

Mit robusten Sorten dem Feuerbrand entgegen wirken

Gabriella Silvestri und Simon Egger

Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, 8820 Wädenswil

Auskünfte: Simon Egger, E-Mail: simon.egger@acw.admin.ch, Tel. +41 44 783 63 94



Abb. 1 | Saftanalysen im Labor. Vielfalt an Farben, Geschmack und Aromen.

Einleitung

Feuerbrand, eine gravierende Krankheit des Kernobstes, wird durch das Bakterium *Erwinia amylovora* verursacht. Der Erreger befällt vorwiegend die Unterfamilie *Pomoideae* der *Rosaceae* und stammt ursprünglich aus Nordamerika. In der Schweiz wurde er erstmals 1989 nachgewiesen und hat sich seitdem stark verbreitet. Starke Feuerbrandjahre wie 2000 und 2007 haben in einigen Teilen der Schweiz den generellen Rückgang der Mostapfelbestände verschärft: mehr als 15000 Hochstammbäume sind laut Expertenschätzung seit 2000 dem Feuerbrand zum Opfer gefallen. Die Versorgung der Obst verarbeitenden Industrie mit qualitativ hochwertigen Schweizer Mostäpfeln ist dadurch zunehmend gefährdet. 30 bis 50% der angebauten Mostapfelsorten sind mittel bis stark feuerbrandanfällig; weitere Bäume werden der Krankheit zum Opfer fallen. Soll der produzierende Feldobstbau langfristig erhalten bleiben, ist die Wahl von Sorten, die bezüglich Feuerbrand robust sind, eine wichtige Massnahme (Kasten 1). Die Beurteilung der Feuerbrand-

Kasten 1 | Anforderungsprofil für Mostapfelsorten

- Feuerbrandrobust und allgemein robust gegen weitere Krankheiten (z.B. Schorf, Mehltau und Krebs)
- Sehr gute Saftqualität (Geschmack und Aroma)
- Säuregehalt ab 5 g/l, Zuckergehalt ab 45 °Oechsle (11.2 °Brix)
- gute Pressbarkeit, Saftausbeute (Gewichtsanteil gewonnener Saft aus den Früchten) ab 77 %
- Gute und möglichst regelmässige Erträge
- Kurzes Erntefenster und geeignet für maschinelle Ernte
- Gute Wuchseigenschaften und stabiler Kronenaufbau

anfälligkeit einzelner Sorten ist jedoch komplex. Im Feld kann sie je nach Witterungsbedingungen, Blühverlauf, Baumalter und Infektionsdruck mehr oder weniger stark variieren. Im Projekt SOFEM (Kasten 2) wurde die Anfälligkeit mit gezielten Trieb- und Blüteninokulationen im Quarantänegewächshaus unter kontrollierten und für den Erreger optimalen Bedingungen geprüft. Erhebungen im Feld in den Jahren 2007, 2008 und 2011 dienten dazu, die Ergebnisse der künstlichen Inokulationen unter Praxisbedingungen zu validieren.

Aus Sicht der Mostereien ist das wichtigste Auswahlkriterium die Saftqualität, gemessen an Geschmack und Aroma sowie an Zucker-, Säure- und Gerbstoffgehalt. Das Projekt SOFEM prüfte deshalb vielversprechende feuerbrandrobuste Sorten auch eingehend auf ihre Eignung für die Safftherstellung (Abb.1). Ein guter Saft muss sich durch ein apfeltypisches, fruchtiges Aroma auszeichnen. Bei der sensorischen Beurteilung werden Säfte anhand eines 18-Punkte Bewertungsschemas des Panel Marktkontrolle im Schweizer Obstverband SOV klassiert.

Kasten 2 | Das Projekt SOFEM

SOFEM steht für «Sortenwahl für eine nachhaltige Feuerbrandstrategie im Schweizer Mostapfelanbau». Auftraggeber und Hauptfinanzierungspartner war die CAVO-Stiftung, verantwortlich für die Durchführung die Forschungsanstalt ACW. Das Projekt dauerte von 2008 bis 2011 und wurde von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) des Bundes finanziell unterstützt. Als Projektpartner haben die Fachstellen Obst der Kantone BE, LU, SG, TG und ZH aktiv im Projekt mitgearbeitet, ebenso wie Jardin Suisse und der Schweizer Obstverband SOV. Das Projekt SOFEM ist Teil eines ganzen Bündels verschiedener Lösungsansätze, welche die Forschungsanstalt ACW im Hinblick auf ein nachhaltiges Feuerbrand-Management verfolgt. Merkblätter und weitere Informationen zum Thema unter www.obstsorten.ch/Bewertungen und Ergebnisse.

