



BIRNENSCHORF ERKENNEN UND BEKÄMPFEN

Birnenschorf kann in Tafelobst-Erwerbsanlagen massive Probleme und Ertragsausfälle verursachen, im Feldobstbau ist die Bedeutung deutlich geringer. Wenn Schorf sich in einer Anlage festgesetzt hat, ist ihm im Rahmen der gängigen Pflanzenschutzmassnahmen kaum beizukommen und verlangt die Kombination verschiedener Massnahmen zur Vorbeugung und Bekämpfung.

Die Symptome des Birnenschorfs zeigen sich zuerst auf den Blättern und sind anfangs auch auf der Blattunterseite als kleine olive-braune Läsionen sichtbar. Frühbefall auf Früchten führt wie beim Apfelschorf zu rundlichen, oliv-schwarzen Flecken, die im weiteren Verlauf des Wachstums zu Rissen oder Deformationen führen können.

Der Erreger *Venturia pyrina* gehört zur Pilzklasse der Ascomyceten und ist nahe mit dem Apfelschorf (*Venturia inaequalis*) verwandt. Auf Birne sind zwei Arten beschrieben: *Venturia nashicola* (Tanaka and Yamamoto 1964) auf Asiatischer Birne (*Pyrus pyrifolia* Nakai, *P. bretschneideri* Rehd., *P. ussuriensis* Maxim., etc.) und *Venturia pirina* Aderh. (Syn. *V. pyrina*) auf Europäischer Birne (*Pyrus communis* L.). Während *V. pyrina* überall vorkommt, wo die europäische Birne in Kultur angebaut wird, wurde *V. nashicola* ausserhalb von Asien bislang noch nicht beobachtet.

Das Verhalten einer Sorte gegenüber Birnenschorf scheint stark mit der lokalen Populationsstruktur des Erregers zusammenzuhängen. So kann eine Sorte in einem geografischen Gebiet resistent, in einem anderen aber anfällig sein. *V. pyrina*-Stämme, die von «Conférence» aus verschiedenen französischen Obstgärten isoliert wurden, zeigten eine starke Anpassung und Spezifität für diese Sorte. Diese Stämme waren

avirulent, wenn sie an anderen Birnensorten getestet wurden, was auf eine starke Koevolution des Pilzes mit dem Wirt hinweist.

Die Heterogenität und Variabilität des Resistenzniveaus der Sorten sowie der Einfluss der Umweltbedingungen sind die Hauptgründe, weshalb es in Bezug auf das Verständnis der Wirts-Parasit-Beziehung nach wie vor offene Fragen gibt. Hier setzt die Resistenz-Züchtung ein, die z. B. an der INRAE in Angers (F) intensiv verfolgt wird. Resistenzgene und QTL-Marker in neuen und alten Sorten wurden mit gezielten Kreuzungen gesucht und identifiziert. Auch ein transgener Ansatz wird im Rahmen dieser Arbeiten verfolgt, indem das Rvi6-Schorfresistenz-Gen vom Apfel auf die Birnensorte Conférence übertragen wurde.

LEBENSZYKLUS UND EPIDEMIOLOGIE DES BIRNENSCHORFS: ZWEIFINFEKTIONEN ALS PLUS FÜR DEN PILZ

Birnenschorf hat einen sehr ähnlichen Lebenszyklus wie der Apfelschorf. Im Herbst und Winter werden auf Blättern *Perithezien* (sexuelle Fruchtkörper) gebildet, aus denen im Frühling die Ascosporen ausgestossen werden. An den Befallsstellen, die aus den Ascosporen gebildet werden, entstehen

asexuelle Konidien, die für die weitere Verbreitung bis in den Herbst zuständig sind. Sowohl beim Apfel- wie auch beim Birnenschorf können asexuelle Konidien in Knospen überwintern.

