

Auswirkungen des Klimawandels auf den Apfelschorf (*Venturia inaequalis*)

Die Auswirkungen des Klimawandels auf unsere Obstbäume sind seit vielen Jahren unübersehbar und haben sich den vergangenen Jahren stetig verstärkt. Schadinsekten wie der Apfelwickler profitieren nachweislich von einer längeren und wärmeren Vegetationsperiode. Wie aber steht es mit dem Apfelschorf, unserer wichtigsten Pilzkrankheit? Dieser Frage gehen wir hier am Beispiel der Niederelbe-Region nach.



Abb. 1: Blüte bei 'Boskoop' am 1. Juni 1941 (links) und am 10. April 2024 (rechts); Fotos: ESTEBURG, Roland Weber

Klimawandel und Apfelbäume

Auf der Basis einer eindeutigen Faktenlage kann nicht mehr geleugnet werden, dass sich der Klimawandel in Form einer immer schneller werdenden Erhöhung der globalen Lufttemperatur vollzieht. Dieses Phänomen wird weitestgehend bis ausschließlich durch menschliche Aktivitäten verursacht, insbesondere durch den Ausstoß von Treibhausgasen wie CO₂ oder Methan. Im Vergleich zur vorindustriellen Zeit von 1850 – 1900 lag die weltweite Lufttemperatur im Jahr 2023 um 1,48 °C höher. Dieser Temperaturanstieg geschieht jedoch nicht gleichförmig, sondern er ist an den Polen stärker als am Äquator des Planeten. So erklärt es sich, dass wir im Alten Land (53,5 °Nördlicher Breite) allein in den vergangenen 50 Jahren eine Erhöhung um rund zwei Grad Celsius gemessen haben. Auf diesen extremen Trend reagieren die Obstbäume sehr eindeutig, wie unsere langjährigen Datenreihen zeigen. 'Boskoop' ist seit Beginn der Aufzeichnungen in den 1930er Jahren eine Referenz-Apfelsorte für phänologische Beobachtungen [Abb. 1].

Es lässt sich seit 1976 eine Verfrüfung des Knospenaufbruchs um 23 Tage und des Blühbeginns sogar um 27 Tage nachweisen [Abb. 2]. Das ist fast ein Monat in einem halben Jahrhundert! Andere Apfelsorten und Obstarten reagieren in gleicher Weise, jedoch verfügen wir in den meisten Fällen nicht über so lange ununterbrochene Zeitreihen wie für 'Boskoop'.

Der Temperaturanstieg zeigt sich in Nordeuropa im Winter stärker als im Sommer. Ein Blick auf die Monate des Winterhalb-

jahres der vergangenen fünf Jahre macht es deutlich [Tab. 1]: Alle 30 aufgeführten Monate (Oktober bis März) waren wärmer als der jeweilige monatliche Durchschnitt des Referenzzeitraums 1961 – 1990. 21 Monate waren sogar um mindestens 2,0 °C wärmer. Gleichzeitig reagieren in unseren Breiten auch die Niederschläge auf den Klimawandel. Vieles deutet darauf hin, dass es bei einer ungefähr gleichbleibenden jährlichen Gesamtniederschlagsmenge zu einer Umverteilung kommt: Die Winterhalbjahre werden niederschlagsreicher, die Sommer trockener. Gleichzeitig nehmen extreme Niederschlagsereignisse zu. Es kann also im selben Jahr sowohl zu Dürreperioden als auch zu Überschwemmungen oder zu mehrmonatiger Staunässe kommen.

Klimawandel und Apfelschorf

Die Infektionsbiologie des Apfelschorfpilzes (*Venturia inaequalis*) hat sich im Laufe einer jahrtausendelangen Evolution eng an die phänologische Entwicklung seiner Wirtspflanze (verschiedene *Malus*-Arten) angepasst. Die Freisetzung der luftbürtigen Ascosporen aus dem überwinterten befallenen Laub am Boden der Obstanlagen beginnt mit dem Knospenaufbruch des Apfels, erreicht ihren Höhepunkt mit der Blatt- und Blütenentfaltung bis zum Blühbeginn und nimmt ab der Hauptblüte kon-