Material und Methoden

Triebinokulation

Edelreiser der zu testende Genotypen wurden auf die Unterlage M9vf T337 veredelt und als Topfpflanzen (Topf-Höhe 35,5 cm, Topf-Durchmesser 7 cm) vier bis fünf Wochen unter optimalen Bedingungen angezogen (Temperatur 18°–25°C bei 70 % relativer Luftfeuchtigkeit). Blüten und heranwachsende Wildtriebe wurden regelmässig entfernt; zur Vorbeugung gegen Mehltau wurde ein Schwefelverdampfer und gegen Blattläuse bei Bedarf ein Insektizid eingesetzt. Nach vier Wochen wurden die Pflanzen auf den kräftigsten Trieb reduziert. Für die Versuche berücksichtigt wurden nur Triebe mit einer minimalen Länge von 10 cm. Die künstlichen Triebinokulationen erfolgten im Quarantänegewächshaus. Als Inokulum diente der Schweizer *Erwinia-amylovora*-Stamm ACW610rif mit einer Konzentration von 109 cfu/ml. (Kahn *et al.* 2006, Momol *et al.* 1998). Der Erreger wurde auf Höhe des letzten vollentwickelten Blattes mittels Medizinalspritze direkt in die Spitze der Jungtriebe injiziert (pro Genotyp 10 bis 12 Pflanzen). Die Messung der äusserlich sichtbaren Läsionslänge (Abb.2) erfolgte wöchentlich während drei Wochen. Für die Bewertung der Triebanfälligkeit der einzelnen Sorten wurde das Verhältnis der sichtbaren Läsionslänge zur Gesamtrieblänge in Prozent berechnet (Le Lezec und Paulin 1984). Die Einstufung

Zusammenfassung

Die Abnahme der Mostapfelbestände, mit verursacht durch den Feuerbrand, gefährdet zunehmend die Versorgung der Mostereien mit qualitativ hochwertigen Schweizer Mostäpfeln. Feuerbrandrobuste Sorten sind zentraler Bestandteil eines nachhaltigen Feuerbrand-Managements, stellen die Versorgung mit hochwertigem Schweizer Mostobst sicher und helfen mit, den landschaftsprägenden und ökologisch wichtigen Feldobstbau langfristig zu erhalten. In einem zunehmend liberalisierten Marktumfeld sind hohe Saftqualität und kurze Transportwege dank einheimischer Produktion wichtige Trümpfe der Schweizer Obstverarbeiter. Zusammen mit der Centralgenossenschaft für Alkoholfreie Verwertung von Schweizer Obstprodukten CAVO und weiteren Partnern hat die Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW bekannte und neue Apfelsorten auf ihre Feuerbrandanfälligkeit, hinsichtlich der Saftqualität und technologischen Eignung für die Verarbeitung sowie bezüglich ihrem Wuchs- und Produktionsverhalten geprüft. Von 2008 bis 2011 wurden rund 100 Apfelsorten mittels Inokulation unter kontrollierten Bedingungen auf ihre Triebanfälligkeit gegenüber Feuerbrand getestet, zehn davon auch auf ihre Blütenanfälligkeit. Insgesamt 50 vielversprechende Sorten wurden auf ihre Verarbeitungseigenschaften geprüft und deren Saftqualität chemisch und sensorisch beurteilt. Von den geprüften Sorten liefern 17 Sorten hochwertige Säfte und sind gleichzeitig robust gegenüber Feuerbrand.

Tab. 1 | Für die Beurteilung der Triebanfälligkeit der Sorten nach künstlicher Triebinokulation wurde im SOFEM die Läsionslänge in Prozent der Gesamtrieblänge drei Wochen nach Inokulation mit der anfälligen Referenzsorte Gala verglichen.

Triebanfälligkeit	% im Vergleich zu Gala
1 = resistent	= 0
2 = sehr schwach	< 10
3 = schwach	10 < 25
4	25 < 40
5 = mittel	40 < 60
6	60 < 80
7 = hoch	80 < 100
8	100 < 125
9 = sehr hoch	≥ 125



Abb. 2 | Vom Einstich der Nadel her breiten sich die Bakterien aus; die Einstichstelle und die Triebspitze verfärben sich rostbraun, der Stiel ist grün-grau bis schwarz.

der Sorten erfolgte im Vergleich zur anfälligen Referenzsorte *Gala* (Tab. 1). Als robuste Referenzsorte diente die Sorte *Rewena*.

Blüteninokulation

Tests im Quarantänegewächshaus

Die Anzucht von Versuchsbäumen mit möglichst gutem Blütenansatz verlangt eine gezielte Vorbereitung. Um die Blüte hinauszuzögern und zeitlich zu steuern wurden zweijährige Bäume während des physiologischen Winterschlafs bei 2°C gekühlt. Nach der Kühllagerung wurden die Bäume in 5-Liter-Töpfe getopft und bei Außenbedingungen zum Austreiben gebracht. Die Inokulation (Abb.3) erfolgte bei Vollblüte (BBCH65).

Als Inokulum diente analog zu den Triebinokulationen der Schweizer *Erwinia amylovora*-Stamm ACW610rif mit einer Konzentration von 108 cfu/ml (EPPO Richtlinie PP1/166(3)). Pro Blütenbüschel wurden jeweils vier Blüten inokuliert. Nicht inokulierte Blüten und Blütenbüschel wurden markiert und am folgenden Tag entfernt. Bedingt durch die Blühbereitschaft der Sorten ergaben sich Unterschiede in der Anzahl verfügbarer Blütenbüschel. Das Klima wurde auf 25°C tagsüber und 15°C nachts bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70% eingestellt. Bonitiert wurde die Stärke der Symptome auf einer Skala von 1 bis 9, jeweils 4, 7, 10, 14, 21 und 28 Tage nach Inokulation. Die für die Beurteilung benutzte Skala wurde in einem Vorversuch im Herbst 2010 entwickelt (Tab. 2).

