 11). Am wahrscheinlichsten erscheint daher die dritte Möglichkeit einer Einschleppung, und es wird nun besonders interessant, in fernen Ländern nach den möglichen «Ahnen» der *Cameraria ohridella* zu suchen, die dort vielleicht auf eine Verwandte unserer Rosskastanie spezialisiert sind.

Anfälligkeit oder Resistenz von *Aesculus*-Arten bezüglich *Cameraria ohridella*

Nahe Verwandte unserer Rosskastanien sind in Nordamerika, im Himalaja und in Japan beheimatet. Im Falle von Epidemien sucht man resistenten Pflanzen. Man könnte die anfällige mit resistenten Rosskastanien kreuzen und weiterzüchten oder sie gänzlich durch resistente ersetzen. Gibt es resistente Rosskastanien? In der Tabelle 1 sind einige der *Aesculus*-Arten angeführt, bei denen die Anfälligkeit bezüglich der Miniermotte untersucht wurde. Unsere einheimische Rosskastanie, die weissblühende *Aesculus hippocastanum*, ist offensichtlich in all ihren Zuchtförmern sehr anfällig. Dagegen können wir auch in Basel leicht feststellen, dass die rotblühende Rosskastanie (*Aesculus carnea*) weniger befallen ist als die weissblühende. Dies gilt auch für *A. pavia* und *A. flava*. Wirklich resistent sind amerikanische und asiatische Arten, nämlich *A. parviflora*, *A. glabra*, *A. indica* und *A. turbinata*. Allerdings könnte uns nur die letztgenannte Art bezüglich Wuchs und Blütenpracht über einen allfälligen Verlust der *A. hippocastanum* hinwegtrösten.

Tabelle 1: Anfällige und resistente *Aesculus*-Arten und ihr Verbreitungsgebiet (zusammengestellt aus mehreren Quellen)

Sehr anfällige *Aesculus*-Art:

<i>Aesculus hippocastanum</i>	Europa
-------------------------------	--------

Wenig anfällige *Aesculus*-Arten:

<i>Aesculus carnea</i>	USA
<i>Aesculus pavia</i>	USA
<i>Aesculus flava</i>	USA

Resistente *Aesculus*-Arten:

<i>Aesculus parviflora</i>	USA
<i>Aesculus glabra</i>	USA
<i>Aesculus indica</i>	Himalaja
<i>Aesculus turbinata</i>	Japan

Wie kann die Rosskastanien-Miniermotte bekämpft werden?

Für die Bekämpfung der Rosskastanien-Miniermotte gibt es naturgemäß viele Thesen und Vorschläge. Am radikalsten ist es, alle Rosskastanienbäume zu fällen; dann verschwinden auch die Miniermotten. Danach können resistente Rosskastanienarten gepflanzt werden. Dieses radikale Vorgehen scheint aber unnötig. Bis jetzt ist noch kein Baum wegen der Miniermotte gestorben. Untersuchungen zeigen zwar, dass die Grösse der Samen bei kranken Rosskastanien abgenommen hat, dass also die Reproduktion durch Samen an den natürlichen Standorten in den Wäldern des Balkans gefährdet ist (THALMANN et al. 2003). In den Städten werden jedoch Sämlinge unter speziellen Bedingungen angezogen, und die Verjüngung und Vermehrung ist daher gewährleistet. Erstaunlicherweise nimmt der Holzzuwachs und der Wasserfluss im Stamm (theoretical flow) nach einem Miniermottenbefall zu (SALLEO et al. 2003). Damit erhöht der Baum die Wasser- und Nährstoffzufuhr zu den Blättern und kompensiert durch optimale Funktionsmöglichkeit die kürzere Lebensdauer der Blätter, dies auf Kosten der Samengrösse.