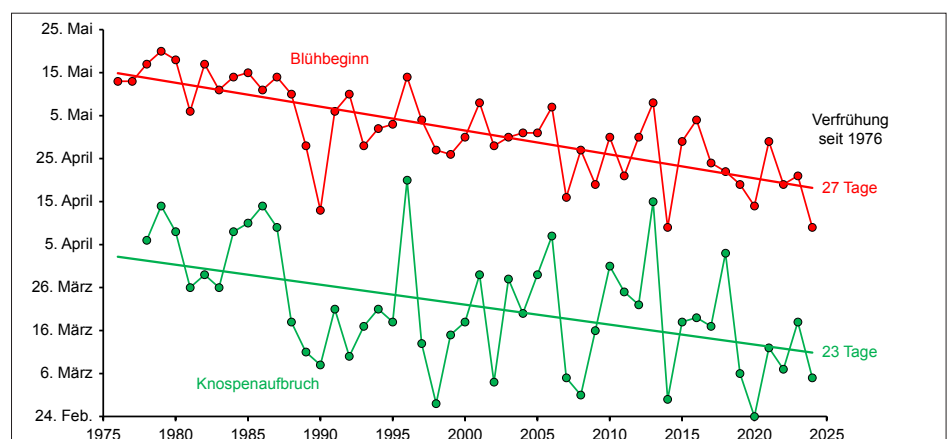


Abb. 2: Knospenaufbruch (BBCH 53) und Blühbeginn (BBCH 60) bei der Apfelsorte 'Boskoop' im Zeitraum 1976 – 2024 am Standort Esteburg

Tabelle 1: Monatliche Lufttemperaturen der vergangenen fünf Winterhalbjahre am Standort Esteburg im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961 – 1990. Fettgedruckte Werte liegen um mindestens 2,0 °C höher als der jeweilige langjährige Durchschnitt.

| Monat | 2023/24 | 2022/23 | 2021/22 | 2020/21 | 2019/20 | 1961 – 1990 |
|----------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Oktober | 11,9°C | 13,0°C | 11,2°C | 11,4°C | 10,9°C | 9,3°C |
| November | 6,4°C | 7,0°C | 7,0°C | 8,0°C | 6,1°C | 5,0°C |
| Dezember | 5,0°C | 2,6°C | 3,1°C | 4,6°C | 5,0°C | 1,9°C |
| Januar | 2,7°C | 5,3°C | 5,1°C | 2,2°C | 5,4°C | 0,5°C |
| Februar | 6,6°C | 4,7°C | 5,6°C | 2,5°C | 6,0°C | 1,2°C |
| März | 8,2°C | 6,3°C | 5,7°C | 5,8°C | 6,0°C | 3,8°C |

tinuierlich ab. Sobald die ersten Schorf-flecken sichtbar sind – unter Umständen bereits zum Beginn der Blüte – übernehmen die darin gebildeten Konidien die weitere Verbreitung des Befalls innerhalb des Baumes. Dafür ist gerade das Langtriebwachstum nach der Blüte mit seiner raschen Folge neu entstehender Blätter gut geeignet. Kann *V. inaequalis* mit der sich derzeit stark verfrühenden Entwicklung des Apfels Schritt halten oder gerät die Beziehung zwischen Wirt und Schaderreger aus dem Takt? Anders gefragt, hat unser Wissen über den Schorfpilz noch Bestand oder müssen wir es in Anpassung an den Klimawandel nachjustieren?

In den vergangenen Jahren konnten wir Indizien dafür erkennen, dass sich nicht nur die Entwicklung der Obstbäume, sondern auch der Beginn der Ascosporenreife dramatisch verfrüht hat [Abb. 3]. Konkret waren in vier der fünf sehr frühen Jahre seit 2020 die ersten Ascosporen mindestens 14 Tage vor dem Knospenaufbruch bei 'Boskoop' reif. Der Schorfpilz ist das Tempo der Verfrüfung

des Vegetationsbeginns also nicht nur mitgegangen, sondern hat den Apfel sogar noch überholt. Starke Ascosporenausstöße, wie wir sie ab dem Stadium Grüne Knospen (BBCH 55-56) gewohnt sind, ereigneten sich in den Jahren 2023 und 2024 bereits zum Knospenaufbruch.