Für die Epidemiologie des Birnenschorfs sind aber insbesondere Infektionsstellen auf Trieben von Bedeutung. Solche Zweiginfektionen («Zweig-Grind») (Abb. 1) bilden sich im Sommer, meist in den Monaten Juni bis August. (Früh-)Sommerniederschläge und vorhandener Anfangsbefall in einer Anlage mit starkem Neutriebwachstum fördern die



Abb. 1: Birnenschorf auf Jungtrieben im August: Infektionsstellen vom Vorjahr mit aufgerissener Rinde (links) und frische Infektion auf Jahrestrieb (rechts). (© FIBL)

	Reihen 1 & 2	Reihen 3 & 4	Reihen 5 & 6
02. Apr		Surround 1% Arone 0,1% Microthiol 0,3%	
15. Apr		Mycosin 1,2% Netzschwefel Stulln 0,4% Surround 0,5%	
24. Apr		Mycosin 1% Netzschwefel Stulln 0,6% Surround 0,5%	
26. Apr	Curatio 2% 800 l/ha		Vacciplant 0,1% Armicarb 0,9% Microthiol 0,5%
02. Mai		Mycosyn 1% Netzschwefel Stulln 0,5% Surround 0,5%	
07. Mai		Mycosyn 1,2% Netzschwefel Stulln 0,5% Surround 0,5%	
08. Mai	Curatio 4%		
09. Mai		Curatio 4%	
10. Mai		Mycosyn 1% Netzschwefel Stulln 0,8% Surround 0,5%	
11. Mai	Curatio 3% (11h30)		
17. Mai		Surround 0,5% Microthiol 0,5% Bouillie Bordelaise 0,2%	
18. Mai	Curatio 3%		
20. Mai		Wissan 0,8% Microthiol 0,4%	
28. Mai	Um 9h Uhr Curatio 3%		
05. Jun		Mycosin 1% Netzschwefel Stulln 0,3% Hasorgan 0,3%	
10. Jun	Curatio 3% (8h)		
11. Jun			Mycosin 1% Netzschwefel Stulln 0,3%
19. Jun		Mycosin 1% Netzschwefel Stulln 0,3%	
01. Jul		Mycosin 1,2% Netzschwefel Stulln 0,2%	
Anzahl Behandlungen	8	15	12

Tab.: Behandlungsdaten und eingesetzte Produkte in den drei Varianten des Versuchs gegen Birnenschorf in Aubonne (VD), 2019.

Ausbildung von Zweiginfektionen. *V. pyrina* penetriert dabei die Epidermisschicht von einjährigen Trieben. Die jungen Triebe können zwar Korkzellbarrieren entwickeln, die die Ansiedlung und das Wachstum des Pilzes durch Abschälen des Pilzgewebes verhindern, trotzdem bilden sich von der primären Infektionsstelle aus unter der Rinde Nebenpusteln mit Pilzstromata (Hyphengeflechte mit Fruchtkörpern). Im nächsten Frühjahr und Frühlommer bricht die Rinde der Triebe auf und die sich in den Läsionen befindenden Konidien werden während feuchten Perioden herausgelöst und verbreitet. In aktiven Läsionen findet eine kontinuierliche Nachreifung von Konidien statt. Durch die Bildung neuer Korkzellen und das sekundäre Wachstum des Holzes wird der grösste Teil des infizierten Gewebes bis Mai und Juni abgestossen, weshalb auf älteren Trieben keine Konidien mehr produziert werden.

Für die Überwinterung und Verbreitung des Birnenschorfs ist also nicht nur der Ascosporen-Ausstoss im Frühling von Bedeutung. Mit der Massenvermehrung von Konidien in Zweiginfektionen hat sich der Birnenschorf seinen Infektionsweg bedeutend erweitert und es kann bereits kurz vor vollständigem Aufbruch der Knospen zu Infektionen durch Konidien kommen.

BEKÄMPFUNGVERSUCHE: WIE IST DEM BIRNENSCHORF BEIZUKOMMEN?