Tests im Freiland

Erwinia amylovora gilt in der Schweiz als Quarantäneorganismus, künstliche Inokulationen im Freiland sind daher nicht möglich. Diese Versuche führte man deshalb auf einer Parzelle in isolierter Lage in Deutschland durch –

in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee KOB. Die Inokulation erfolgte an dreijährigen Topfbäumen bei mindestens 50% offener Blüten (je nach Sorte BBCH65 bis BBCH67). Mit einem Mesto®-Drucksprüher wurden ausgewählte Blütenbüschel mit einer Bakteriensuspension hoher Virulenz (*Erwinia amylovora*-Stamm 385, 108 cfu/ml) komplett eingesprüht und mit einer Plastiktüte fünf Tage eingepackt. Die Bonitur erfolgte 8, 15 und 22 Tage nach Inokulation. Es wurde wiederum die Stärke der Symptome nach der in Tabelle 2 dargestellten Skala 1–9 bonitiert. Die im Projekt SOFEM erarbeitete Skala konnte somit auch anhand von Freilandversuchen validiert werden. Während der 22-tägigen Versuchsdurchführung lag die Tagesdurchschnittstemperatur bei 14,9 °C. Bei der Inokulation am 26. Mai waren mit 17 °C mittlere Tagestemperatur und nasser Witterung die Bedingungen für eine Blüteninfektion erfüllt (Prognosemodell MARYBLYT™). Nach dem Prognosemodell MARYBLYT™ kommt eine Blüteninfektion zustande wenn folgende vier Bedingungen am selben Tag erfüllt sind:

- Geöffnete, intakte Blüte (Stempel und Staubbeutel vorhanden)
- Ab offener Blüte 110 Stundengrade über 18,3°C (Periode mit mehreren warmen Tagen)
- Tagesdurchschnittstemperatur über 15,6 °C
- Regen (mind. 0.25 mm) oder Tau; oder am Vortag mehr als 2,5 mm Regen

Verarbeitung und Saftqualität

Je nach verfügbarer Fruchtemenge wurden sortenreine Pressversuche auf eine von drei verschiedenen Arten durchgeführt: im industriellen Massstab (10 Tonnen) bei der Mosterei Möhl AG in Arbon, mittels Kleinpresse (250 kg) in Zusammenarbeit mit der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Wädenswil oder in Kleinstmengen von 20 kg. Es wurde kein Gebrauch von Enzymen, Klärungs- oder anderen Zusatzstoffen gemacht. Als Minimalanforderungen an die



Abb. 3 | Künstliche Blüteninokulation im Quarantänegewächshaus. Mittels Sprühflasche wurde jede Blüte einzeln inokuliert (Menge pro Blüte: 200 µl).

Tab. 2 | Im Rahmen des SOFEM-Projektes erarbeitete Skala zur Beurteilung der Stärke der Symptome nach künstlicher Blüteninokulation

<p>Kl. 1 = keine Symptome</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ganzer Blütenbüschel ohne optisch erkennbare Symptome • Verwelken entspricht dem sortentypischen Abblühen 	<p>Kl. 5 = Blütenbüschel und Blütenstandstiel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blütenstandstiel dunkel verfärbt, Blätter gesund • Nekrose auf Blütenstandstiel beschränkt • Jungtriebe gesund
<p>Kl. 2 = unklare Symptome</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blütenboden, -stiel und Kelchblätter grün • Staub- und/oder Fruchtblätter verfärbt 	<p>Kl. 6 = Blütenbüschel, Blütenstandstiel und Jungtrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jungtriebe krank • Sind keine Jungtriebe vorhanden, ganzer Büschel krank • Keine Nekrose im Holz sichtbar
<p>Kl. 3 = Blüteninfektion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kelchblätter und/oder Blütenboden orange bis schwarz verfärbt • Nekrose am Stiel max. 1/3 Stiellänge • Max. eine Blüte mit Symptome Kl. 4 	<p>Kl. 7 = Nekrose im Holz < 5 cm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nekrose auch im Holz sichtbar (< 5 cm)
<p>Kl. 4 = Blüteninfektion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stiel ganz schwarz oder mind. 1/3 nekrotisch verfärbt • Blütenstandstiel grün, klare Abtrennung • Mehr als eine Blüte mit Symptome Kl. 4 	<p>Kl. 8 = Nekrose im Holz < 10 cm</p> <p>Kl. 9 = Nekrose im Holz > 10 cm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optischer Befall breitet sich weiter aus

Fruchtqualität galten die vom Schweizer Obstverband SOV festgelegte Qualitätsvorschriften (Normen und Vorschriften für Mostobst, SOV 2008). Wiederholungen in den verschiedenen Versuchsjahren wurden wenn möglich mit Früchten der selben Herkunft durchgeführt. Für die chemische Charakterisierung der Säfte wurden der Gesamtzucker (°Brix), die titrierbare Apfelsäure (g/l) und der Gehalt an Gesamtphenolen (mg/l) bestimmt. Zudem wurde der Gehalt verschiedener Zuckerarten (Glucose, Fructose, Saccharose) und des Zuckeralkohols Sorbit ermittelt. Zucker, Säure und Phenole gehören zu den wichtigsten Geschmackskomponenten von Apfelsäften (Schobinger und Müller 1975). Projektpartner und Vertreter der gewerblichen Mostereien beurteilten die Säfte anhand des 18-Punkte-Bewertungsschemas des Panels Marktkontrolle SOV. Dabei wurden «Klarheit und

Farbe», «Geruch», «Geschmack» und «Gesamteindruck» benotet. Da die säurereichen Säfte oft eher eine tiefe Punktzahl erreichen, ist für eine komplette Beurteilung der Saftigenschaften die Erfassung mündlicher Kommentare wie «fruchtig, aromatisch, als Mischpartner geeignet, schöne Gerbstoffe» unverzichtbar. Als Referenz diente der Saft der Sorte *Boskoop*.

