

# Wenn Bäume sterben

**S. Braun, S. Hopf, L. C. de Witte** | Über den Zeitraum von 34 Jahren Interkantonale Walddauerbeobachtung sind in den Beobachtungsflächen zahlreiche Bäume gestorben. Total waren es 710, davon 522 Fichten, 139 Buchen und 49 Eichen. Die Gründe dafür waren nicht immer dieselben. In dieser Ausgabe werden die Ursachen und das Zusammenspiel von Faktoren, die für die Baum mortalität verantwortlich sind, genauer betrachtet.

## Die Trockenheit hinterlässt sichtbare Spuren

Die Prozesse, welche die trockenheitsbedingte Mortalität steuern, sind vielfältig. Eine wichtige Rolle spielt der Verlust der Wasserleitfähigkeit, wenn die Leitgefäße mit Luftblasen gefüllt werden (Emboliebildung oder Kavitation: 1). Der Tod tritt bei einem Leitfähigkeitsverlust von 50% bei Koniferen (2) und von 90% bei Laubhölzern (Cochard, pers. Mitt.) ein. Bei allen drei in der Interkantonalen Walddauerbeobachtung untersuchten Baumarten Fichte, Buche und Eiche ist die Mortalität nach trockenen Jahren stark erhöht. Dabei spielen einzelne Trockenphasen eine untergeordnete Rolle. Bedeutsamer ist die Summe vieler Trockenereignisse über mehrere Jahre und ein Zusammenspiel mit weiteren Faktoren wie Stickstoffeinträge und Nährstoffmangel.

Dass die Mortalität ausgewachsener Waldbäume ein eher langsamer Prozess sein kann, bestätigt auch die Beobachtung der Kronenverlichtung absterbender Buchen. Sie zeigt, dass dem Absterbeprozess eine



Stark verlichtete Fichtenkrone

IAP

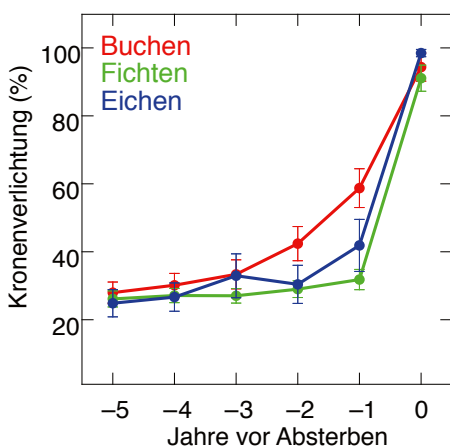


Abbildung 1: Kronenverlichtung von Buchen, Fichten und Eichen in den Jahren vor dem Absterben (Jahr Null). Balken: 95%-Vertrauensbereich, Datensatz 1984–2016. Grafiken: IAP

mehrere Jahre andauernde Schwächung des Baumes vorausgeht, die sich in einer erhöhten Kronenverlichtung bemerkbar macht (Abbildung 1). Es erscheint deshalb sinnvoll, bei Auswertungen auch die Klimaparameter über mehrere Vorjahre miteinzubeziehen. Ein akutes hydraulisches Versagen als Mortalitätsursache ist also weniger wahrscheinlich, da offenbar das Klima eines längeren Zeitraums entscheidend ist. Wahrscheinlicher ist, dass durch Trockenheit die Anfälligkeit auf Parasiten erhöht wird, wie dies etwa bei Borkenkäfern bekannt ist. So ist bei ausgewachsenen Waldbäumen dieser sekundäre Trockenheitseffekt wahrscheinlich bedeutender als ein primäres akutes «Verdursten». Die mit einer Trockenperiode meist einhergehenden hohen Temperaturen können die Entwicklung der Insekten

beschleunigen (3), oder Trockenheit kann die Bäume anfälliger machen (4). Bei vielen Pilzkrankheiten gilt Ähnliches. So werden z.B. das Triebsterben der Föhre (5), der Hallimasch (6) oder Wurzeln befallende Phytophthora-Arten (7) durch Trockenheit gefördert.

Weiter spielt die Versorgung der Bäume mit Nährstoffen, besonders mit Kalium, eine wesentliche Rolle bei der Resistenz gegenüber Parasitenbefall (8, 9; Review durch 10) oder Trockenheit (11, 12, 13).