In einer Birnenanlage am Genfersee mit hohem Schorfdruck konnten zwischen 2017 und 2022 mehrere Bekämpfungsversuche unter Praxisbedingungen durchgeführt werden. Die

Sorte Kaiser Alexander (Beurré Bosc), auf Unterlage B29 mit Conférence als Zwischenveredelung, war seit 2003 auf einem leicht heterogenen Boden (Aufschüttung) gepflanzt. Die Grösse der Versuchspartelle betrug 1300 m² und umfasste sechs Reihen, begrenzt durch eine Hecke auf der einen und durch weitere Kernobstkulturen auf der anderen Seite. Ein Versuchsverfahren umfasste jeweils zwei aneinandergrenzende Reihen auf der ganzen Länge. Die Befallserhebungen wurden an drei Stellen, verteilt über die Länge der Reihen, je auf beiden Reihen durchgeführt.

In den ersten drei Versuchsjahren wurden unterschiedliche Fungizidverfahren verglichen. Behandelt wurde mit einem praxisüblichen Turbo-Fischer-Gerät. Im ersten Versuchsjahr wurden Schwefelkalk, Löschkalk

und eine Kupfer-basierte Produktkombination eingesetzt. Sowohl die betriebsübliche Strategie (13 Applikationen) wie auch der Einsatz von Schwefelkalk (10 Applikationen) zeigten bei der ersten Erhebung eine gute Wirkung gegen Birnenschorf auf Blättern (Abb. 2). Löschkalk zeigte sich als zu wenig wirksam im Vergleich zu den Standardverfahren, auch wenn eine gewisse Befallsreduktion beobachtet wurde. Löschkalk wurde allerdings nur in der Keimungsphase der Sporen direkt nach Niederschlägen eingesetzt, während die beiden anderen Verfahren durch eine zusätzliche präventive Behandlung ergänzt wurden. Dass der Schorfdruck hoch war, zeigen die Resultate der zweiten Erhebung Anfang August (Abb. 2). In der besten Variante zeigte fast jedes vierte Blatt Birnenschorfsymptome. Entsprechend erzielten die Prüfverfahren geringe Wirkungsgrade.

Als zusätzliche Möglichkeit, um das Infektionspotenzial des Birnenschorfs im Frühjahr herabzusetzen, wurden im Herbst 2017 die drei Varianten Schwefel, Schwefel in Kombination mit Kupfer und Schwefelkalk an je zwei Terminen appliziert. Die Erhebung am 8. März 2018 vor der ersten Fungizidbehandlung in der neuen Saison zeigte eine verminderte Häufigkeit von teilweise bereits sporulierenden Triebbläsionen an den einjährigen Trieben in der Kupfer-Schwefel-Variante gegenüber den beiden anderen Verfahren. Allerdings war der Befall in allen Verfahren relativ hoch. Diese Resultate deuten darauf hin, dass die Sommerbehandlungen 2017 mit der Betriebsvariante zu leicht vermindertem Triebbefall geführt hat im

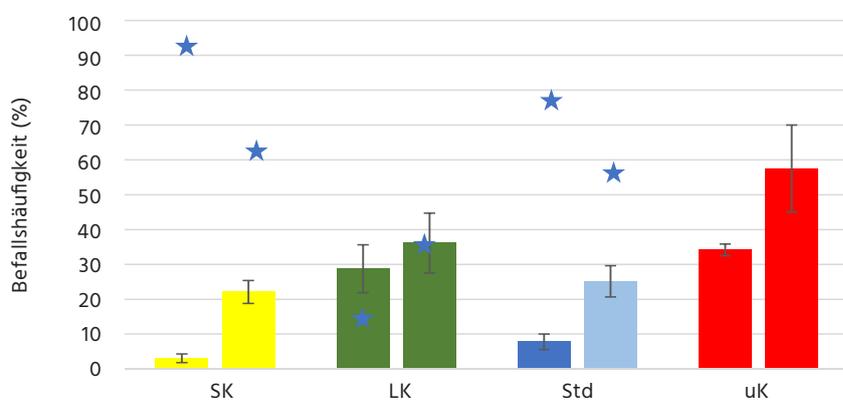


Abb. 2: Balkendiagramm der Befallshäufigkeit (Anzahl Blätter mit Befall) von Birnenschorf für drei Prüfverfahren (SK = Schwefelkalk, LK = Löschkalk, Std = Kupfer-basiert) und eine unbehandelte Kontrolle (uK). Linke Balken sind jeweils die Ergebnisse vom 6. Juni 2017, rechte Balken jene vom 8. August 2017.