Resultate

Feuerbrandanfälligkeit

Die Triebinokulationsversuche zeigen, dass sich die Sorten bezüglich der visuell wahrnehmbaren Ausbreitung der Bakterien im Wirtsgewebe unterscheiden. Als robust wurden im Projekt die Sorten eingestuft, welche eine sichtbare Läsion unter 40 % im Vergleich zu *Gala* zeigen (Tab. 1). ➤

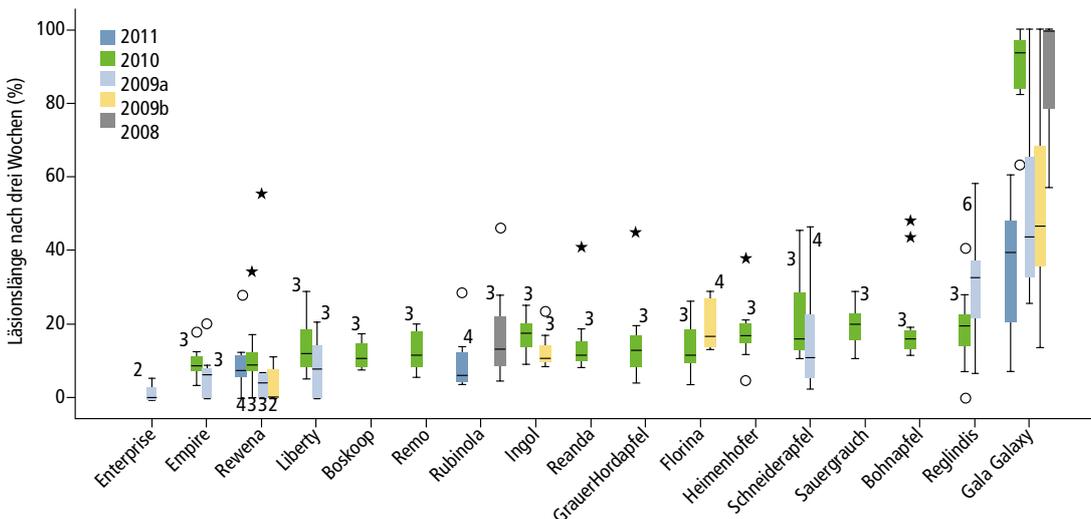


Abb. 4 | Triebanfälligkeit der 17 für den Mostapfelanbau empfohlenen Apfelsorten nach künstlicher Triebinokulation. Dargestellt ist die Läsionslänge in Prozent zur Gesamttrieblänge drei Wochen nach Inokulation. Die Zahl entspricht der Einteilung im Vergleich zur anfälliger Referenzsorte Gala gemäss Tabelle 1 (1 = resistent, 9 = sehr hoch anfällig).

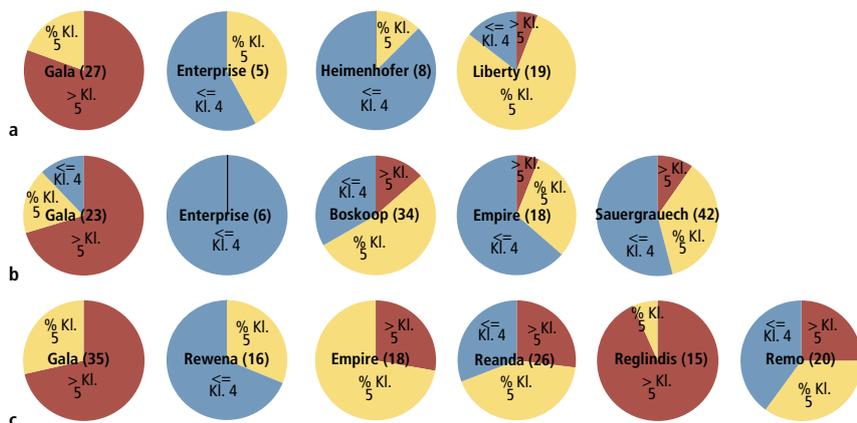


Abb. 5 | Prozentualer Anteil von Blütenbüscheln in den Boniturklassen bis 4 (blau), 5 (gelb) und grösser als 5 (rot). In Klammern ist die Anzahl inokulierter Büschel (100%). a = Gewächshaus Serie 1, b = Gewächshaus Serie 2 (Bonitur jeweils 28 Tage nach Inokulation), c = Freiland (Bonitur 22 Tage nach Inokulation).

In Abbildung 4 sind die Ergebnisse der Triebinokulationen der 17 für den Mostapfelanbau empfohlenen Apfelsorten (ACW-Flugschrift Mostapfelempfehlung 2011) sowie der anfälligen Referenzsorte *Gala* dargestellt. Unter diesen Sorten gibt es eine gewisse Unsicherheit bei der frühreifen Re-Sorte *Reglindis*, die bei den Tests im Jahr 2009 eine Läsionslänge von über 60% im Vergleich zu *Gala* erreichte in anderen Versuchen aber besser abschnitt. *Reglindis* kann in Lagen mit hohem Feuerbranddruck deshalb nicht ohne weiteres empfohlen werden. Die robustesten Sorten wie *Rewena* und *Enterprise* zeigten in manchen Tests weniger als 10% der Läsionslänge von *Gala*. Wie in Abbildung 4 am Beispiel von *Gala* ersichtlich, zeigen anfälliger Sorten oft eine beträchtliche Streuung der prozentualen Läsionslängen zwischen einzelnen Versuchsjahren.