Wirkt sich eine Verfrüfung des Knospenaufbruchs auf die Länge des Zeitraums bis zum Blühbeginn und damit auf die Zeitspanne der besonders praxisrelevanten Ascosporenausstöße aus? Die Antwort gibt eine Korrelation dieser beiden jährlichen Zeitpunkte für die vergangenen 47 Jahre [Abb. 4]. Es zeigt sich eine deutliche Tendenz, dass ein früherer Knospenaufbruch in der Tat eine Verlängerung des Zeitfensters bis zum Blühbeginn nach sich zieht. Grund hierfür ist natürlich die steigende Wahrscheinlichkeit des Eintretens von entwicklungshemmenden Kälteeinbrüchen bei kalendrisch früherem Vegetationsbeginn. Wir haben es also mit einer tendenziell länger werdenden Ascosporensaison zu tun, die früher beginnt. Ein vorbeugender Fungi-

zidbelag zur Bekämpfung der ersten starken Ascosporenausstöße war im Jahr 2023 schon vor dem 21. März zwingend erforderlich [Abb. 5] – zumindest an den gleichermaßen schorfempfindlichen wie früh austreibenden Sorten 'Jonagold' und 'Braeburn'. Im Folgejahr 2024 musste sogar schon vor dem 15. März erstmals ter- minspezifisch behandelt werden.

Es wäre denkbar und zu wünschen, dass der frühere Vegetationsbeginn wenigstens eine beschleunigte Falllaub-Zersetzung mit sich bringt. Leider fehlen uns hierfür konkrete Hinweise. Vielmehr sieht Falllaub, welches einige Wintermonate lang im Wasser der Fahrgassen gelegen hat, nicht nur zum Beginn der Vegetationsperiode, sondern bis in den April oder Mai hinein deutlich intakter aus als das Laub im Baumstreifen. Ob der Schorfpilz eine solche mehrmonatige aquatische Phase überlebt, kann noch nicht beantwortet werden. Es bleiben aber zumindest große Zweifel daran, dass der verfrühte Start in die Ascosporensaison durch einen früheren Beginn oder einen beschleunigten Verlauf der Falllaubzer- setzung ausgeglichen wird. Auch die hohe Dynamik der schweren Schorfjahre 2023 und 2024 spricht eher dagegen.

Konsequenzen früher Schorfinfektionen

Ein sehr früher Beginn praxisrelevanter Schorfinfektionen hat auf den Apfelanbau erhebliche Auswirkungen. Die Zeiten, in denen „zum Knospenaufbruch

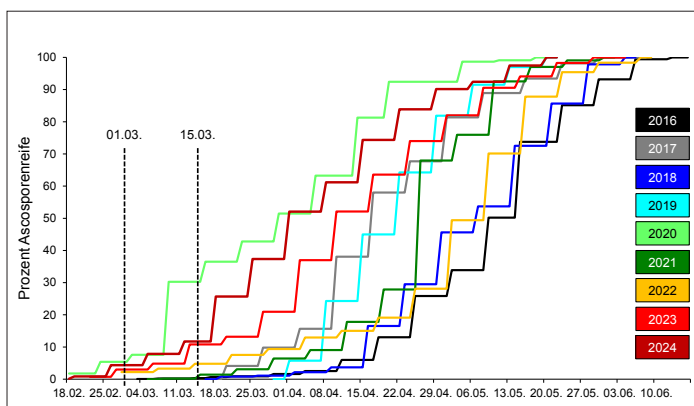


Abb. 3: Kumulative Ascosporenreife als wöchentliche Auswaschung der Sporen aus einem Falllaubdepot. Seit 2020 wird eine deutliche Verfrüfung in den Februar hinein beobachtet. Dargestellt sind die Daten von 2016 bis 2024.

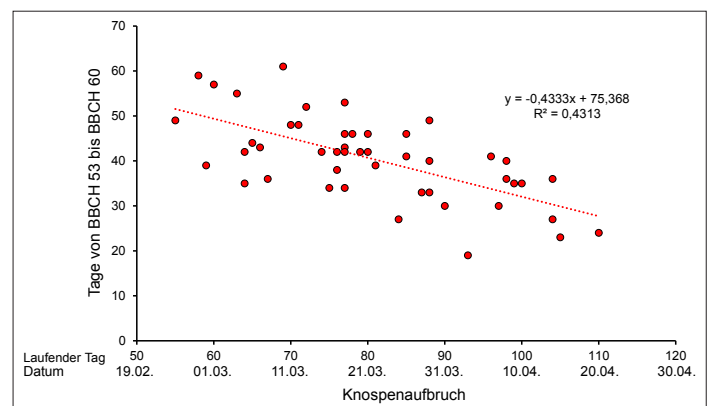


Abb. 4: Das Verhältnis zwischen dem Termin des Knospenaufbruchs (BBCH 53) und der Länge der Zeitspanne bis zum Blühbeginn (BBCH 60) der Apfelsorte 'Boskoop' an Hand der jährlichen Daten von 1978 bis 2024

