

# Die Pfeffingerkrankheit der Kirschbäume und deren Vektornematode *Longidorus macrosoma*

Die früher als «Kirschbaumsterben» und nach der Baselbietergemeinde Pfeffingen benannte Virus-Krankheit ist in der Schweiz seit Ende des letzten Jahrhunderts bekannt. 1984 wurde das Thema an der Eidgenössischen Forschungsanstalt Wädenswil (FAW) wieder aufgegriffen und als Resultat die Unterlagen Cob und Colt präsentiert, welche sich als resistent gegen eine mechanische, künstliche Virusübertragung erwiesen hatten (Buser 1990). Die nachfolgenden Feldversuche bestätigen bis jetzt die Resistenz der starkwachsenden Unterlage Cob. Colt, schwächerwachsend als F12/1, ist seit Frühjahr 98 in Prüfung.

ANDREAS BUSER,  
LANDWIRTSCHAFTLICHES ZENTRUM EBENRAIN, SISSACH

Schon 1950 gelang der Nachweis, dass der Pfeffingerkrankheit eine Virus-Infektion zugrunde liegt, aber erst 1964 konnten die Unklarheiten bezüglich der natürlichen Übertragungsweise und der Identität des Virus beseitigt werden: Die im Boden freilebende Nematodenart *Longidorus macrosoma* überträgt das Himbeeren-Ringflecken-Virus (raspberry ring-spot virus, RRV) von Wurzel zu Wurzel. Diese Fadenwürmer gehören zu den grossen Nematoden (bis 12 mm) und leben im Wurzelbereich der Kirschbäume in lehmigen Schichten bis auf über einen Meter Tiefe. Sie suchen die Enden von Feinwurzeln, stechen diese mit dem Mundstachel an und können während der Nahrungsaufnahme das Virus übertragen, wenn sie vorher einmal an einer infizierten Wurzel gesogen hatten. Dabei entstehen an den angestochenen Wurzeln kleine Gallen.

Nach einiger Zeit suchen sich die Nematoden neue, unverbrauchte Wurzelspitzen. Weil sich in ei-

ner Kirschenanlage die Wurzeln verschiedener Bäume kreuzen, hat das die fatale Konsequenz, dass immer neue Bäume angesteckt werden. Das Virus breitet sich im Saftstrom der neu infizierten Bäume aus, dadurch kann an einer anderen Stelle im Wurzelbereich das Virus von Nematoden aufgenommen und an benachbarte Bäume weitergegeben werden. In geschlossenen Kirschenanlagen wird deshalb eine herdweise Ausbreitung festgestellt.

Problematisch ist vor allem, dass nicht nur Kirschen und andere *Prunus*-Arten das Virus tragen können, sondern auch diverse Kulturpflanzen und Kräuter. Die Nematoden sind nicht sehr wählerisch und saugen auch an diesen Pflanzen. Das führt dazu, dass die Krankheit, wenn sie einmal im Boden vorhanden ist, nicht mehr wegzubringen ist, denn die Nematoden können nicht vollständig ausgerottet werden und das Virus kann auch mit keimenden Samen wieder neu aktiv werden.