Eine zweite Möglichkeit besteht im Aufspüren von Räubern oder Parasiten der *Cameraria*. Wegen des Massenauftretens der *Cameraria* könnte sich irgendein weiteres Lebewesen (Bakterium, Pilz, Insekt) stark vermehren, das sich von der Miniermotte ernähren kann und sie dadurch dezimiert. Die erwähnten Blaumeisen, welche die Falter der Miniermotte jagen, dürften keine genügend grosse Population stellen, um das Massenauftreten des Falters einzuschränken. Es wurden jedoch Erzwespen (Chalcidoidea) gefunden (GRABENWEGER & LETHMAYER 1999), welche als

Parasiten der Rosskastanien-Miniermotte auftreten. Insgesamt konnten bis zu 36 Parasitoide bei *Cameraria ohridella* gefunden werden (HELLRIGL 2001, FREISE et al. 2002, GRABENWEGER 2003). Bisher erwies sich jedoch keine Art für die Miniermotte als bedrohlich. Die Mortalität der Miniermotte blieb unverändert.

Eine chemische Bekämpfung der Miniermotte mit dem Präparat Dimilin (Diflubenzuron) wurde in der Hauptallee des Praters in Wien mit 2500 Rosskastanienbäumen erfolgreich durchgeführt. Doch ist man allgemein der Ansicht, dass die Nachteile bei dieser Bekämpfungsart überwiegen. Dimilin greift in den Chitinstoffwechsel ein und verhindert die Häutung bei allen Insekten, so dass u.a. die Metamorphose von der Puppe zum Imago bei allen Schmetterlingen verhindert wird. Die ökologischen Folgen des Eingriffes sind deshalb unabsehbar, da Nützlinge genauso betroffen sind wie Schädlinge. Ferner ist es ausgesprochen schwierig, die teilweise riesigen Bäume erfolgreich zu spritzen.

Eine besonders raffinierte Möglichkeit der biologischen Bekämpfung liegt in einem Verfahren, das wir bei uns in der Schweiz vor allem von den Borkenkäferfallen her kennen. Es basiert auf der Tatsache, dass die Männchen vieler Insektenarten ihre Partnerinnen durch hochspezifische «Weibchendüfte» (Sexuallockstoffe, Pheromone) auffinden. Es können nun so genannte Pheromon-Fallen eingerichtet werden, welche die Männchen anlocken, fangen und dezimieren. Diese Möglichkeit kann bei der *C. ohridella* erst seit ganz kurzem ausprobiert werden (KALINOVA et al. 2003), dank der chemischen Identifikation und Synthese des entsprechenden Pheromons (SVATOS et al. 1999; HOSKOVEC et al. 2000; FRANCKE et al. 2002).

Die zur Zeit beste Methode der Eindämmung der Epidemie ist zugleich die einfachste. Alles Laub sollte unter den Bäumen entfernt werden, am besten laufend. Mit dem Laub erfolgt der Transport durch Fahrzeuge aller Art, und im Herbstlaub überwintern die Motten als Puppen und schlüpfen im Frühjahr. Die Falter befallen darauf die ersten grünen Blätter. Der Erfolg des Zusammenwischens wurde experimentell eindeutig nachgewiesen (KEHRLI & BACHER 2003, PAVAN et al. 2003), nachdem Beobachtungen in Gartenwirtschaften, wo täglich gewischt wurde, dies bereits früher nahegelegt hatten. Eine zusätzliche Behandlung der Baumscheibe im Winter mit einem Abflammgerät vernichtet auch noch kleine zertrampelte Blattstücke mit den darin enthaltenen Puppen.

Die zusammengewischten Blätter dürfen nicht auf die übliche Weise kompostiert werden. Die Puppen oder die Eier der Miniermotte überdauern eine normale Kompostierung. Die Miniermotten können jedoch nicht überleben, wenn die Blätter von einer dicken Erd- oder Grasschicht zugedeckt werden und darunter vermodern (ARNOLD & SENGONCA 2002). Diese Methode, eine «Hausmethode», ist leicht anzuwenden und fügt keinem Nützling Schaden zu.

