

Schorfdurchbruch bei V_f -resistenten Apfelsorten?

Schorfresistente Apfelsorten sorgen schon seit Jahren für Diskussionsstoff. Ist ein Apfelanbau ohne Schorf-Fungizide realistisch oder utopisch? Die Frage nach der Dauerhaftigkeit der Resistenz stellt sich besonders bei langjährigen Kulturen wie beispielsweise beim Obst. Fast alle heute angebauten schorfresistenten Apfelsorten wie Topaz, Florina, Rubinola, Resi, Ariwa etc. besitzen die V_f -Schorfresistenz. Sie geht auf den Wildapfel *Malus floribunda* 821 zurück. In den letzten Jahren ist vereinzelt diese V_f -Resistenz unter extremen Bedingungen vom Schorfpilz durchbrochen worden. Was heisst das für den Anbau und die Züchtung dieser Sorten? Wir berichten dazu aktuell.

HANS-JAKOB SCHÄRER UND MARKUS KELLERHALS,
EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT WÄDENSWIL

Schorfresistente Apfelsorten sind im Vormarsch. Die Vorteile liegen auf der Hand: es müssen weniger Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden und dadurch ergeben sich gute Argumente bei den Apfelkunden. Züchter auf der ganzen Welt arbeiten daran, die Resistenz von Apfelsorten gegen Schorf und weitere Krankheiten zu verbessern. Verschiedene vielversprechende Resistenzen werden getestet und eingekreuzt. Diese Arbeiten sind aufwändig und langwierig. Mittlerweile sind qualitativ beachtliche Sorten mit Schorfresistenz für Produzenten erhältlich und werden angebaut.

Schorfpilz ist anpassungsfähig

Beim Schorfpilz *Venturia inaequalis* können verschiedene Pathotypen (Rassen) identifiziert werden. Diese können auf Grund ihrer Krankheitsreaktion auf

Malus-Sorten und -Typen charakterisiert werden. Die Rassen 1 bis 5 wurden schon länger beschrieben, die Rasse 6 wurde 1993 erstmals gefunden auf Sorten, welche das V_f -Resistenzgen tragen (Parisi et al. 1993) und als Rasse 7 wird diejenige bezeichnet, die auf *Malus floribunda* 821, hingegen nicht auf Golden Delicious (IOBC-Report 2000 im Druck) wachsen kann.

Schorfbefall auf *Malus floribunda* 821 wurde erstmals 1984 an der Versuchsstation Ahrensburg in Norddeutschland und seither in verschiedenen anderen Ländern Europas und auch in Neuseeland beobachtet. Die ersten Beobachtungen über Schorfbefall auf V_f -resistenten Sorten wurden 1981 in Moldawien und kurz darauf in Deutschland gemacht (Fischer 1996). Weitere Beobachtungen sind mittlerweile aus Neuseeland, Frankreich, England, Holland, Dänemark, Süddeutschland (Baden-Württemberg) und neuerdings auch aus der Schweiz bekannt.

Situation in der Schweiz

Im Sommer 1998 wurde in einer Sortenprüfungs-Parzelle der Forschungsanstalt Wädenswil (FAW) Befall an zwei Bäumen von *Malus floribunda* 821 festgestellt. Im Frühjahr 1999 wurden auch auf den Blättern der Sorte Topaz sporulierende Schorfläsionen gefunden. Diese Parzelle ist seit Jahren nicht mit Fungiziden behandelt, da es sich um eine Parzelle zur Prüfung von Sorten und Neuzüchtungen handelt. Von beiden befallenen Sorten wurden Blattproben genommen und die Bäume danach vernichtet. Erste Hinweise aus der Untersuchung dieser Schorfläsionen weisen darauf hin, dass es sich um die Rasse 7 handeln könnte. 1999 wurden in zwei weiteren, nicht mit Fungiziden behandelten Parzellen in der Ostschweiz sporulierende Läsionen auf V_f -Sorten gefunden.

Nicht alle Schorfflecken auf V_f -Sorten stammen wirklich von den Rassen 6 oder 7, die wirklich die V_f -Virulenz tragen. Oft können auf V_f -Sorten (z.B. Prima) an den Früchten typische Schorfflecken gesehen werden: klein schwärzlich oder auch korkig braun

Dauerhaftigkeit der Resistenz sichern

Damit die Dauerhaftigkeit der Schorfresistenz bei grösserflächigem Anbau resistenter Sorten gesichert werden kann, müssen die neuen Schorftypen während des Ascosporenfluges möglichst eliminiert werden. Deshalb empfehlen wir zur Reduktion des Selektionsdruckes ein minimales, präventives Pflanzenschutzprogramm gegen Schorf. Dieses sollte abgestimmt werden mit der Bekämpfung von Mehltau, Regenflecken und Lagerkrankheiten.