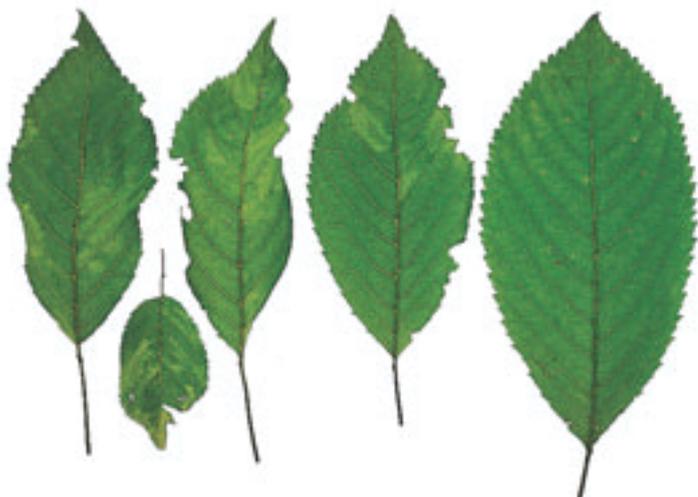
## Verschleppung mit Edelreisern

Viel zur Verbreitung beigetragen hat die Tatsache, dass mit infizierten Edelreisern die Krankheit über weite Strecken übertragen werden kann. Im Unterschied zur Infektion über den Boden treten die Symptome bei den gepfropften Bäumen meist im ersten Jahr und bei allen gleichzeitig auf. Falls am neuen Standort die Nematoden im Boden vorhanden sind, können diese die Viren aufnehmen und weitergeben, womit auch dieser Standort definitiv mit der Krankheit verseucht ist.

## Wie sieht die Pfeffingerkrankheit aus?

Eine Infektion zeigt sich zuerst blatt- und ästchenweise mit «Ölflecken» der Blätter (= Primärsymptome, Abb. 1), die oft mehrere Jahre gar nicht auffallen. Das Virus breitet sich langsam Ast für Ast im Baum aus, die Infektion wird massiver und es entstehen die Sekundärsymptome: Die Blätter erreichen nicht

Abb. 1: Die ersten Anzeichen eines Pfeffingerkrankheitsbefalls sind solche Ölflecken auf den Blättern verbunden mit Blattrandebuchtungen.



mehr ihre normale Grösse, bleiben schmal und klein und werden dicker und steifer als gewöhnlich. Der jährliche Triebzuwachs wird stark vermindert, was dazu führt, dass die Blätter auf engstem Raum zusammengedrängt werden. Ein ganzes Blattbüschel sieht dann wie eine Rosette aus (Abb. 2). Ausserdem können an der Blattunterseite blattrandartige Auswüchse (= Enationen) entstehen. Kirschsorntenbedingte Unterschiede in der Symptomausprägung konnten nicht eindeutig festgestellt werden, wurden aber auch nicht speziell untersucht.

Spätestens wenn einzelne Astpartien eines Baumes Sekundärsymptome aufweisen, wird die Krankheit auffällig. Es dauert normalerweise jahrelang, bis ein grosser Kirschbaum durchgehend befallen ist, aber der Ertrag geht sukzessive zurück. Total verseuchte Bäume werden zu durchsichtigen «Lichtbäumen» (Abb. 3). Werden junge Bäume infiziert, erreichen sie keine normale Grösse und gehen meist bald ein.

### Geografische Verbreitung

Die Pfeffingerkrankheit ist in Basel und im unteren Baselbiet diffus, im oberen punktuell verbreitet. Sie ist im Fricktal, auf dem Bözberg, in Zürich und Eglisau und an beiden Ufern des Zürichsees - am linken Ufer auch zusammen mit der Rosettenkrankheit (Kunz, 1998) - anzutreffen (Abb. 4). Sie kommt ebenfalls im süddeutschen Raum und in Holland vor. Das Virus ist aufgrund seines breiten Wirtsspektrums weiter verbreitet als die Pfeffingerkrankheit, die ja nur bei Kirschen diesen Namen trägt. Man trifft es auf dem ganzen europäischen Kontinent in verschiedenen Kulturen an. Die natürliche Verbreitung ist an das Vorkommen des Vektors *L. macrosoma* gebunden.

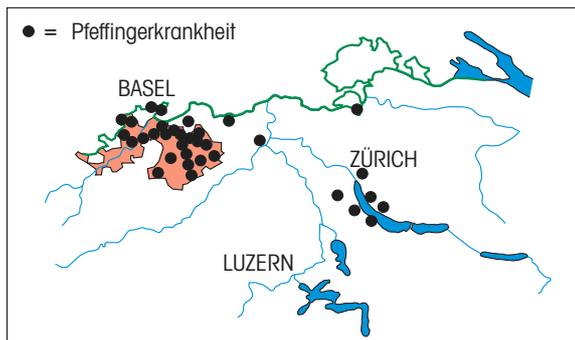


Abb. 4: Verbreitungsgebiet der Pfeffingerkrankheit. Am Zürichsee vermischt mit der Rosettenkrankheit. (Karte: Paul Kunz)