*Schwarzschattende Kastanie,
Mein windgeregtes Sommerzelt,
Du senkst zur Flut dein weit Geäst
Dein Laub, es durstet und es trinkt,
Schwarzschattende Kastanie!
Im Porte badet junge Brut
Mit Hader oder Lustgeschrei,
Und Kinder schwimmen leuchtend weiss
Im Gitter deines Blätterwerkes,
Schwarzschattende Kastanie!
Und dämmern See und Ufer ein
Und rauscht vorbei das Abendboot
So zuckt aus roter Schiffslatern
Ein Blitz und wandert auf dem Schwung
Der Flut gebrochenen Lettern gleich,
Bis unter deinem Laub erlischt
Die rätselhafte Flammenschrift,
Schwarzschattende Kastanie!*

C. F. Meyer, 1872

Schlusswort

Epidemien oder Plagen gab es bei allen Lebewesen zu allen Zeiten. Besonders bekannt sind die biblischen Plagen und die Heimsuchung Europas durch die Pestzüge des Mittelalters. Epidemien sind ein Spezialfall von «biologischen Invasionen», bei denen ein Organismus (eine biologische Art) einen neuen Lebensraum «erobert» und sich dort in grosser Zahl vermehrt. Biologische Invasionen sind eine der grossen Gefahren für die Biodiversität auf der Erde. Sie können ganze Ökosysteme zerstören und dabei Hunderte von Arten ausrotten.

Die Rosskastanie ist ein Baum «mitten unter uns», und die Symptome der Miniermotte sind so drastisch und auffällig, dass sehr rasch Untersuchungen folgten, um den Ursachen für die epidemische Verbreitung auf die Spur zu kommen und Bekämpfungsmöglichkeiten zu finden. Zur Zeit leiden in der Stadt Basel die meisten Rosskastanienbäume schwer unter der Miniermotte. Neuere Untersuchungen legen jedoch nahe, dass die Krankheit wirksam eingedämmt werden kann, wenn die welken, abgefallenen Blätter regelmässig und vollständig eingesammelt, verbrannt oder nach einem speziellen Verfahren kompostiert werden. Ein ganz einfaches, völlig umweltverträgliches Verfahren könnte also genügen, damit wir uns wieder den ganzen Sommer lang an den schwarzschattenden Kastanien freuen können (Abb. 12).

Diese Überlegungen mögen uns auch in Erinnerung rufen, dass eine Unzahl von weniger auffälligen Pflanzen- und Tierarten bedroht sind, sei es durch Epidemien oder biologische Invasionen – und nicht zuletzt wegen des gewaltigen Expansionsdrangs der Menschen, einer speziellen Form der biologischen Invasion. Oft genügen auch hier einfache, praktische Massnahmen, wie sie dem gesunden Menschenverstand entsprechen, um den gefährdeten Mitbewohnerinnen unserer Erde zu helfen.

Literatur

- ARNOLD C & SENGONCA C (2002) Bedeutung von gängigen gartenbaulichen Massnahmen für die Reduktion des Befallsdrucks der Rosskastanien-Miniermotte *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lep., Gracillariidae). Gesunde Pflanzen 54:1–5
- DESCHKA G (1995) Contribution to the population dynamics of *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic (Gracillariidae, Lepidoptera, Chalcidiidae, Ichneumonidae, Hymenoptera). Linzer Biol Beitr 27:255–258
- DESCHKA G & DIMIC N (1986) *Cameraria ohridella*, new species (Lepidoptera, Lithocolletidae) from Macedonia, Yugoslavia. Acta Entomol Jugosl 22:11–24
- FRANCKE W, FRANKE S, BERGMANN J, et al. (2002) Female sex pheromone of *Cameraria ohridella* Desch and Dim. (Lepidoptera: Gracillariidae): Structure confirmation, synthesis and biological activity of (8E,10Z)-8,10-tetradecadienal and some analogues. Z Naturforsch (C) 57:739–752
- FREISE JF, HEITLAND W & TOSSEVSKI I (2002) Parasitism of the horse chestnut leaf miner, *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic (Lep., Gracillariidae), in Serbia and Macedonia. Anz Schädlingskd 75:152–157
- GRABENWEGER G (2003) Parasitism of different larval stages of *Cameraria ohridella*. Biocontrol 48: 671–684



