

Auffällige Symptome an Föhren

Ein Überblick

Vivianne Dubach

Föhren sind in der Schweiz nicht nur wichtige Wald-, sondern auch gern gepflanzte Stadtbäume.

Gerade im öffentlichen und privaten Grün sind sie entsprechend oft anzutreffen: etwa 6 % aller städtischen Bäumen sind Föhren. Sie sind in jedem uns bekanntem städtischen Baumkataster anzutreffen und stellen die sechstwichtigste Stadtbauungattung dar. Symptome an Föhren fallen vielleicht auch deshalb schnell auf (Augustinus *et al.*, 2024).

Während sich Schadbilder überlagern, ist es doch möglich, relevante Kategorien zu bilden. Dazu gehören:

- (A) abgestorbene Triebspitzen,
- (B) teilweise, oftmals von innen heraus verbräunende Kronen,
- (C) teilweise, oft einseitig verbräunende Kronen oder einzelne verbräunende Äste,
- (D) sehr schnell komplett verbräunende Kronen,
- (E) harzende Äste und Stämme und
- (F) Stammdeformationen und -nekrosen.

In diesem Beitrag stehen stark harzende Föhren (E) und Föhren mit Deformationen und Nekrosen (F) im Zentrum, da Meldungen zu Föhren in diesen Kategorien 2023 aufgefallen sind.

Ein besonderes Schadbild

Die Schwarzföhre in einem Privatgarten im Kanton ZH war über und über mit Harz bedeckt (Abb. 44, Tab. 4: 3). Es lief in dicken Zügen am Stamm und den Ästen hinunter, tropfte auf den Boden. Gleichzeitig war die Krone grün, jedoch mit deutlichem Triebsterben. Im Jahr 2023 bearbeitete WSS gleich vier Fälle von übermäßig harzenden Föhren.

Eine zweite Schwarzföhre aus dem Kanton VD sah genauso aus und eine Waldföhre im Kanton SG zeigte eine riesige Nekrose mit starkem Harzfluss im oberen Stammbereich (Abb. 43, Tab. 4: 1). In der Krone starben zuvor immer wieder einzelne Zweige bis ganze Starkäste ab, die vom Baumpfleger entfernt wurden. Der Kronenbereich oberhalb der Nekrose vertrocknete zunehmend. An zahlreichen Ästen waren kleinere

Tab. 4. Übersicht über eingegangene Fälle stark harzender Föhren 2023.

Kanton	Baumart	Symptome
1 SG	Waldföhre	Deformation am Stamm mit Harzfluss
2 VD	Schwarzföhre	Starker Harzfluss
3 ZH	Schwarzföhre	Starker Harzfluss
4 ZH	Waldföhre	Deformation am Stamm mit Harzfluss



Abb. 43. Waldfohre mit Nekrose und Harzfluss im Kanton SG (links und Mitte) und im Kanton ZH (rechts).

Nekrosen sichtbar, aus denen ebenfalls Harz austrat. Eine zweite Waldfohre im Kanton ZH zeigte dieselben Symptome.

Was ist hier los?

Harz dient der Abwehr von Angriffen und hilft innere Wunden abzuschotten. Die klebrige Masse versiegelt das Gewebe und bildet so eine wirksame Schicht, die von anderen Organismen nicht so leicht überwunden oder durchbrochen werden kann. Das Harz wird von spezialisierten Zellen gebildet (Epithelzellen). Sie sondern es ins Innere der Harzkanäle ab, einem speziellen Leitgewebe zum Transport der zähen Flüssigkeit. Neben der physikalischen Barriere, die der Baum so aufbaut, hat Harz eine antiseptische Wirkung. Das Harz der Waldfohre, auch Pechbaum genannt, wurde früher vielseitig genutzt (Hähne, 2007; Andés, 1924). Dazu wurden die Bäume angeritzt und das ausfließende Harz aufgefangen.

Neben mechanischen Verletzungen und abiotischen Einflüssen (z. B. Trockenheit, Hagel, Frost) können mehrere Krankheiten und Schädlinge den Baum veranlassen, mit verstärkter Harzproduktion zu reagie-