### Erkenntnisse der Forschung 1984 bis 1990

Von Mai 1984 bis Ende 1989 wurden im Rahmen einer Dissertation (Buser 1990) verschiedene Untersuchungen rund um die Pfeffingerkrankheit durchgeführt, die zum Ziel hatten, neue Erkenntnisse zu gewinnen und Möglichkeiten aufzudecken, wie die Krankheit in der Praxis überwunden werden könnte.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit wurden an der Baselbieter Obstbautagung 1990 vorgestellt, aber nicht weiter publiziert. Sie werden deshalb im folgenden kurz aufgelistet:



Abb. 2: Im fortgeschrittenen Stadium erkennt man die Sekundärsymptome.

### RRV ist die alleinige Ursache

Viele Autoren vermuteten früher einen Viruskomplex als Ursache der Pfeffingerkrankheit. Dank dem Einsatz einer hochempfindlichen Nachweistechnik (ELISA) kann heute gesagt werden, dass das RRV alleine verantwortlich ist. In pfeffingerkranken Bäumen sind zwar häufig in Mischinfektion auch andere Viren aus dem «european cherry rasp leaf-Symptomkomplex» und aus der «prunus necrotic ring-spot-Gruppe» anzutreffen, aber sie gehören nicht obligat dazu. Ebenfalls ist PDV (prune dwarf virus) nicht ursächlich an der Ausbildung von Enationen beteiligt.

### Kräuter als Virusreservoir, Gräser nicht

Es wurden 17 neue Kräutertypen gefunden, die das Virus tragen können und die auch als Nährpflanzen der Nematoden dienen. Darunter befinden sich zum Beispiel das Gänseblümchen, der Löwenzahn, die Blacke, die Gundelrebe, der Bärenklau und das Wiesenschaumkraut, um nur einige zu nennen. Diese Tatsache führt dazu, dass die Krankheit auch nach der Entfernung der Kirschbäume im Boden verbleibt.

Gräser und Rotklee hingegen spielen als Virusreservoir keine Rolle.

### Sanierungserfolg, aber...

Die Nematoden häuten sich in ihrem zirka 3- bis 5-jährigen Leben viermal und verlieren dabei jedesmal die Fähigkeit, Viren zu übertragen, bis sie wieder an ei-



Abb. 3: Gelichtete Baumkrone eines mit RRV befallenen Baumes. Solche Bäume bringen keinen Ertrag mehr und vergeisen.

ner virushaltigen Wurzel gesogen haben. Diesen Umstand könnte man ausnutzen, um die Nematodenpopulation virusfrei zu bekommen, indem man ihnen nur Wurzeln von Pflanzen zum Saugen anbietet, die gleichzeitig das Virus nicht tragen können. Die Methode funktionierte zwar in den Feldversuchen, musste aber aus verschiedenen Gründen als praxisuntauglich abgetan werden.

**Die Krankheit ist mit Kirschen-Samen übertragbar**

Aus der Literatur war schon bekannt, dass gewisse Unkrautsamen RRV weiterverbreiten konnten. Es zeigte sich nun, dass dies für Kirschensamen ebenfalls zutrifft: Junge Bäume aus Samen von pfeffingerkranken Bäumen waren zu geringen Prozentsätzen mit RRV infiziert, was zur Verbreitung beitragen kann.

**Zähe Nematoden**

*L. macrosoma* war in der Lage, im Boden mindestens 60 Monate ohne Nahrungsaufnahme von wachsenden Wurzeln zu überleben. Das Virus konnte nach dieser Zeit in den Nematoden immer noch nachgewiesen werden, wofür eine spezielle Methode entwickelt wurde. Ein separater Versuch belegte dann die Existenz eines sogenannten «Überlebensfaktors», der die Nematoden befähigt, sehr lange ohne Nahrung auszukommen. Die Natur dieses Faktors ist nicht bekannt, er ist aber Bestandteil des Bodens und nicht der Nematoden, denn mit Erhitzung des Bodens über 60 °C liess sich der Faktor zerstören.