## Die Fichte und der Borkenkäfer

Bei den Fichten ist die Kronenverlichtung in den Jahren vor dem Absterben nicht so deutlich erhöht wie bei den Buchen. Das deutet auf einen plötzlicheren Absterbeprozess hin. Dennoch spielt auch bei den Fichten

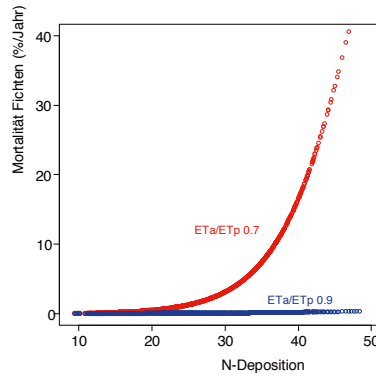
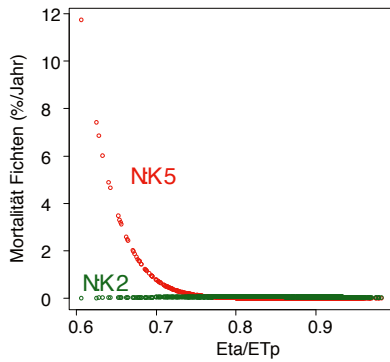


Abbildung 2: Veranschaulichung der in der Auswertung gefundenen Wechselwirkungen. Die Mortalität der Fichten steigt mit zunehmender Trockenheit (abnehmendes Verhältnis zwischen aktueller und potenzieller Evapotranspiration). Dieser Effekt ist wesentlich stärker, wenn die Kaliumversorgung unausgeglichen ist (rote Kurve in Grafik links = weites Verhältnis zwischen Stickstoff und Kalium). Trockenheit und Stickstoffdeposition in Kombination erhöhen die Mortalität ebenfalls (Grafik rechts).

Grafiken: IAP

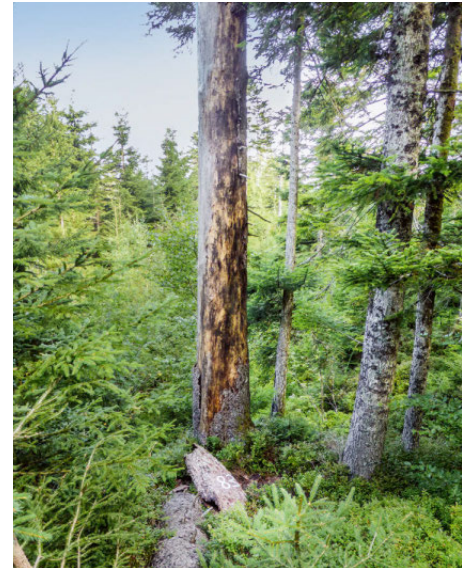


Abbildung 3: Borkenkäferbefall in der Fläche Scheidwald (BE) Fotos: IAP

die Trockenheit über einen Zeitraum von drei Jahren eine wichtige Rolle, wie eine Auswertung mit dem Verhältnis zwischen aktueller und potenzieller Evapotranspiration ( $E_t/E_{Tp}$ , berechnete Verdunstungsaktivität der Bäume) ergab. Eine Datenanalyse zeigt, dass die Wirkung von Trockenheit durch hohe Stickstoffbelastung oder Nährstoffmangel (Kalium, Magnesium) zusätzlich massiv verstärkt wird (Abbildung 2, links). Das heißt, dass die Fichten durch eine Kombination von zukünftigem Klimastress und Umweltbelastungen zusätzlich geschwächt werden.

Wenn Fichten absterben, ist meistens ein Befall mit Borkenkäfern, hauptsächlich Buchdrucker (*Ips typographus*) involviert (Abbildung 3). Dieser greift bevorzugt geschwächte Bäume an, etwa während oder nach längerer Trockenperioden. In den Hitzesommern 2015 und 2016 hatte er

ausgezeichnete Bedingungen, und der Befall erreichte 2017 den zweithöchsten Stand seit Beginn der Beobachtungen.

**Von Buchen und Schleimfluss**

Wie bei den Fichten spielt auch bei den Buchen die Trockenheit der beiden Vorjahre und ein damit verbundener erhöhter Parasitenbefall eine Rolle. Darauf deutet die bereits mehrere Jahre vor dem Absterben chronisch erhöhte Kronenverlichtung hin (Abbildung 1). Direkt sichtbare Indizien sind zum Beispiel Schleimflussflecken (Abbildung 4), die oft auf eine Infektion mit dem Pilz *Nectria coccinea* oder durch Hallimasch (*Armillaria mellea*) zurückgeführt werden können.