Auch bei den Blüteninokulationsversuchen sind zwischen den Sorten Unterschiede in der Ausprägung und Stärke der Symptome feststellbar (Abb. 5). In Boniturklasse 4 werden die Blüten an der Basis der Stiele abgewor-

fen, in Boniturklasse 5 wird im Blütenstandstiel eine Narbe gebildet, die oft auch zu einem Abwurf führt (Abb. 6).

Bei Sorten mit einem hohen Anteil an Blütenbüscheln in den Klassen 3 bis 5 beschränken sich die sichtbaren Symptome auf die Blütenorgane. Dem gegenüber breitet sich der sichtbare Befall bei der feuerbrandanfälligen Sorte *Gala* weiter im Baum aus. Im Holz ist eine klare Nekrose zu erkennen. Bei den Blüteninokulationen im Gewächshaus (Abb. 5a, 5b) schnitten alle getesteten Sorten deutlich besser ab als *Gala*. Im Freiland (Abb. 5c) erzielten *Reanda*, *Remo* und *Rewena* gute Ergebnisse während *Reglindis* auch hier eine höhere Anfälligkeit offenbarte. Die ziemlich starke Ausprägung der Symptome im Freiland könnte an der sehr feuchten Witterung und hohen Blattnässe liegen. Feuchte und Nässe gelten zusammen mit der Temperatur als Schlüsselfaktoren für Feuerbrandinfektionen (Moltmann und Herr 2011, Pusey 2000).

Sehr gute Saftqualität robuster Apfelsorten

Die Saftqualität wird massgeblich durch die Sorte bestimmt, weshalb der Sortenwahl entscheidende Bedeutung zukommt. Das Ergebnis aus drei Jahren Verarbeitungsversuche ist erfreulich: es gibt eine ganze Reihe von Sorten, die sowohl robust gegenüber Feuerbrand sind als auch eine gute Saftqualität aufweisen. Die Vielfalt ist unter den traditionellen Schweizer Hochstammsorten wie auch bei neueren Züchtungen gross. Säfte von *Boskoop*, *Grauer Hordapfel*, *Ingol*, *Remo* und *Rewena* liegen im sauren Bereich und profilierten sich auch als gute Säurelieferanten bei der Verwertung von Tafelobst, welcher oft säurearm ist und zu geringe Gehalte an Gerbstoffen und geschmackswirksamen Inhaltsstoffen aufweist. Säfte von *Enterprise* und *Florina* wurden als betont süsslich empfunden. *Rubinola* weist hingegen eine spezielle,

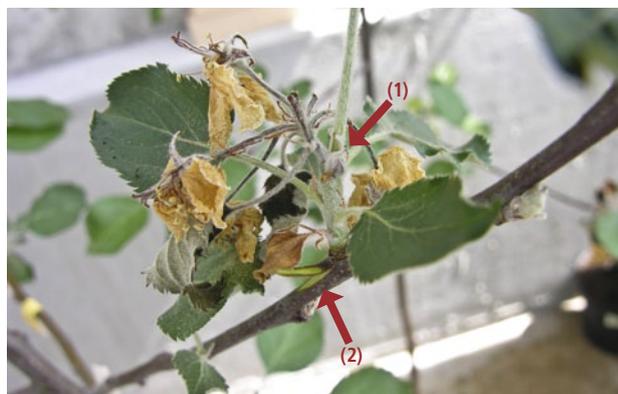


Abb. 6 | Feuerbrandsymptome nach künstlicher Blüteninokulation. Boniturklasse 5: gut erkennbar sind die sich bildende Trennungsnarbe im Blütenstandstiel (1) und die fehlende Verfärbung im Holz (2).