**Erfolgsversprechend: Resistente Unterlagen**

In einem mehrjährigen Infektionsversuch wurden mittels Okulation RRV-infizierter Augen in 70 verschiedenen Verfahren diverse Prunus-Arten, -Klone, -Selektionen und Hybriden aus ganz Europa auf ihre Anfälligkeit gegenüber RRV überprüft. In 5 Verfahren (Cob (*P. pseudocerasus* × *P. avium*), Colt (*P. avium* × *P. pseudocerasus*), *P. canescens* (GM 79), *P. mabaleb* SL64, *P. fruticosa* Plock) konnte keine eindeutige systemische Infektion der Pflanzen festgestellt werden. Die Affinität dieser Unterlagen zum schweizerischen Kirschensortiment wurde zum damaligen Zeitpunkt ausser bei der Unterlage Cob als ungenügend beurteilt, so dass nur diese Kreuzung als weiterhin prüfenswert eingestuft wurde.

**Erkenntnisse der Forschung ab 1990**

Ab 1990 wurden die Arbeiten durch den Kanton Basel-Landschaft in Zusammenarbeit mit der FAW weiter vorangetrieben. Das Ziel lautete, die erfolgversprechenden Resultate bezüglich RRV-Resistenz der Unterlage Cob und später auch Colt weiterzuverfolgen. Zu diesem Zweck wurden für eine beschleunigte Abklärung Klimakammerversuche mit Unterlagen und Nematoden gestartet, gleichzeitig langfristige Feldversuche mit Unterlagen an pfeffingerkranken Standorten angelegt und neue Unterlagen auf ihre Anfälligkeit gegenüber wichtigen Steinobstviren getestet.

**Klimakammerversuche mit Cob und Colt: Fragezeichen bei Cob**

Diese Abklärungen wurden in enger Zusammenarbeit mit der FAW-Gruppe Nematologie durchgeführt, weil sich dieselbe Problematik auch mit dem neuen Rosettenvirus CRV stellte, worüber Kunz (1998) und Kunz und Bertschinger (1998) in dieser Zeitschrift kürzlich berichteten.

In einem Versuch mit nematologischem Ansatz wurde die RRV-Resistenz der Unterlagen Cob und Colt im Vergleich zu F12/1 getestet. Zu den Wurzeln von kleinen Unterlagen in kleinen Töpfen, die in einer Klimakammer standen, wurden viröse *L. macrosoma* hinzugegeben. Die Nematoden hatten somit auf engem Raum nur Wurzeln der Unterlagen zum Saugen zur Verfügung, die wachsenden Unterlagen standen deshalb unter einem starken Infektionsdruck. Nach einer Überwinterung mit nachfolgendem Triebwachstum wurden die Pflanzen erstmals beurteilt und serologisch getestet. In Tabelle 1 sind die Resultate zusammengestellt.

Wie erwartet erkrankte die Unterlage F12/1 in hoher Masse. In der Unterlage Colt wurde innerhalb von 2 Jahren weder in Wurzel noch Blatt je einmal RRV gefunden. Die Unterlage Cob hinterliess jedoch ein Fragezeichen, das noch weiterverfolgt werden muss: Nach einem Jahr wurden an einer Pflanze und nach zwei Jahren an 5 Pflanzen Blätter mit Virussympomen gefunden und dies auch serologisch bestätigt.

Die RRV-Resistenz von Cob ist somit in Frage gestellt.