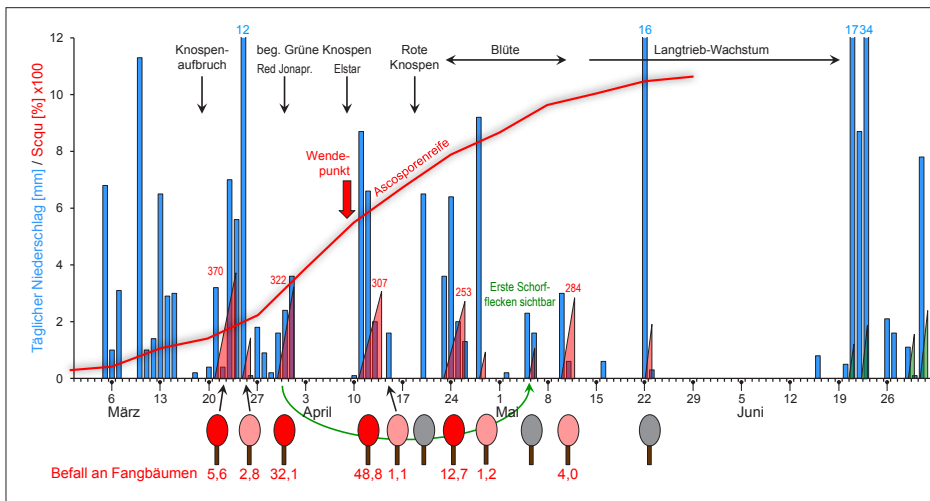


Abb. 5: Verlauf der Ascosporensaison 2023. Die Ascosporensaison begann bereits Mitte Februar; die ersten Infektionen unserer Fangbäume erfolgten am 21. März. In der Praxis waren die Infektionen ab 30. März, 11. April und 23. April besonders schwer und an empfindlichen Sorten selbst in der Kombination aus vorbeugender und kurativer Behandlung nicht vollständig zu erfassen. Die rechnerische Schorfinfektion ist durch den Infektionsquotienten Scqu dargestellt, wobei 100 % einer erfüllten Mindestnässedauer nach den Mills-Tabellen entspricht.

sowieso noch nichts passiert“, sind vorbei. Reiferen Obsterzeugern steht ihre Erfahrung im Weg, wenn diese sie davon abhält, rechtzeitig mit der Schorfbekämpfung zu beginnen! Die Folgen haben sich in den Schorfflecken an den Rosettenblättern und unteren Blättern der Langtriebe gezeigt. Sie wurden schon zum Monatswechsel April/Mai sichtbar und konnten bereits in der Blüte bei Nässe Konidieninfektionen verursachen. Kommt es dann noch – wie 2023 – zu einem nassen Sommer, ist der Befallsaufbau nicht mehr einzudämmen, und die Saat für ein folgendes schweres Schorffjahr ist bereits gelegt.

Die Umsetzung einer frühen Bekämpfungsempfehlung stößt aber nicht nur bei Betriebsleitern auf Skepsis, sondern zumindest auf den Marschböden der Niederelbe-Region auch an die Grenzen der Befahrbarkeit der Anlagen nach intensiven winterlichen Niederschlägen. Die Auswirkungen hoher natürlicher Niederschläge – oft ergänzt durch die Nutzung der Frostschutzberechnung – lassen sich alljährlich an den Spuren ablesen, die die Schorfbekämpfung in den Fahrgassen der Apfelanlagen hinterlässt [Abb. 6].