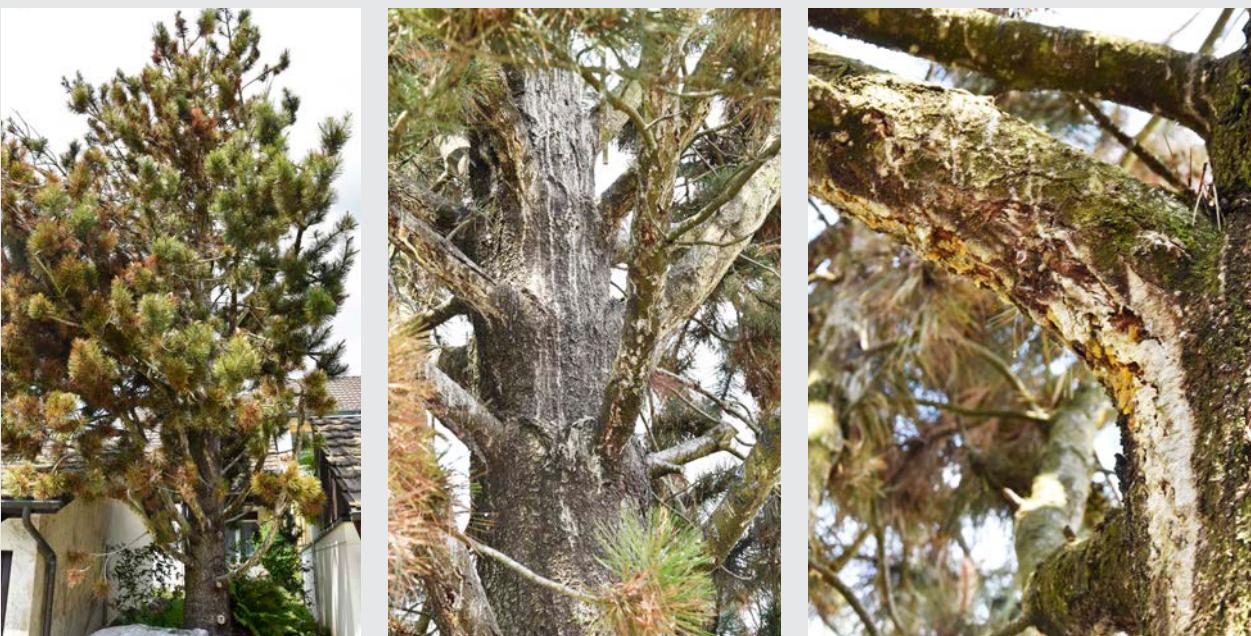
ren. Dazu gehören Borkenkäfer, die einheimischen Pilze *Diplodia sapinea* und Arten der Gattung *Cronartium*, aber vor allem der gefährliche nicht-einheimische Quarantänepilz *Fusarium circinatum*. Die beobachteten Deformationen und Nekrosen an Stamm und Ästen können ebenfalls durch abiotische Einflüsse, aber auch durch einheimische Pilze (*D. sapinea*) und nicht-einheimische Erreger (*F. circinatum*, *Bursaphelenchus xylophilus*) verursacht werden.

Nicht-einheimische Erreger

Der Föhrenpechkrebs (*F. circinatum*) ist in der Schweiz von Gesetzes wegen reguliert (PGesV, PGesV-WBF-UVEK) und wird präventiv überwacht. Es gilt eine Melde- und Tilgungspflicht. Einschleppungen und Etablierungen sollen unter allen Umständen verhindert werden.

Dieser Pilz verursacht braune nekrotische Läsionen und schliesslich Krebswucherungen an der Rinde von Ästen und Stämmen. Dieses zeigt sich im Abplatzzen der Rinde und ist oft mit starkem Harzfluss ver-

Abb. 44. Stark harzende Schwarzföhre im Kanton ZH.



bunden. In fortgeschrittenem Stadium kommt es zu starker Deformation des Stammes. Einmal infiziert gibt es keine Überlebenschancen für den Baum. Der Pilz kann für eine gewisse Zeit symptomlos in den Wurzeln vorkommen (EFSA, 2020).

Absterbende Zweige und Starkäste, wie sie bei einem der Bäume beobachtet wurden, können ausserdem frühe Zeichen für eine Infektion mit dem Kiefernholznematoden (*Bursaphelenchus xylophilus*) sein. Er gehört zu den Prio-QO (PGesV, PGesV-WBF-UVEK) und es besteht ebenfalls eine Melde- und Tilgungspflicht. Einmal infizierte Bäume haben keine Überlebenschancen. Sie sterben innert einiger Monate ab. Bockkäfer der Gattung *Monochamus* als Vektoren oder der Transport infizierter Pflanzenteile können zu einem schnell wachsenden Befallsgebiet führen.