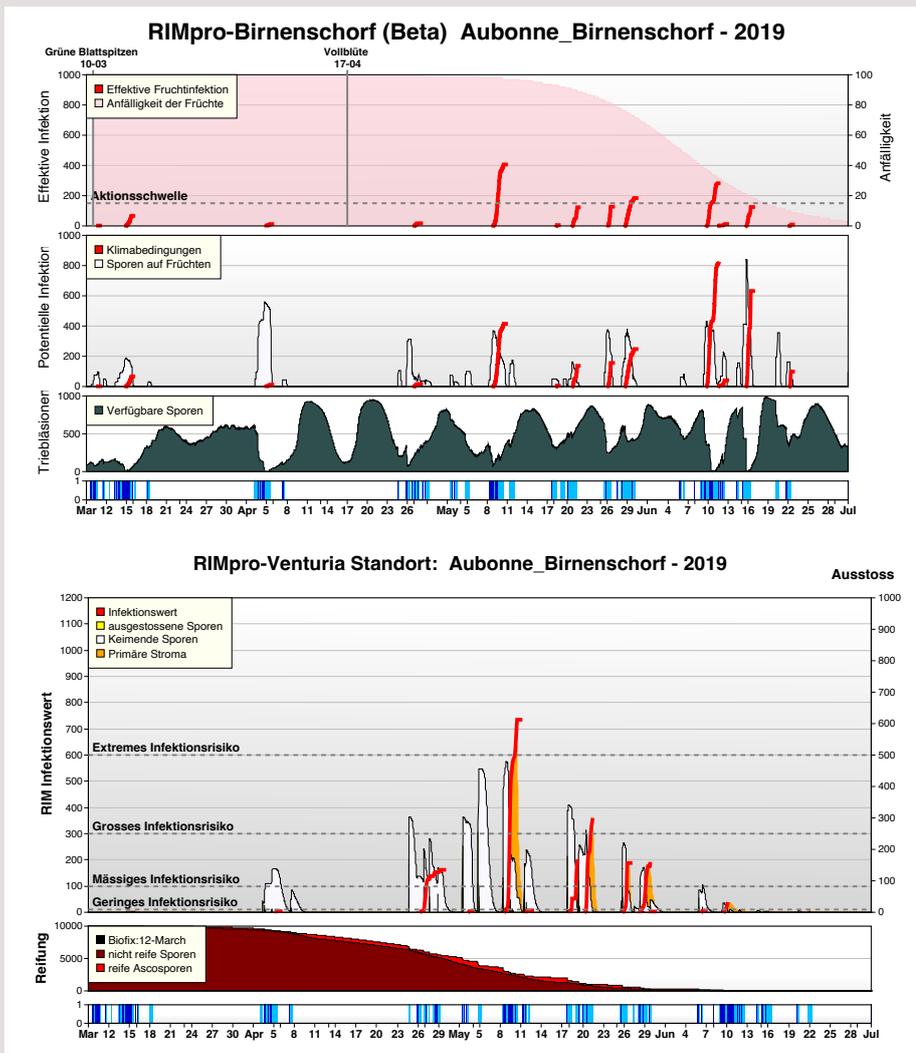


Abb. 3: Diagramm der RIMpro-Modellierung für Konidieninfektionen von Birnenschorf (oben) und für Ascosporen-Infektionen von Apfelschorf für den Standort Aubonne für das Jahr 2019 (unten).