Es gibt aber noch einen weiteren wichtigen Aspekt, der nicht allen Erzeugern bekannt ist. Die im Laufe einer Saison

fortschreitende Ascosporensaison wirkt sich nämlich auf die Dynamik der Ascosporensaison aus. In der Frühphase – vor dem Wendepunkt, an dem 50 % der Sporen gereift sind – beobachten wir häufig, dass die Ascosporensaison im Verlauf einer mehrtägigen Phase regnerischer Witterung allmählich zunehmen. Zwei oder drei Tage nach Regenbeginn treffen also deutlich stärkere Ausstöße auf einen weitgehend abgewaschenen Belag [Abb. 7]. Dies kann ein Nacharbeiten mit Netzschwefel im Keimungsfenster oder mit Schwefelkalk im kurzkurativen Bereich erforderlich machen. Hingegen treten in der Spätphase der Ascosporensaison schon kurz nach Regenbeginn starke Ausstöße auf, die anschließend rasch nachlassen. Hier hat ein vorbeugend eingebrachter Belag also eine höhere Chance auf eine ausreichende Wirkung. Kurzum: Eine früher beginnende Ascosporensaison verfrüht nicht nur die ersten Schorfspritzungen, sondern macht unter Umständen mehr Durchfahrten in kürzeren Abständen erforderlich, und das bei schlechterer Befahrbarkeit.

Empfehlungen

Der Klimawandel entwertet unseren Erfahrungsschatz. Wir dürfen uns also keinesfalls auf unserem Wissen ausruhen, sondern müssen der sich verändernden



Abb. 6: Spuren der Schorfbekämpfung in den Fahrgassen einer Öko-Apfelanlage an der Niederelbe, fotografiert am 26. April 2024; Foto: Peter Heyne

Biologie des Schorfpilzes aktiv nachspüren. Dies betrifft Forschung, Beratung und Praxis gleichermaßen. Vorrangig müssen wir Erkenntnisse zur Dynamik und Bekämpfung sehr früher Schorfinfektionen im Stadium Knospenaufbruch bis Mausohr unter unseren Anbaubedingungen erarbeiten. Ab wann ist eine vorbeugende Bekämpfung erforderlich, ab wann und unter welchen Bedingungen eine zweite (kurative) Maßnahme? Schorffrobuste Sorten können in einer solchen Situation ihren Vorteil reduzierter Durchfahrten noch stärker in die Waagschale werfen.

Sorten wie 'Braeburn' und Mitglieder der 'Jonagold'-Gruppe sind aufgrund ihrer extremen Schorffempfindlichkeit und der dadurch erforderlichen hohen Behandlungsintensität nicht öko-tauglich. Da sie zudem noch besonders früh austreiben, geraten sie durch die Verfrüfung der Vegetationsperiode und des Schorfpilzes unter zusätzlichen Druck. Gerade in der besonders konservativ aufgestellten Vermarktung des Öko-Anbaus der Niederelbe muss sich der Sortenspiegel rascher an die Gegebenheiten der ökologischen Anbaupraxis anpassen.

In der Sortenzüchtung sollten verstärkt Eltern mit der Eigenschaft „spätaustreibend“ als Züchtspartner genutzt werden. Die Sorte 'Königlicher Kurzstiel' beispielsweise erfüllt als Frucht zwar

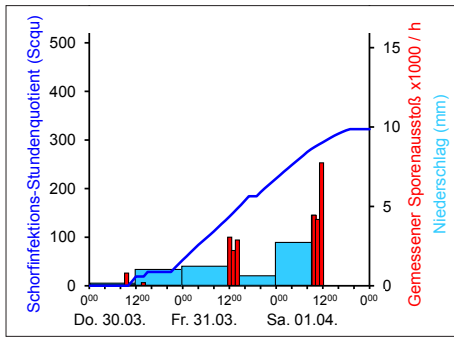


Abb. 7: Beispiel einer sehr frühen schweren Schorfinfektion, beginnend am 30. März 2023. Die ersten Niederschläge haben nur schwache, jene der beiden Folgetage deutlich höhere Ascosporenausstöße (rote Säulen) ausgelöst. Die fast ohne horizontale Brüche ansteigende Linie des Infektionsquotienten (Scqu) deutet auf lange ununterbrochene Nässephasen hin. In einer solchen Infektion wäre neben der vorbeugenden Behandlung eine kurative Maßnahme am 31. März oder 1. April nötig gewesen. Mangels Erfahrung mit derart frühen Infektionen bei Betriebsleitern und Beratern unterblieb diese in den meisten Betrieben. Ein starker Schorfbefall war die Folge.



Abb. 8: Entwicklungsstand bei 'Königlicher Kurzstiel' (links) im Vergleich zu 'James Grieve' (rechts) am 10. Mai 2024; Fotos: Peter Heyne

nicht mehr die Geschmacks-Ansprüche der meisten modernen Verbraucher, treibt aber im Vergleich zu anderen Apfelsorten sehr spät aus [Abb. 8]. Dadurch entgehen die Bäume den frühen schweren Ascosporenfektionen im März bis Anfang April. Auch die Phänologie einer Sorte kann also deren Schorfbustheit beeinflussen!