Einheimische Erreger

Bei den beiden Schwarzföhren (Kt. ZH, Kt. VD; Tab. 4: 2 und 3) stellte sich jedoch heraus, dass es sich wahrscheinlich um einen starken Befall des Föhrentriebsterbens (*D. sapinea*) handelte, vermutlich nach extremen Trockenstress. Dieses führt dazu, dass die Knospen verharzen und bereits ausgetriebene Nadeln nicht ihre volle Grösse erreichen. Breitet sich der Pilz bis in die Triebe aus, sterben diese ab. Auf der Nadelbasis, der Rinde und den Zapfen zeigen sich mit der Zeit kleine schwarze asexuelle Fruchtkörper (Pyknidien). Hagel, Insektenfrass, Trockenstress und Hitze begünstigen eine Infektion oder den Übertritt des bereits endophytisch vorhandenen Pilzes in die pathogene Phase. Das Föhrentriebsterben profitiert von milden Wintern, feucht-warmem Frühlingswetter und darauf folgenden trockenen Sommern. Es wird angenommen, dass die Krankheit im Zuge des Klimawandels an Bedeutung gewinnen wird (z.B. Blumenstein *et al.*, 2022; Brodde *et al.*, 2019; WSÜ 2021).

Ein Befall mit einer Blasenrost-Art (*Cronartium* sp.) kann ebenfalls Harzfluss auslösen, würde sich zusätzlich aber durch auffällige, erst weisse, später sich orange verfärbende blasenartige Gebilde auf der Rinde verraten, aus denen eine pulvige Sporenmasse freigesetzt wird. Solche Befälle sind in der Regel gut zu erkennen.

In den anderen beiden Fällen (Kt. SG, Kt. ZH; Tab. 4: 1 und 4) führten morphologische und molekulare Untersuchungen zur Schlussfolgerung, dass es sich wahrscheinlich um eine abiotische Verletzung handelte (evtl. Frost, mechanische Schädigung), die in der

Folge von *D. sapinea* besiedelt wurde. Der Pilz war in beiden Nekrosen präsent. Das Holz war teilweise verbläut, ein Hinweis, dass der Pilz sich im Holz ausbreitet. Das Harz eines der beiden Bäume war besiedelt von *Sarea difformis*, einem auf Harz spezialisierten Pilz (s. Box S. 48).

Es ist eher selten, dass *D. sapinea* Stammholz besiedelt, kommt bei geschwächten Bäumen jedoch vor (Vanneste *et al.*, 2002; Ritzer *et al.*, 2023). Durch Verletzungen dringt der Pilz ein und induziert in der Folge durch die Produktion von windverbreiteten Sporen Folgeinfektionen an Ästen und Trieben. Fälle aus Österreich zeigen zudem, dass der Pilz adulte Douglasien zum Absterben bringen kann (Ritzer *et al.*, 2023; s. Box S. 48).

In einer Nekrose am Stamm war ausserdem der Pilz *Sydiowia polyspora* präsent. Der Nadelendophyt ist in Europa weit verbreitet. Es gibt jedoch Hinweise, dass er durch bestimmte abiotische Einflüsse und einen gestressten Wirt in eine pathogene Phase wechseln kann (Ridout und Newcombe, 2018; Pan *et al.*, 2017; Talgø *et al.*, 2010). Der Pilz kann auch Stammnekrosen verursachen (Silva *et al.*, 2019). Im vorliegenden Fall war er jedoch ein Sekundärbesiedler und nicht Ursache für die Symptome.

Harzfluss: ein genauer Blick und Laboruntersuchungen sind wichtig.

Die Beobachtungen zeigen, dass Harzfluss an Föhren verschiedene Ursachen haben kann. Ein genauer Blick und Laboruntersuchungen sind wichtig, um QOs auszuschliessen, die sich auf keinen Fall in der Schweiz ansiedeln sollen.

Die hier vorgestellten Betrachtungen stehen im Einklang mit einer zunehmenden Zahl von Publikationen, die eine Zunahme an Befällen an Föhren in ganz Europa beschreiben (z.B. Broddle *et al.*, 2019; Adamson *et al.*, 2021; Blumenstein *et al.*, 2022). Blumenstein *et al.* (2022) vermuten eine Wechselwirkung zwischen der Akkumulation des latent vorhandenen Pilzes aufgrund von günstigeren Umweltbedingungen im Zuge des Klimawandels und den beobachteten Befällen von Sekundärwirten wie der Douglasie. Die Forscher zeigten, dass *D. sapinea* Stämme, die nicht aus Föhren isoliert wurden, zu heftigeren Symptomen führten, wenn sie damit Föhren infizierten.