**Tab: 1: Virusempfindlichkeit von Kirschenunterlagen auf RRV nach Anzucht in der Klimakammer in nematodeninfiziertem Boden.**

Unterlage	Anzahl getestet	virusbefallen in	
		Blättern	Wurzeln
F 12/1	44	37	13
Cob	58	5	0
Colt	43	0	0

**Feldversuche mit Cob: Resistenz bestätigt**

In Feldversuchen sollte die RRV-Resistenz von Cob in der freien Natur untersucht werden. An drei mit Pfeffingerkrankheit verseuchten Standorten wurden 1992/93 Kirschenanlagen mit den Standardsorten der FAW für Unterlagenversuche neu gepflanzt, welche aus je zirka 20 Bäumen auf F12/1, 20 auf Cob und 10 reinen F12/1 zusammengesetzt waren. 2 Anlagen waren Ende 1998 7-jährig, eine 6-jährig. Affinitätsprobleme haben sich keine ergeben, die Veredlungsstellen bilden manchmal starke Wülste, Cob erscheint mindestens gleich wüchsig wie F12/1. Von 74 Bäumen auf F12/1 sind bis jetzt 27 pfeffingerkrank geworden, von den 60 Bäumen auf Cob bisher kein einziger (Tab. 2).

An 6 weiteren pfeffingerkranken Standorten wurden total 71 Bäume auf Cob und 9 Kontrollbäume auf F12/1 gepflanzt. Bis jetzt wurde keiner auf Cob von der Pfeffingerkrankheit befallen. Von 9 gepflanzten F12/1 hingegen sind schon deren 5 viruskrank.

Die vermutete Resistenz von Cob auf Pfeffingerkrankheit hat sich in den Feldversuchen bis jetzt bestätigt. Derartige Versuche müssten allerdings ein Baumleben lang beobachtet werden, um schlüssige Resultate zu erhalten. Mit den Bewirtschaftern wurden vorerst 10-jährige Verträge abgeschlossen.

**Tab. 2: Virusempfindlichkeit der Kirschenunterlagen F12/1 und Cob auf RRV in Feldversuchen an pfeffingerkranken Standorten im 6./7. Standjahr.**

Parzelle	F12/1		Cob	
	Anzahl getestet	virusbefallen	Anzahl getestet	virusbefallen
1	22	3	20	0
2	22	6	20	0
3	30	18	20	0
Total	74	27	60	0

### Feldversuche mit Colt: Affinitätsprobleme, ausgehend von F12/1

Lange galten viele schwächer als F12/1 wachsende Unterlagen – darunter auch Colt – als unverträglich mit unserem Süsskirschensortiment, obwohl im nahen Ausland dieselben Unterlage-Sorte-Kombinationen erfolgreich kultiviert werden konnten. Riesen (1996, 1998) stellte fest, dass die Unverträglichkeit mit schwachwachsenden Unterlagen erst durch den Kontakt unserer Sorten mit unserer Standardunterlage F12/1 auf unsere Sorten übertragen wird, denn wenn dieselben Sorte-Unterlage-Kombinationen ohne F12/1-Kontakt aus dem Ausland importiert wurden, stellten sich die Affinitätsprobleme nicht oder viel schwächer ein. Er konnte auch zeigen, dass virusfreie importierte Edelreiser nach einjähriger Kultur auf F12/1 dieselben Affinitätsprobleme verursachen wie unsere eigenen Sorten. Die Ursachen sind bis jetzt nicht bekannt. Die FAW-Muttergärten wurden darauf mit importierten Edelreisern auf die Unterlage Maxma 14 umgestellt, so dass eigene Reiser für schwächerwachsende Unterlagen zur Verfügung stehen. Gemäss neueren Erfahrungen kann auch Maxma 14 Affinitätsprobleme zeigen. Die FAW benützt darum nun in ihren Muttergärten F12/1 mit deutscher Herkunft. Für die Praxis ist somit das Problem gelöst.

Diese Erkenntnisse führten dazu, dass die Unterlage Colt – bis jetzt RRV-resistent geblieben und erst noch schwächerwachsend – wieder interessant wurde. An drei mit Pfeffingerkrankheit verseuchten Standorten wurden 1998 Feldversuche mit aus Holland importierten Bäumen auf der Unterlage Colt errichtet. Im ersten Jahr stellten sich trotz teilweise widrigen Witterungsbedingungen keine Affinitätsprobleme ein. Die ersten Resultate werden hingegen noch einige Jahre auf sich warten lassen.