In der Zeit zwischen Ende April und Mitte Juni haben 2019 die entscheidenden Infektionsereignisse stattgefunden (Abb. 3). Allerdings ist aus der Grafik der Modellierung zu sehen, dass Konidieninfektionen (Abb. 3 oben) bereits Mitte März möglich waren, Infektionen durch Ascosporen (Abb. 3 unten), die jedoch mit dem Modell für Apfelschorf berechnet wurden, aber erst später im April und Mai. Die Saison 2019 war trocken, jedoch mit regelmässig auftretenden Niederschlägen. Der Blattbefall bis Mitte Juni war dementsprechend noch relativ tief (Abb. 4 A oben). Auf den Früchten hat sich aber bereits im Juli und verstärkt bei der Ernte im September auf allen Verfahren sehr viel Schorf gezeigt, mit etwas höheren Fruchtbefall in der Variante «Nur Stop». Bei der Erhebung nach knapp dreimonatiger Lagerung waren die Unterschiede zwischen den drei Varianten etwas stärker ausgeprägt und an der am intensivsten behandelten Variante (15 Applikationen) zeigte sich die beste Wirkung (Abb. 4 B unten). Die starke Zunahme des Fruchtbefalls nach einer relativ einfachen Saison kann vielleicht

Vergleich mit den Schwefelkalk- oder Löschkalkvarianten. Auffällig war, dass befallene Jahrestriebe eher im inneren des Baumes gefunden wurden und kaum aussen an den in die Fahrgasse ragenden Trieben.

Im Frühling 2018 war der Schorfdruck aufgrund weniger Niederschläge und langen Trockenphasen im März und April relativ gering, sodass Anfang Juni nur sehr wenig Schorf gefunden wurde. Die Hypothese, den Anfangsbefall respektive die Aktivität vorhandener Triebbläsionen durch Herbstbehandlungen zu reduzieren, konnte somit nicht bestätigt oder verworfen werden. Möglicherweise hat die Kupfer-Schwefel-Kombination eine gewisse Wirkung gegen Konidien, die in Knospen überwintern. Eine daraus folgende und relevante Verzögerung der Epidemie im Frühjahr konnte allerdings nicht beobachtet werden.

In der Saison 2019 wurden zwei Varianten «präventiv plus Keimungsphase» mit der Variante

«nur Keimungsphase gemäss Prognosemodell» («Nur Stop») verglichen. Die eingesetzten Produkte und die Applikationsdaten sind in der Tabelle zusammengestellt. Das Entscheidungshilfemodell RIMpro Birnenschorf stand in einer Beta-Version zur Verfügung. Aufgrund der Bedeutung von Triebbläsionen und Konidien für die Epidemie modelliert RIMpro Birnenschorf die Reifung und die Verteilung von Konidiosporen aus Holzläsionen. Es gibt somit lediglich Auskunft über die durch Konidiosporen verursachten Infektionsrisiken. Ausstösse von Ascosporen und daraus resultierende Infektionen werden in diesem Modell nicht modelliert. In Anlagen ohne Vorjahresbefall ist davon auszugehen, dass es in der vergangenen Saison zu keinen Triebinfektionen gekommen ist und somit sind hier die Aussagen des RIMpro Birnenschorfmodells nur begrenzt relevant. Die Kontrolle nach Holzläsionen ist somit unerlässlich. Das Modell bezieht auch die abnehmende Anfälligkeit von Früchten im Verlauf der Saison in die Berechnungen mit ein.

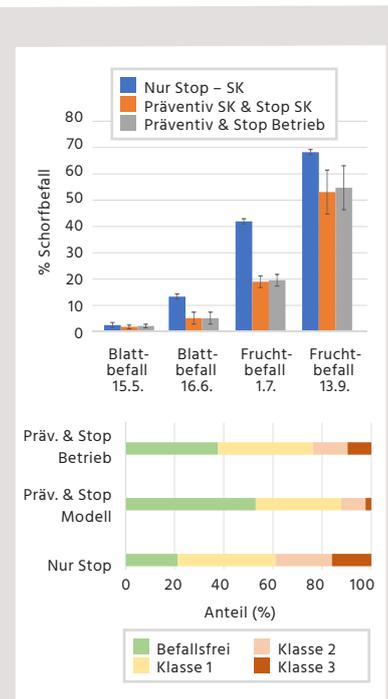


Abb. 4: A oben: Säulendiagramm des Schorfbefalls auf Blättern und Früchten in den drei Behandlungs-Varianten (Fehlerbalken zeigt Standardabweichung; SK = Schwefelkalk, Produkt Curatio, Betrieb = Produktkombination, vgl. Tab.). B unten: Anteil Birnen in Qualitätsklassen (0, 1 uneingeschränkt vermarktbar, 2 eingeschränkt vermarktbar, 3 Mostobst) für Schorfbefall in den drei Behandlungsvarianten 2019 nach knapp drei Monaten Lagerung.