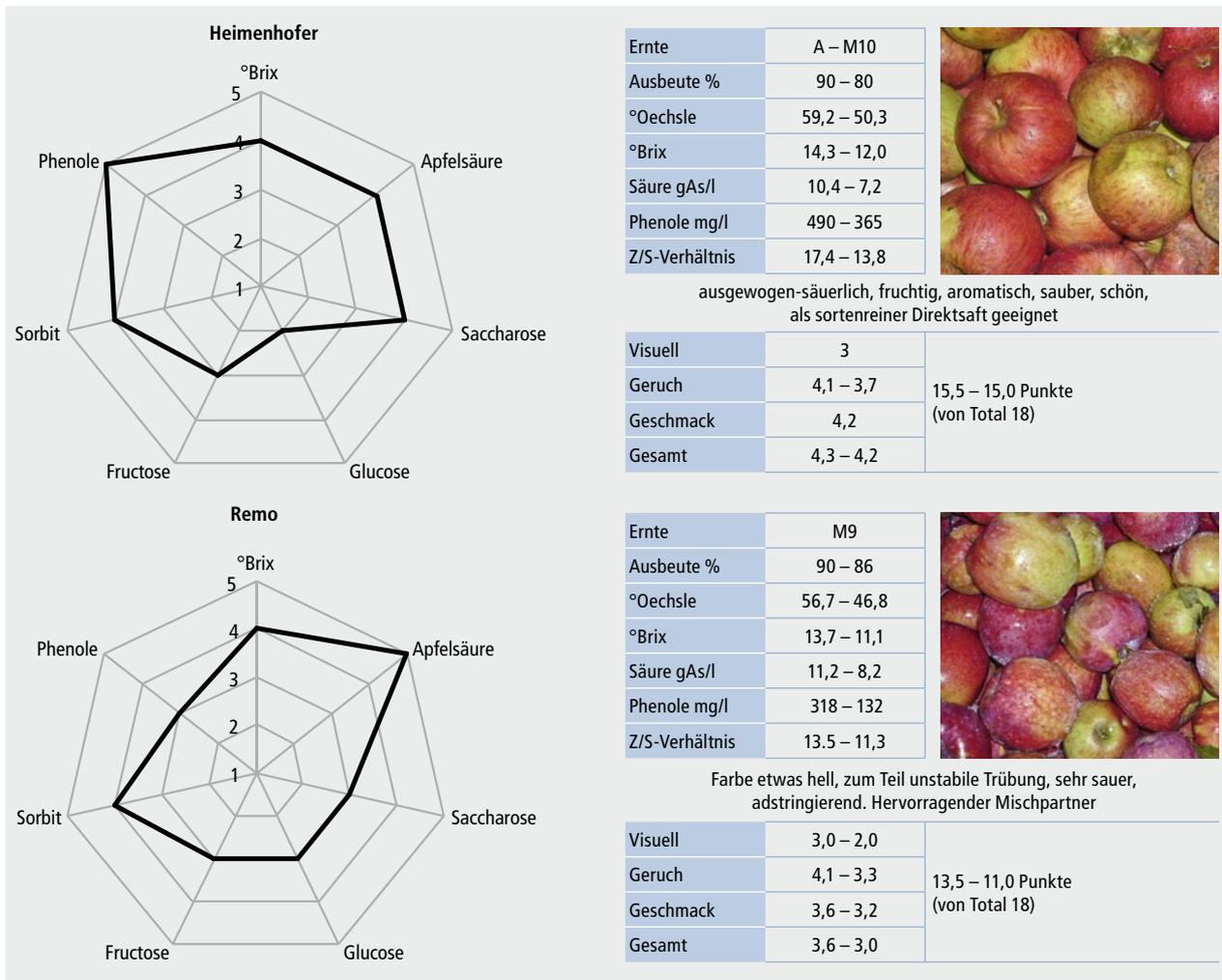


Abb. 7 | Safteigenschaften der Apfelsorten Heimenhofer (oben) und Remo (unten).

milde, fast birnenähnliche Aromatik auf. Unter anderem degustativ sehr gut bewertet wurden die alten Schweizer Sorten *Schneiderapfel* und *Heimenhofer* (Abb.7). Letztere ist laut Beurteilung des Panels auch für sortenreinen Direktsaft geeignet. *Heimenhofer* erreichte zudem eine sehr hohe Saftausbeute von bis zu 90 %.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die über mehrere Jahre hinweg wiederholten Triebinokulationen mit dem Feuerbranderreger haben gezeigt, dass auch unter standardisierten Bedingungen die Anfälligkeit einzelner Sorten erhebliche Schwankungen zeigen kann (Abb. 8). Demzufolge sind die Versuche mehrmals zu wiederholen. Die Beurteilung der Sorten im Vergleich zur anfälligen Referenzsorte *Gala* hat sich bewährt (Tab. 1) und erlaubte den Quervergleich über verschiedenen Testserien. Robuste Sorten zeigten konstant weniger als 40 % der Läsionslänge von *Gala*.

Die Triebinokulationsversuche zeigen, dass sich das Bakterium nicht bei jeder Sorte gleich schnell im Gewebe ausbreitet. Diese Erkenntnis ist wertvoll für die Praxis, da eine Sanierung durch geeignete Kulturmassnahmen am aussichtsreichsten ist wenn sich die Bakterien in der Wirtspflanze langsamer ausbreiten. Verschiedene Untersuchungen zeigen jedoch, dass bei befallenen Bäumen auch in den äusserlich symptomlosen, grünen Pflanzenteilen Bakterien nachgewiesen werden können (SOFEM, InterregIV «Gemeinsam gegen Feuerbrand», unver.). Dies ist für die Praxis insofern brisant, da diese Bäume als «unerkannte» Infektionsquellen gelten könnten und somit gesunde Wirtspflanzen im Umfeld gefährden. Allerdings konnte im InterregIV gezeigt werden, dass sich die Wahl robuster Sorten gegenüber anfälligen Sorten in Kombination mit geeigneten Kulturmassnahmen lohnt.

Warum zeigen Sorten unterschiedliche Läsionslängen? Wie verändern sich die Bakterienkonzentrationen im Gewebe? Ändert sich die Virulenz der Bakterien? Künftige Untersuchungen zu diesen und weiteren Fra- ➤