### Schlussfolgerungen

Ist die Pfeffingerkrankheit einmal in eine Parzelle eingedrungen und sind die Nematoden vorhanden, lässt sich die Virose mit «normalen» Kultur-Massnahmen nicht mehr entfernen, sie bleibt in den Nematoden

und in diversen Kräutern und Samen der Parzelle erhalten. Unter diesen Gesichtspunkten drängte es sich gleichsam auf, nach resistenten Unterlagen zu suchen, weil damit eine Lösung realisiert werden könnte, die für die Praxis einfach zu handhaben wäre.

Die Unterlagen Cob und Colt konnten bis jetzt diesem Anspruch gerecht werden, da die bisherigen Versuchs-Resultate mit einer Ausnahme bei Cob, die noch genauer abgeklärt werden muss, die RRV-Resistenz bestätigen. Es kann aber im Moment keine Garantie gegeben werden, dass die RRV-Resistenz nicht plötzlich durchbrochen wird. In der nächsten Ausgabe dieser Zeitschrift berichten wir ausserdem über erste Erfahrungen betreffend Anfälligkeit weiterer neuer Kirschenunterlagen.

Die starkwachsende Kreuzung Cob (*P. pseudoce-rasus* × *P. avium*) wird nur für Hoch- und Halb-stammerzucht taugen, die schwächerwachsende Kreuzung Colt (*P. avium* × *P. pseudocerasus*), die zirka 70% Wuchsstärke von F12/1 erreichen soll, könnte sich hingegen für die Produktion von Tafelkirschen auf niederwachsenden Baumformen eignen.

### Literatur

- Buser A.: Untersuchungen über die Pfeffingerkrankheit der Süsskirsche und deren Vektor *Longidorus macrosoma*. Diss. ETH Nr. 9194, 1990.
- Kunz P.: Die Rosettenkrankheit der Kirschbäume und deren Vektor-nematode *Longidorus arthensis*. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 134, 248–250, 1998.
- Kunz P. und Bertschinger L.: Mit Luftbildern der Rosettenkrankheit auf der Spur. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 134, 588–591, 1998.
- Riesen W. und Hasler Th.: Unverträglichkeit mit neuen Kirschenunterlagen. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 132, 16–17, 1996.
- Riesen W. und Ladner J.: Hohe Erträge mit neuen Kirschenunterlagen. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 134, 609–611, 1998.

### RÉSUMÉ

#### La maladie de Pfeffingen chez les cerisiers et leur nématode vecteur *Longidorus macrosoma*

*La maladie de Pfeffingen qui ravage la cerise douce est provoquée par le virus des taches annulaires du framboisier (raspberry ring-spot virus RRV) et transmise par le nématode de type Longidorus macrosoma qui vit librement dans le sol. Une fois infecté, un sol ne peut plus être assaini. Lors de travaux précédents, les porte-greffe Cob et Colt surtout n'avaient pu être infectés par le virus RRV. Des essais pratiques de longue durée dans des sites atteints de la maladie de Pfeffingen, des essais en chambre climatisée et une nouvelle tentative d'infection (greffage) ont confirmé jusqu'ici la résistance soupçonnée de ces porte-greffes au virus RRV, à une exception près: quelques Cob furent infectés par le virus RRV dans la chambre climatisée. Des nouveaux essais sur le terrain furent entamés en 1998 avec le porte-greffe Colt. Malgré l'incertitude susmentionnée, les porte-greffes Cob, de croissance vigoureuse, et les Colt des sortes FAX-«M» et «D» seulement, de croissance un peu plus lente, peuvent actuellement être recommandés pour la culture expérimentale sur les parcelles atteintes de la maladie de Pfeffingen. Cependant, la résistance au virus RRV ne peut être garantie.*