dadurch erklärt werden, dass im Modell die abnehmende Anfälligkeit der Früchte auf der Basis von Daten bei Conférence miteinbezogen wird. Möglicherweise bleibt Kaiser Alexander etwas länger anfällig und wurde so insbesondere durch die Infektionsereignisse im Juni stärker betroffen.

GESUNDHEITS- UND SANIERUNGSSCHNITT

Es hat sich leider gezeigt, dass mit einer reinen Fungizidstrategie der Infektionsdruck in einer Birnenanlage, in der seit mehreren Jahren Schorf auftritt, nicht ausreichend reduziert werden kann. Ein wichtiger Teil des Birnenschorfmanagements ist deshalb wie beim Apfelschorf die Förderung des Laubbbaus oder die Entfernung von befallenem Falllaub im Herbst und Winter. Damit wird ein Teil des Ausgangsmaterials für die jährlichen Neuinfektionen eliminiert. Auch wenn die sexuelle Phase des Schorfs mit den Ascosporen nicht die einzig entscheidende ist, so trägt Laubentfernung oder Laubbau doch einen wichtigen Beitrag bei zum Gesamtschorfmanagement.

Zur Sanierung eines stark befallenen Birnenbestands muss deshalb zu weiteren Massnahmen gegriffen werden. In einem nächsten Schritt wurde versucht, das Potenzial von Konidieninfektionen ausgehend von Triebläsionen zu verringern. In einem Teil der Anlage wurde ein rigoroser Winterschnitt durchgeführt, mit dem Ziel, einen grossen Teil von schorfbefallenen Jungtrieben zu entfernen. Neben der Versuchsvariante, in der dies in drei aufeinanderfolgenden Jahren durchgeführt wurde, wurden diese intensiven Schnittmassnahmen in benachbarten Teilen der Versuchspartelle lediglich in einem und zwei Jahren durchgeführt. Als Referenz zu

dieser Massnahme diente das betriebsübliche Schnittregime, das im restlichen Teil der Anlage durchgeführt wurde. Die Pflanzenschutzbehandlungen wurden während der Dauer dieses Vergleichs in der gesamten Anlage einheitlich gehalten.

In der Saison 2020/21 wurde bei der Ernte ein deutlich höherer Anteil von Früchten der Klassen 0 und 1 in der Variante mit gezieltem starkem Schnitt beobachtet als in der Variante mit klassischem Schnitt ohne spezifisches Augenmerk auf die Entfernung von Triebbefall (Abb. 5). Nach drei Jahren mit differenzierten Schnittmassnahmen wurde deutlich sichtbar, dass diese einen grossen Einfluss auf den Schorfbefall haben. Sowohl der Schorfbefall auf Blättern wie auch auf Früchten war in den Varianten mit intensivem Gesundheitsschnitt deutlich geringer als in den Verfahren mit «normalem» Schnitt (Abb. 6). Bereits ein Jahr mit starkem und möglichst gezieltem Schnitt zeigt fast gleichwertige Ergebnisse in Bezug auf die Verringerung von Schorf an Blättern und Früchten wie dreimal hintereinander Intensivschnitt. Allerdings wurde auch deutlich sichtbar, dass sich drei Jahre intensiver Schnitt sehr stark auf die

Vitalität sowie den Ertrag der Bäume auswirkt (viele Triebe, aber wenig Früchte). Es bleibt also in den Händen und Scheren der Betriebsleitenden und ihren Schnittequipen, um eine Balance zwischen einem sehr spezifischen und aufmerksamen durchgeführten Gesundheitsschnitt zur Entfernung von Triebläsionen und einem schnellen, rationellen Standardschnitt zu finden. Um neue Infektionen auf einjährigen Trieben zu verhindern oder wenigstens zu vermindern, ist zwischen Juni und August ein gezieltes Pflanzenschutzprogramm nötig, das auch die Triebe erreicht.