Strategie:

2 bis 3 Behandlungen mit vorbeugenden Präparaten während der Hauptschorfgefahr (Ascosporen).

1 bis 2 Abschlussbehandlungen bei Lagersorten im August oder September.

Spezielle Behandlung gegen Apfelmehltau und Regenflecken im Juni und Juli nur wenn notwendig (Sortenanfälligkeit, Witterung).

mit feinem hellem Rand (abgelöste Epidermis, sehr oft an der Stielseite der Frucht). Genauere Analysen zeigen aber keine oder nur äusserst selten Sporen und der Pilz kann nicht isoliert werden. Es ist anzunehmen, dass es sich wirklich um Schorf handelt. Besondere Bedingungen (z.B. Wasserfilm über längere Zeit an der Stielseite) erlauben eine Infektion und die typische Abwehrreaktion mit Verkorkung entsteht, der Pilz kommt aber nicht zur Sporulation. Von einem echten Durchbruch kann gesprochen werden, wenn auch auf Blättern sporulierende Läsionen vorkommen.

Ausbreitung verhindern

In den Parzellen, in denen die V_f -Resistenz vom Schorf durchbrochen worden ist, haben wir verschiedene Massnahmen getroffen, um Frühjahrsinfektionen durch Sporen aus allenfalls noch vorhandenen V_f -Läsionen zu verunmöglichen. Zudem soll die Ausbreitung und Rekombination der V_f -Schorftypen mit anderen Schorffrassen verhindert werden. Durch Förderung des Blattabbaus (z.B. Mulchen) sollen Ascosporen-Infektionen in diesem Frühjahr vermindert werden. Die Bäume in den betroffenen, bisher unbehandelten Parzellen werden im Jahr 2000 während den Ascosporenflügen mit Fungiziden behandelt. Weitere Behandlungen der Apfelbäume in der Umgebung der Anlage werden ins Auge gefasst. Intensive Beobachtungen auf V_f -resistenten Sorten werden regelmässig durchgeführt werden. In Produktionsanlagen mit schorffresistenten Sorten empfehlen wir ein minimales Pflanzenschutzprogramm (vgl. Kasten). Diese vorsorglichen Massnahmen sollen der Erhaltung der Wirkung der V_f -Resistenz dienen.

Konsequenzen für die Züchtung

Beim Apfel stammen die Resistenzen gegen Krankheiten wie Schorf und Mehltau von kleinfrüchtigen Wildäpfeln wie zum Beispiel *Malus floribunda*. Es wurden verschiedene Resistenzgene charakterisiert: V_f , V_a , V_b , V_{bj} , V_r und V_m gegen Schorf, Pl_1 , Pl_2 , D_{12} und White Angel (Pl_w) gegen Mehltau. Daneben werden auch die Antonovka-Resistenz und Teilresistenzen verwendet. Mit molekularen Markern können bereits einige dieser Resistenzfaktoren nachgewiesen werden (Kellerhals et al. 1999). Dadurch kann schon sehr früh an einem Apfelsämling festgestellt werden, ob und welche Resistenz er trägt.

Ziel der Apfelzüchtung in Wädenswil sind Sorten mit hervorragender Qualität, guten und regelmässigen Erträgen, guter Lagerfähigkeit und umfassender Resistenz gegen Schorf und



Abb. 1: Die V_f -Schorffresistenz kann unter extremen Bedingungen durchbrochen werden. Vorbeugende Massnahmen im Anbau und angepasste Züchtungsstrategien sind deshalb notwendig.



Abb. 2: Ziel der FAW-Apfelzüchtung sind qualitativ hochwertige und leistungsstarke Apfelsorten mit dauerhafter Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge.

Mehltau. Es werden Strategien verfolgt, welche die Dauerhaftigkeit der Resistenz fördern. Eine Möglichkeit ist die Kombination verschiedener Resistenzen in einer Sorte. Schwierig ist der Nachweis von kombinierter Resistenz. Mit Hilfe von molekularen Markern für die Resistenzgene ist dies möglich.

Molekulare Marker wurden im Rahmen des europäischen Apfelgenom-Projekts und des Schwerpunktprogramms Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds gemeinsam von ETH und FAW entwickelt (Kellerhals 1997). Sie ermöglichen es, das Vorhandensein des V_f -Gens, das für Schorfresistenz und der Pl_1 - und Pl_2 -Gene, die für Mehlauresistenz codieren, nachzuweisen. Daneben sind QTL-Marker für Mehlauresistenz entwickelt worden und weitere QTL-Marker sind für quantitativ vererbte Schorf- und Mehlauresistenz in Entwicklung. Quantitative Resistenzen, auch Teilresistenzen genannt, haben zwar nur eine Teilwirkung gegen die Krankheitserreger, sind dafür aber erwartungsgemäss dauerhafter wirksam. Sie werden an einer Kreuzungspopulation von Discovery \times Fiesta, die in der Schweiz an drei klimatisch unterschiedlichen Standorten gepflanzt wurde, untersucht.