Übersicht Symptome an Föhren



(A) Abgestorbene Triebspitzen



(B) Verbräunte Nadeln, meist ältere Jahrgänge betroffen



(C) Oftmals einseitige Verbräunung ganzer Kronenteile, von der Spitze her beginnend oder Verbräunen einzelner Äste

Mögliche Ursachen:
Diplodia sapinea, *Dothistroma* sp., *Lecanosticta acicola*

Mögliche Ursachen:
Physiologische Schütte, *Dothistroma* sp., *Lecanosticta acicola*, andere Nadelkrankheiten (s. Dubach et al., 2022)

Mögliche Ursachen:
Hagel gefolgt vom Föhrentriebsterben *Diplodia sapinea*, *Bursaphelenchus xylophilus*



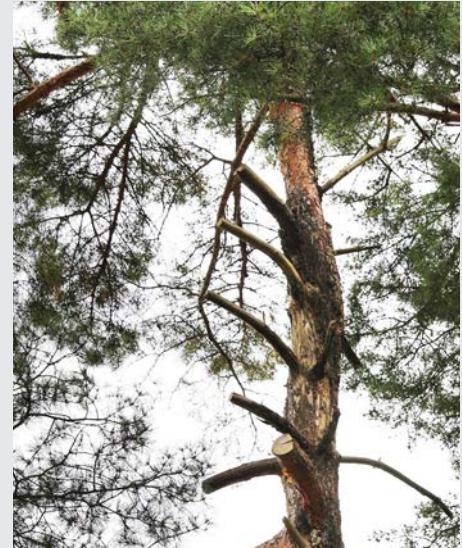
(D) Völliges Vertrocknen innerhalb weniger Monate

Mögliche Ursachen:
Trockenheit, *Bursaphelenchus xylophilus*



(E) Harzfluss an Stamm und Ästen

Mögliche Ursachen:
Fusarium circinatum, *Diplodia sapinea*



(F) Deformationen und Stammnekrosen

Mögliche Ursachen:
Abiotische Schäden, inkl. manuelle Schäden, *Fusarium circinatum*

Die Zunahme der Aggressivität ist möglicherweise eine Erklärung für die Heftigkeit einiger neuerdings beobachteten Befälle. Das aggressivere Pathogen trifft

auf Föhren, die durch die veränderten Klimabedingungen zunehmend gestresst sind. Dies kann auch die Befallsdynamik massiv beschleunigen.



Abb. 45. *Sarea difformis* in trockenem Zustand auf dem Harz einer Waldföhre.

Die auf Harz wachsende Gattung *Sarea* wurde 1825 von Fries aufgestellt. Die Gattung besteht aus den beiden Arten *S. difformis* und *S. resinae*. Sie wurden weltweit gefunden und bilden Ascomata oder Conidiomata auf dem Harz von Gymnospermen. Es wird angenommen, dass sie Endophyten in diesen Gymnospermen und in Kiefernnadeln sind.

Harz stellt normalerweise eine undurchdringliche Barriere für Pilze dar, die nicht besiedelt werden kann. Es stellt eine physische Barriere für das Eindringen von Pilzhyphen dar. Flüssiges Harz schliesst Pilzhyphen und Sporen ein. Darüber enthält Harz Bestandteile, die das Pilzwachstum hemmen und als chemische Barriere wirken. Zu den wenigen Pilzen, die sich an diese Bedingungen angepasst haben, gehört die Gattung *Sarea* (Abb. 45). Sie ist in diesem Sinn aussergewöhnlich.

Quelle: Hashimoto *et al.* (2021), Mitchell *et al.* (2021).

D. sapinea an Douglasie

Es ist bereits bekannt, dass *Diplodia sapinea* bei jungen Douglasien zu massiven Problemen bis hin zum Tod der Bäume führen kann. Neue Untersuchungen aus Österreich zeigen, dass der Pilz auch adulte Douglasien zum Absterben bringen kann (Ritzer *et al.*, 2023). Die Kollegen berichten über einen von Trockenheit betroffenen Bestand mit frisch abgestorbener 40 bis 50-jähriger Douglasien im Osten Österreichs von 2022. Sie fanden Douglasien (7 von 13 betroffenen Bäumen), die einzig Schad-symptome von *D. sapinea* zeigten, inkl. starkem Harzfluss. Infektionsversuche an Sämlingen bestätigten in der Folge die Pathogenität der isolierten Pilzstämme. Ein wichtiger Hinweis von Ritzer *et al.* (2023) ergibt sich aus der Beobachtung, dass es sich bei allen beobachteten Douglasienbeständen um Mischbestände mit Wald- und Schwarzföhren handelte. Neben den klimatischen Extremereignissen (abiotischer Stress) ist wahrscheinlich eine grosse Menge an *D. sapinea*-Inokulum nötig, um adulte Douglasien zum Absterben zu bringen.

D. sapinea Steckbrief für Symptome

1. Abgestorbene Triebspitzen, oft mit verkürzten abgestorbenen, hellbraunen Nadeln
2. Verharzte Knospen
3. Kleine schwarze Fruchtkörper unter der Nadescheide an verkürzten Nadeln
4. Kleine schwarze Fruchtkörper auf Zapfenschuppen
5. Nekrosen an Trieben und Ästen, vornehmlich auf der Astunterseite
6. Harzfluss, selten stark, an nekrotischen Stellen
7. Verbläuung von Splintholz