Es hat sich gezeigt, dass die Kontrolle von Birnenschorf sehr schwierig und anspruchsvoll ist. Stark befallene Bestände können kaum saniert werden. Als radikale Lösung für vitale Birnenanlagen kann in Betracht gezogen werden, alle einjährigen Triebe vollständig wegzuschneiden, um alle Schorfbläsionen zu entfernen oder gar eine Umveredlung mit einer neuen und hoffentlich resistenteren Sorte zu machen, die das Schorfmanagement etwas vereinfacht. Ob mit einem schlanken Erziehungssystem wie beispielsweise dem Guyot-Formierungssystem für Birnen, ähnlich dem bekannten Birnenspalier, das Schorfmanagement sowohl mit Fungiziden wie auch mit gezieltem Schnitt noch verbessert werden könnte, müsste unter Praxisbedingungen untersucht werden. 

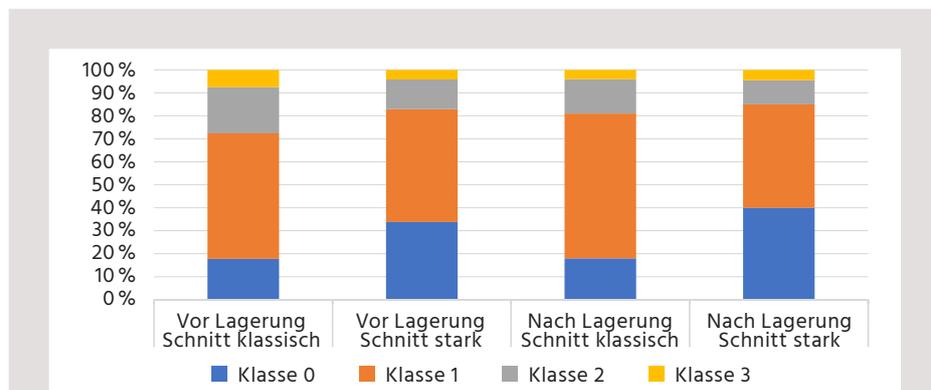


Abb. 5: Resultate der Klassierung von Birnen nach unterschiedlichen Schnittmassnahmen bei der Ernte und nach Lagerung. Klasse 0 = befallsfrei; 1 = uneingeschränkt vermarktbar; 2 = eingeschränkt vermarktbar; 3 = Mostobst.

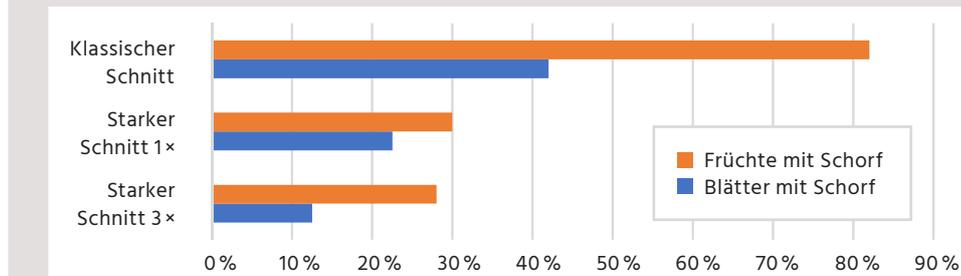


Abb. 6: Balkendiagramm der Befallshäufigkeit von Schorf auf Früchten und Blättern vor der Ernte nach betriebsüblichem Schnitt, nach einem Jahr mit Schorf-Sanierungsschnitt und nach drei Jahren mit Sanierungsschnitt.



Hans-Jakob Schärer

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick

hans-jakob.schaerer@fibl.org

Mathias Ludwig und Flore Araldi, FiBL

Christoph Suter, Domaine de Roveray, Aubonne

Die Literaturliste ist beim Autor erhältlich.