Bester Trockenheitsindikator für die Mortalität der Buche war die minimale Standortswasserbilanz (SWB) nach 14 (2007)\*. Sie gibt an, wie viel Wasser einer Pflanze an einem Standort für die



Abbildung 4: Absterbende Buche mit Schleimfluss (Brislach, BL)

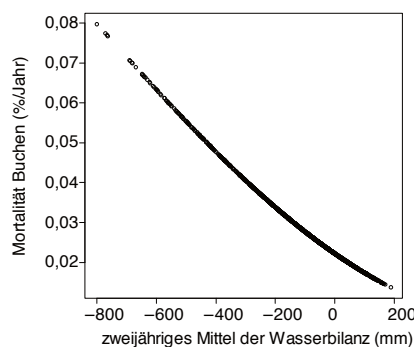
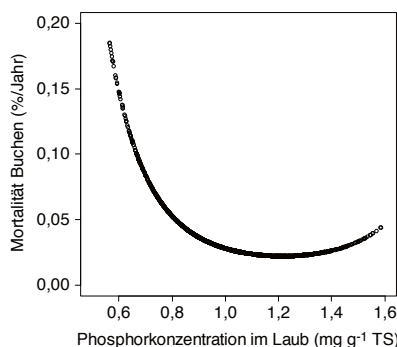


Abbildung 5: Diese Linien illustrieren die beobachteten Beziehungen. Bei Phosphorkonzentrationen im Laub von  $<0,8$  mg pro g TS, d.h. extremem Phosphormangel, steigt die Mortalität der Buchen stark an (links). Nach trockenen Jahren, berechnet als Mittelwert der Wasserbilanz über zwei Jahre, ist die Mortalität bei den Buchen ebenfalls stark erhöht (rechts).

Grafiken: IAP

\*Anmerkung der Redaktion: Der Begriff «Standortswasserbilanz» wird in 14 (2007) nicht verwendet.

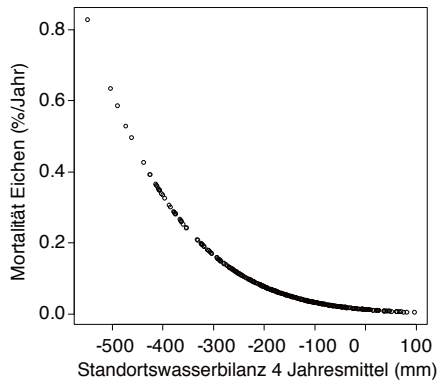


Abbildung 6: Verlauf der bei der Auswertung gefundenen Beziehung zwischen der Mortalität von Eichen und der mittleren Wasserbilanz der vorausgehenden vier Jahre. Je negativer die Wasserbilanz, desto trockener die Bedingungen und umso höher die Mortalität.



Abbildung 7: Schleimfluss an absterbender Eiche

Fotos: IAP

Verdunstung zur Verfügung steht. Aufgrund der Beziehung mit der minimalen SWB wird geschätzt, dass die Mortalität bei den Buchen nach dem Jahr 2003 um 83% erhöht war.

#### Auch Eichen reagieren empfindlich auf Trockenheit

Bei den Eichen liegt die mittlere Mortalitätsrate bei 0,28% pro Jahr, was deutlich höher ist als die Rate bei den Buchen (0,09%), aber kleiner als bei den Fichten (0,46%). Die Entwicklung der Kronenverlichtung in den Jahren vor dem Absterben zeigt ein ähnliches Bild wie bei den Buchen (Abbildung 1). Mit zunehmender Trockenheit steigt die Mortalität auch bei den Eichen deutlich an. Bester Trockenheitsindikator ist die über 4 Jahre gemittelte minimale SWB (Abbildung 6). Absterbende Eichen zeigen häufig Schleimflussflecken am Stamm (Abbildung 7).

#### Sturmschäden und Waldbrand

Um die Entwicklung der Sturmschäden auszuwerten, wurden Windwurf- und Stammbruchbeobachtungen über alle Baumarten aufsummiert und in Relation zur Gesamtanzahl der Bäume gesetzt. Seit Beginn der Beobachtungsreihe haben die Sturmschäden im Mittel, abgesehen von den Extremjahren 1990 und 1999, deutlich zugenommen (Abbildung 8).

Auswertungen nach «Lothar» zeigten, dass auf basenarmen Böden das Risiko für Windwurf stark erhöht ist (Abbildung 9).