Züchtung beschreitet neue Wege

Die Züchtung macht sich die Fortschritte und Erkenntnisse der Molekulargenetik zu Nutze. Im FAW-Programm werden vermehrt Resistenzen kombiniert, man spricht auch von pyramidisieren von Resistenzen. Beispiele sind die Kombination von V_f und V_{bj} oder V_f und V_r . Aber auch Teilresistenzen werden vermehrt einbezogen. Ähnliche Strategien verfolgen ausländische Stationen und die Anstrengungen wer-

den auch im EU-Projekt DARE gebündelt: **dauerhafte Apfelresistenz in Europa** (Kellerhals 1999 und www.inra.fr/Angers/DARE/). Dadurch sollte es schon bald möglich sein, der Praxis Sorten mit stabilerer Resistenz anbieten zu können.

Konsequenzen für die Produktion

Schorfresistente Sorten sind ein wichtiger Teil des umfassenden Krankheitsmanagements und vor allem im Bio-Obstbau gefragt. Sie haben aber einen beschränkten Wert, wenn sie als einzige Strategie im Krankheits-Management verwendet werden. Es muss auch weiteren wichtigen Krankheiten des Apfels vorgebeugt werden oder diese müssen gar bekämpft werden. In den Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau ist seit der Ausgabe 1999 enthalten, dass für schorfresistente Sorten 2 bis 4 Behandlungen empfohlen werden, und im Separatdruck der FAW über schorfresistente Sorten wurde stets darauf hingewiesen, dass auch bei schorfresistenten Sorten ein minimaler Pflanzenschutz nötig ist. Das Ziel ist, Schorfstämme (Rassen) mit V_f -Virulenz möglichst nicht zu verbreiten und die Etablierung von V_f -Pathotypen zu verhindern, um somit die V_f -Resistenz gegen Apfelschorf möglichst lange erhalten zu können (siehe Kasten).

Dank

Wir danken Alfred Husstein und Edi Holliger von der FAW und Cesare Gessler und Bernhard Koller von der ETH Zürich für deren Kritik und Ergänzungen bei der Erarbeitung dieses Manuskriptes und für deren Mitarbeit bei der Entwicklung der dargelegten Strategie.

Literatur

- Fischer C.: Schorfresistenzzüchtung beim Apfel – Ergebnisse und Strategien zur Stabilität der Resistenz. Erwerbsobstbau 38, 71–76, 1996.
- Kellerhals M.: EU-Projekt verknüpft Genetik und Marktchancen des Apfels. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 133, 533–535, 1997.
- Kellerhals M., Dolega E., Gessler C., Koller B., Lespinasse Y., Parisi L., Laurens F. und Durel C.E.: EU-Projekt: Dauerhafte Apfel-Resistenz in Europa (DARE). Schweiz. Z. Obst-Weinbau 135, 421–424, 1999.
- IOBC-Report International conference of pome fruit diseases. 2000 (im Druck).
- Parisi L., Lespinasse Y., Guillaumès J. und Krüger J.: A new race of *Venturia inaequalis* virulent to apples with resistance due to the V_f gene. Phytopathology 83, 533–537, 1993.

RÉSUMÉ

Apparition de la tavelure sur les variétés de pommes V_f -résistantes?

*Les variétés actuellement cultivées de pommes résistantes à la tavelure sont pratiquement toutes V_f -résistantes. Elles remontent à la pomme sauvage *Malus floribunda* 821. Depuis le début des années 80, on a vu le champignon de la tavelure surmonter cette résistance V_f lorsque certaines conditions spécifiques étaient réunies. En Suisse, une infection a été constatée durant l'été 1998 sur deux sujets *M. floribunda* 821 d'une parcelle qui n'avait plus été traitée aux fongicides depuis des années. Au printemps 1999, des lésions sporulantes de tavelure ont également été détectées sur des feuilles de la variété Topaz. Cette année, les parcelles touchées seront traitées avec des fongicides durant la période de vol des ascospores afin d'éviter les infections printanières.*

Pour assurer la résistance durable à la tavelure dans les plantations assez étendues de variétés résistantes, nous recommandons un programme minimal de lutte phytosanitaire contre la tavelure, l'oïdium, les maladies dues aux taches de pluie et d'entreposage, afin de réduire la pression sélective. L'objectif consiste à éviter l'établissement et la prolifération de tavelures de type V_f afin de préserver la résistance V_f aussi longtemps que possible.