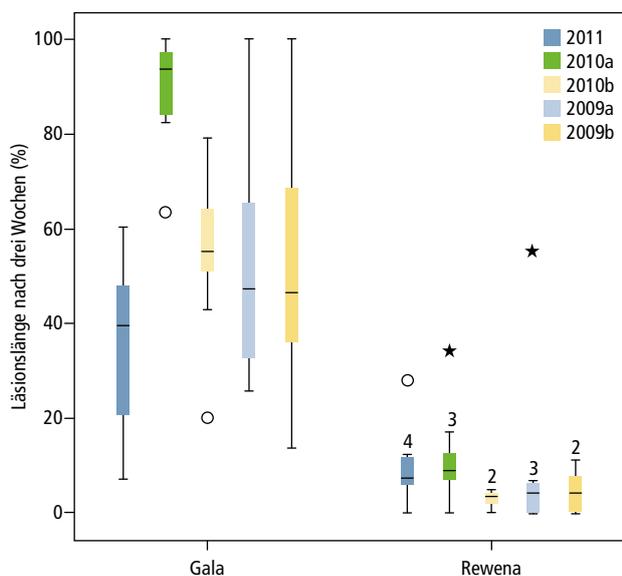


Abb. 8 | Die Referenzsorten Gala (anfällig) und Rewena (robust) im Jahresvergleich nach künstlicher Triebinokulation. Dargestellt ist die Läsionslänge in Prozent zur Gesamtrieblänge drei Wochen nach Inokulation. Die Zahl entspricht der Einteilung im Vergleich zur anfälligen Referenzsorte Gala (1 = resistent, 9 = sehr hoch anfällig).

gen müssen Grundlagen für die Entwicklung und Optimierung geeigneter Management-Strategien liefern.

Unter Feldbedingungen stellt die Blüte den wichtigsten Infektionsweg für das Bakterium dar (Thomson 2000). Wenn zur Blütezeit eine hohe Infektionsgefahr herrscht, können grundsätzlich alle Kernobstsorten vom Feuerbrand befallen werden. Ob und wie Blüten- und Triebanfälligkeit korrelieren ist unklar. Bisher durchgeführte Arbeiten konnten keine eindeutige Korrelation zeigen (Berger und Zeller 1994, Le Lezec *et al.* 1986). Blüteninokulationsversuche erweitern somit das Anfälligkeitsbild einer Sorte und verbessern die Aussagekraft

für die Situation im Feld. Abbildung 9 vergleicht die Ergebnisse der künstlichen Trieb- und Blüteninokulationen für die zehn Sorten, die 2011 auf ihre Blütenanfälligkeit geprüft worden sind, sowie für die anfällige Standardsorte Gala. Für eine zuverlässige Aussage sind zusätzliche Versuche mit weiteren Sorten nötig.

Trotzdem zeigten Feldbeobachtungen 2007 und 2011, dass Sorten, die bei den Tests im Gewächshaus schlecht abschneiden, in der Regel auch im Feld zu den Anfälligen gehören. So zum Beispiel die Sorten *Blauacher Wädenswil* und *Topaz*, die aufgrund ihrer Saft- und Fruchteigenschaften durchaus interessant wären. Nebst der Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Schweizer Mostobst hilft auch die Wahl robuster Sorten (ACW-Merkblatt Nr. 732), den allgemeinen Infektionsdruck zu vermindern. Die Projektergebnisse sollen nebst der Mostobstproduktion auch Privaten und beispielsweise Naturschutzorganisationen als Entscheidungsgrundlage bei Ersatz- und Neupflanzungen dienen. Wichtig ist es nun, dass die Baumschulen mitziehen und ihre Sortimente vermehrt auf feuerbrandrobuste Sorten ausrichten. Allerdings sind drei Projektjahre bei einer langfristigen Kultur wie Obstbäumen eine sehr kurze Zeit. Verschiedene Züchtungsprogramme haben die Züchtung feuerbrandrobuster Sorten in letzter Zeit forciert. Es sind weitere Fortschritte zu erwarten. Bei neuen Sorten braucht die mehrjährige Bestätigung bezüglich Ertrags- und Wuchsverhalten noch etwas Zeit. In Pilotanlagen, in Zusammenarbeit mit den Obstfachstellen, werden vielversprechende Sorten in den nächsten Jahren weiter beobachtet.

Die Projektverantwortlichen danken dem Wirtschaftspartner CAVO, den Projektpartnern sowie der KTI herzlich für die finanzielle Unterstützung und die gute Zusammenarbeit. ■

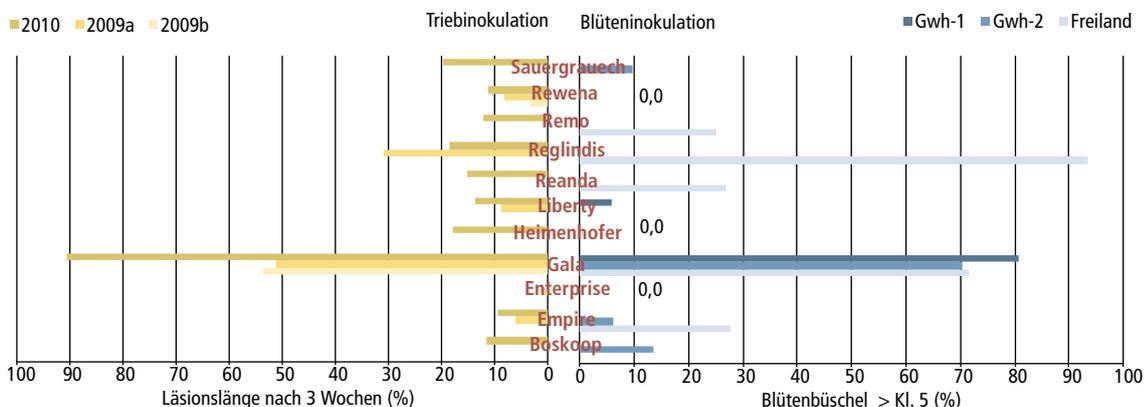


Abb. 9 | Trieb- und Blütenanfälligkeit im Vergleich. Durchschnittliche Läsionslänge in Prozent der Gesamtrieblänge drei Wochen nach Inokulation, beziehungsweise Anteil Blütenbüschel ganz krank und/oder mit sichtbarer Nekrose im Holz (Boniturklasse grösser als 5).