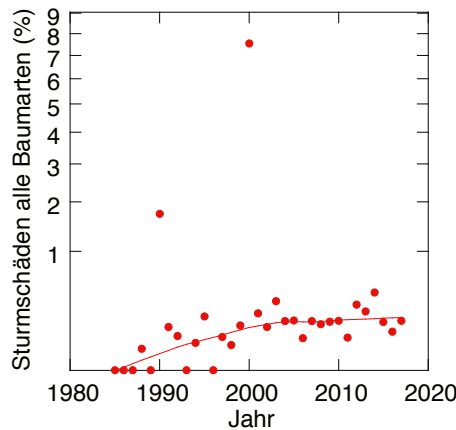


Abbildung 8: Häufigkeit von Sturmschäden in den Beobachtungsflächen. Für diese Grafik wurden alle Baumarten zusammengefasst.

Grafiken: IAP

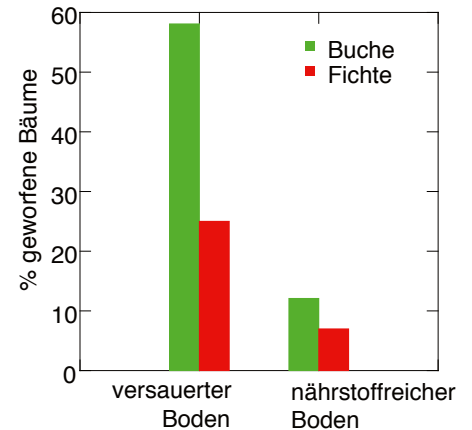


Abbildung 9: Windwurf von Buchen und Fichten 1999 im Sturm «Lothar» auf versauerten und nährstoffreichen Böden. Verändert nach 15 (2003).



Abbildung 10: Eichenbestand in Mesocco (GR) nach einem Waldbrand

Im Dezember 2016 war die Eichenfläche in Mesocco GR von einem Waldbrand betroffen. Die meisten Eichen überlebten dieses Ereignis gut. Lediglich einige Äste starben ab. Zwei von 35 Eichen waren hohl, entwickelten sich zur Fackel und brannten völlig aus (Abbildung 10).

**Autoren**

Sabine Braun, Sven Hopf, Lucienne de Witte, Institut für Angewandte Pflanzenbiologie IAP, Witterswil SO

**Weitere Infos**

www.iap.ch  
Wir sind umgezogen!  
Institut für Angewandte Pflanzenbiologie IAP  
Benkenstrasse 254a, 4108 Witterswil  
061 485 50 74, sven.hopf@iap.ch

**VERDANKUNG**

Die Beobachtungen werden im Auftrag der Kantone AG, BE, BL, BS, GR, SO, TG, ZH und ZG sowie der Zentralschweizer Umweltfachstellen durchgeführt.

**LITERATUR**

1. Cochard, H. (1992). Tree Physiology 11, 73–83.
2. Brodribb, T. J. und Cochard, H. (2009). Plant Physiology 149, 575–584.
3. Wermelinger, B. und Seifert, M. (1999). Ecological Entomology 24, 103–110.
4. Rouault, G. et al. (2006). Ann.For.Sci. 63, 613–624.
5. Blodgett, J. T., Kruger, E. L. und Stanosz, G. R. (1997). Phytopathology 87, 422–434.
6. Guillaumin, J. J. et al. (1985). Annales des Sciences Forestieres 42, 1–22.

7. Jung, T. (2009). Forest Pathology 39, 73–94.
8. Chaboussou, F. (1973). Au Service de l'Agriculture (SCPA) No 2, Document technique 16, 1–26.
9. Mrazek, F. (1983). Beiträge für die Forstwirtschaft 17, 122–123.
10. Amtmann, A., Troufflard, S. und Armengaud, P. (2008). Physiologia Plantarum 133, 682–691.
11. Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, 889 pp.
12. Egilla, J. N., Davies, F. T. und Drew, M. C. (2001). Plant and Soil 229, 213–224.
13. Christina, M. et al. (2015). Global Change Biology 21, 2022–2039.
14. Spellmann, H., Suttmöller, J. und Meesenburg, H. (2007). Risikovorsorge im Zeichen des Klimawandels. Vorläufige Empfehlungen der NW-FVA am Beispiel des Fichtenanbaus. AFZ-Der Wald 62, 1246–1249.
15. Braun, S. et al. (2003). Water Air and Soil Pollution 142, 327–340.



# Transparente Abrechnung!

Verlangen Sie jetzt die Gratis-Spraydose und markieren Sie für uns die schönsten Bäume!



3099 rüti bei riggisberg | 031 808 06 06 | trachsel-holz.ch