Bei der Sortenwahl ist neben der Schorfrobustheit und gegebenenfalls dem Austrittszeitpunkt auch die Reifezeit zu berücksichtigen. Spät reifende Sorten wie beispielsweise 'Natyra' sollten nicht in tiefen Lagen gepflanzt werden, die ab Oktober oder November eher zur Veräussung neigen.

Maßnahmen zur Förderung der Falllaubzersetzung könnten das Sporenpotenzial reduzieren helfen. Sie werden jedoch durch die Auswirkungen des Klimawandels kompromittiert: Im Herbst 2022 und erneut 2023 war die Befahrbarkeit der Fahrgassen schon während der Ernte bei Nässe schwierig, im Anschluss dann nahezu unmöglich. Zudem kann bei tiefen Fahrspuren das Falllaub selbst im (immer unwahrscheinlicher werden) Fall eines starken Frosts nicht mehr effektiv entfernt oder gemulcht werden.

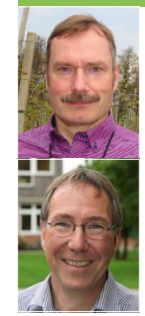
Bei der Anlagenplanung sollten alle vorsorglichen Bausteine genutzt wer-

den, um bestmöglich auf die obstbaulich-praktischen Herausforderungen der sich vollziehenden klimatischen Veränderungen zu reagieren. Alle Fahrspuren sollten mit einer Drainage ausgestattet werden. Selbst die beste Drainage hilft aber nur, wenn das darin gesammelte Wasser auch rasch abfließen kann. Im Winter 2023/2024 war das im Alten Land nicht der Fall. Vielmehr standen die Bäume mehr als sechs Monate lang in Staunässe.

Sofern es die Gegebenheiten der Landarchitektur und des Bodens zulassen, sollte in Nord-Süd-Ausrichtung gepflanzt werden, um eine maximale Abtrocknung aller Fahrgassenabschnitte zu ermöglichen. Auch ein lockerer Baumhabitus mit Lichtfenstern und einer Baumhöhe von maximal 3,0 m fördert eine schnelle Abtrocknung nicht nur der grünen Pflanzenteile, sondern auch der Fahrgassen. Die Fahrgassenbreite ist eher breiter als schmaler zu wählen, um in kritischen Jahren versetzt fahren zu können. Bei der Verwendung von Überzeilengeräten sollte das Vorgewende nicht nur groß, sondern „noch größer“ geplant werden. Auch der Abstand der Rendreihe zum Zaun oder Graben sollte ausreichend bemessen werden, um eine höhere Flexibilität zu ermöglichen. Um bei extremer Nässe die Fahrgassen zu schonen, kann die Nutzung leichterer Geräte, gegebenenfalls bei

halber Füllung, erforderlich sein. Hierfür müssen personelle und technische Voraussetzungen geschaffen werden. Der Bewuchs der Fahrgassen ist unter dem Kriterium einer größtmöglichen Robustheit gegen wiederholte Durchfahrten bei dauernassen Bedingungen zu wählen und zu pflegen. Bei der Anlage von Blühstreifen in der Fahrgasse sollte dieser Aspekt unbedingt berücksichtigt werden. Kompromisse sind zu finden zwischen der Notwendigkeit einer bestmöglichen Befahrbarkeit und dem Wunsch, Vielfalt in der Obstanlage zu schaffen. Aspekte der Artenvielfalt oder der Ästhetik müssen sich dieser existentiellen Anforderung der Befahrbarkeit notfalls unterordnen, denn eines ist sicher: Der Schorfpilz ist nicht zu Kompromissen bereit.

Literatur:
 Weber, R.W.S. & Heyne, P. (2016). Wie entwickelt sich Spät- und Lagerschorf? Öko-Obstbau 2/2016: 10-15.
 Weber, R.W.S. & Heyne, P. (2021). Der Apfelwickler, ein Klimagewinnler. Öko-Obstbau 2/2021: 9-11.



PROF. DR. ROLAND W. S. WEBER
 Obstbauversuchsanstalt Jork
 LWK Niedersachsen
 roland.weber@lwk-niedersachsen.de

PETER HEYNE
 ÖON Versuchs- und Beratungsring e.V.
 peter.heyne@esteburg.de