Riassunto

Combattere il fuoco batterico grazie a delle varietà poco sensibili

Il calo dei frutteti di mele da sidro causato, in particolare, dal fuoco batterico, minaccia l'approvvigionamento delle sidrerie con mele svizzere di qualità. Le varietà poco sensibili al fuoco batterico sono fondamentali per gestire a lungo termine la propagazione del patogeno, per approvvigionare le sidrerie con frutti svizzeri di qualità e per preservare la frutticoltura da alto fusto che modella i nostri paesaggi e ricopre un ruolo ecologico importante. Nel contesto della crescente liberalizzazione dei mercati, l'alta qualità del succo e le brevi distanze di trasporto costituiscono dei vantaggi reali per i trasformatori di frutta svizzera. La stazione di ricerca Agroscope Changins-Wädenswil ACW, in collaborazione con la Zentralgenossenschaft für alkoholfreie Verwertung von Schweizer Obstprodukten CAVO e altri partner, ha testato diverse varietà di mele, vecchie e nuove, sulla loro sensibilità al fuoco batterico, la qualità dei loro succhi, la loro attitudine alla trasformazione, così come la loro produttività e crescita. Tra il 2008 e il 2011 un centinaio di varietà sono state inoculate in condizioni controllate per testare la sensibilità dei germogli al fuoco batterico e, per una decina di loro, quella dei fiori. Una cinquantina di varietà ha mostrato delle proprietà molto promettenti per la trasformazione e si sono analizzate le qualità chimiche e organolettiche del loro succo. Tra i cultivar esaminati, 17 forniscono un succo di alta qualità e risultano allo stesso tempo poco sensibili al fuoco batterico.

Literatur

- Berger F. & Zeller W., 1994. Resistenz von Apfel- und Birnensorten gegen Feuerbrand nach Blüteninfektion. *Obstbau* **8**, 403–404.
- EPPO-Richtlinie PP 1/166(3), 2002. Efficacy evaluation of bactericides - *Erwinia amylovora*. *EPPO Bulletin* **32**, 341–345.
- Interreg-IV-A-Projekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand». www.feuerbrand-bodensee.org.
- Khan M.A., Duffy B., Gessler C. & Patocchi A., 2006. QTL mapping of fire blight resistance in apple. *Molecular Breeding* **17**, 299–306.
- Le Lezec M., Babin J. & Lecomte P., 1986. Sensibilité des variétés américaines et européennes de pommier au feu bactérien. *Arboriculture fruitière* **388**, 23–29.
- Le Lezec M. & Paulin J.P., 1984. Shoot susceptibility to fire blight of some apple cultivars. *Acta Horticulturae* **151**, 277–281.
- Moltmann E. & Herr R., 2011. Effect of Wetness on Blossom Infections by *Erwinia amylovora* – Impact of Forecasting Models. Proc. 12th Int. Workshop on Fire Blight, *Acta Horticulturae* **896**, 277–281.

Summary

Robust varieties crucial for fireblight control

The loss of traditional apple orchards, also due to fire blight outbreaks, is threatening the supply of the Swiss cider industry in high quality cider apples. Fireblight tolerant varieties are a key-factor in a sustainable disease-management. They not only ensure the availability of high quality cider apples, but also help to maintain traditional orchards, playing an important role with respect to landscape and ecology. In the market liberalization context, high juice quality and short transport distances are trump cards for the Swiss cider industry in facing competitors. The Research Station Agroscope Changins-Wädenswil ACW in collaboration with the Zentralgenossenschaft für Alkoholfreie Verwertung von Schweizer Obstprodukten CAVO and other partners tested traditional and new apple varieties for their susceptibility to fireblight, juice quality, processing ability, as well as growing habit and productivity. From 2008 to 2011 about 100 apple varieties were tested for fireblight susceptibility by shoot inoculation, whereof 10 additionally by bloom inoculation. In total 50 promising varieties have been tested for their processing ability and chemical as well as sensory juice quality. Out of all the varieties tested, 17 fulfilled the high requirements for juice quality, while showing low susceptibility to fire blight.

Key words: *Erwinia amylovora*, fire blight, cider apples, apple juice, traditional orchards.

- Momol M.T., Norelli J.L., Piccioni D.E., Momol E.A., Gustafson H.L., Cummins J.N. & Aldwinckle H.S., 1998. Internal movement of *Erwinia amylovora* through symptomless apple scion tissues into the rootstock. *Plant Disease* **82**, 646–650.
- Pusey P.L., 2000. The role of water in epiphytic colonization and infection of pomaceous flowers by *Erwinia amylovora*. *Phytopathology* **90**, 1352–1357.
- Schobinger U. & Müller W., 1975. Produktions- und Verarbeitungstechnische Aspekte bei der Beurteilung von Apfel- und Birnensorten für die Getränkeherstellung. *Flüssiges Obst* **44**, 414–419.
- Thomson S.V., 2000. Epidemiology of fire blight. In: Vanneste, J.L. (eds) *Fire Blight: The Disease and its Causative Agent, Erwinia amylovora*. CAVI Publishing, Wallingford UK, 9–37.