Abb. 12: Derzeit zeigen die Rosskastanien auf dem ganzen Gebiet der Stadt Basel schon im Früh Sommer massiv geschädigte Blätter. Das regelmässige Aufsammeln und Verbrennen (oder Spezialkompostieren) der abgefallenen Blätter während des Sommers und im Herbst ist im Moment die beste Bekämpfungsmethode – auf dass wir uns bald wieder auf schwarzschattende Kastanien freuen können!

- GRABENWEGER G & LETHMAYER C (1999) Occurrence and phenology of parasitic Chalcidoidea on the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lep., Gracillariidae). *J Appl Entomol* 123: 257–260
- GRABENWEGER G & GRILL R (2000) On the place of origin of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lepidoptera: Gracillariidae). *Beiträge zur Entomofaunistik* 1:9–17
- HELLRIGL K (2001) Neue Erkenntnisse und Untersuchungen über die Rosskastanien-Miniermotte *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 (Lepidoptera, Gracillariidae). *Gredleriana* 1:9–81
- HELLRIGL K & AMBROSI P (2000) The distribution of the horse chestnut leafminer, *Cameraria ohridella* Deschka, & Dimic (Lepid., Gracillariidae) in the region of South Tyrol and Trentino. *Anz Schädlingskd* 73:25–32.
- HOSKOVEC M, SAMAN D & SVATOS A (2000) Synthesis of (8E,10Z)-tetradeca-8,10-dienal, sex pheromone of horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*), and all its geometrical isomers. *Collect Czech Chem Commun* 65:511–523
- KALINOVÁ B, SVATOS A, KINDL J, HOVORKA O, HRDY I, KULDOVA J & HOSKOVEC M (2003) Sex pheromone of horse-chestnut leafminer *Cameraria ohridella* and its use in a pheromone-based monitoring system. *J Chem Ecol* 29:387–404
- KEHRLI P & BACHER S (2003) Date of leaf litter removal to prevent emergence of *Cameraria ohridella* in the following spring. *Entomol Exp Appl* 107:159–162
- PAVAN F, BARRO P, BERNARDINELLI I, GAMBON N & ZANDIGIACOMO P (2003) Cultural control of *Cameraria ohridella* on horsechestnut in urban areas by removing fallen leaves in autumn. *J Arboricult* 29:253–258.
- SALLEO S, NARDINI A, RAIMONDO F, LO GULLO MA, PACE F & GIACOMICHI P (2003) Effects of defoliation caused by the leaf miner *Cameraria ohridella* on wood production and efficiency in *Aesculus hippocastanum* growing in north-eastern Italy. *Trees – Struct Funct* 17:367–375
- SENGONCA C, ARNOLD C & BLAESER P (2002) Infestation, distribution and number of generations of the horse-chestnut leafminer *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic in the area of Bonn, Germany. *Forstwiss Centralbl* 121:171–178
- SVATOS A, KALINOVÁ B, HOSKOVEC M, KINDL J, HOVORKA O & HRDY I (1999) Identification of a new lepidopteran sex pheromone in picogram quantities using an antennal biodetector: (8E,10Z)-tetradeca-8,10-dienal from *Cameraria ohridella*. *Tetrahedron Lett* 40:7011–7014
- THALMANN C, FREISE J, HEITLAND W & BACHER S (2003) Effects of defoliation by horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) on reproduction in *Aesculus hippocastanum*. *Trees – Struct Funct* 17:383–388
- XIANG Q-Y, CRAWFORD DJ, WOLFE AD, TANG Y-C & DEPAMPHILIS CW (1998) Origin and biogeography of *Aesculus* L. (Hippocastanaceae): A molecular phylogenetic perspective. *Evolution* 52:988–977