



Schleimfluss an Eiche, Kanton Jura.

WSL

Schleimfluss an Bäumen

Vivanne Dubach*, **Beat Ruffner***, **Salome Schneider***, **Sophie Stroheker*** | Schleimflusssymptome an Bäumen sind ein aktuelles Thema im Bereich Waldschutz. Früher waren sie schwierig einzuordnen. Später wurden sie in erster Linie mit *Phytophthora* assoziiert. Heute zeigen sich zunehmend weitere Ursachen für die beobachteten Symptome.

Feuchtigkeitsaustritt an Bäumen ist im Wald keine Seltenheit. Inzwischen weiss man, dass es sich in den meisten Fällen um komplexe Krankheitsbilder handelt. Die verschiedenen Wirkmechanismen sind jedoch noch lange nicht vollständig aufgedeckt. Das Verständnis dieser Symptomatik entwickelt sich fortlaufend weiter.

Schleimfluss wird durch verschiedene Mechanismen ausgelöst. Während einige Organismen bei einer Infektion alleiniger Auslöser des Schleimflusses sind, scheinen bei vielen anderen Bakterien mitzuwirken. Wenn diese unter die Rinde gelangen, vermehren sie sich und fermentieren, wodurch das Holz aufgeweicht wird und Kohlendioxid entsteht. Das Gas erzeugt

Druck im Holz, der Saft wird durch Risse an die Oberfläche gedrückt, wo sich zahlreiche Mikroorganismen ansiedeln und durch ihre Vermehrung bewirken, dass er zähflüssiger und schleimiger wird (Kerrigan et al., 2004).

Zunehmend wird die Bedeutung von abiotischem Stress als prädisponierendem Faktor erkannt und auch Bakterien als Krankheitserreger nachgewiesen. Insgesamt zeichnet sich ein Zusammenspiel verschiedener Faktoren und Schaderreger ab, wie es für komplexe Krankheitsbilder typisch ist. Wie genau die einzelnen Faktoren interagieren, ist noch nicht vollständig geklärt. Schleimfluss ist dabei ein Symptom von vielen.

Waldschutz Schweiz und die WSL untersuchen Fälle mit Schleimfluss seit einigen Jahren genauer (siehe auch Waldschutzüberblicke der Jahre 2016, 2017 und 2018).

Während in einigen dieser Fälle *Phytophthora*-Arten involviert waren, wurde bei vielen auch eine Beteiligung von Bakterien gefunden (Tabelle 1, Seite 45).

Der Schleimfluss an Rosskastanie und Nussbäumen war eindeutig auf bakterielle Infektionen zurückzuführen. Bei der Rosskastanie handelte es sich um *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi*, das teilweise in Kombination mit *Phytophthora*-Arten auftrat. Ob und wie beide Arten interagieren, ist nicht bekannt. Beim Nussbaum war das verursachende Bakterium *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*. Interessanterweise wurden auch die beiden Bakteriengattungen *Brenneria* sp. und *Erwinia* sp. gefunden. Diese tauchen teilweise auch bei Eichen mit Schleimfluss auf. Ob sie beim Nussbaum als Sekundärbesiedler auftreten oder ursprünglich zu den Schleimflusssymptomen

*Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL



Bakterieller Schleimfluss an Roteiche, Kanton Zürich. WSL



Schleimfluss und Nekrose durch Pilzerkrankung an Bergahorn, Kanton Zürich. WSL



Schleimfluss durch Bohrtätigkeit des Asiatischen Laubholzbockkäfers, Kanton Aargau. WSL

beitragen, ist noch nicht geklärt. In einigen Fällen trugen auch abiotische Faktoren zur Entstehung der Symptome bei, so etwa beim Bergahorn.

Ausgehend von den durch Waldschutz Schweiz dokumentierten Fällen werden im Folgenden verschiedene Ursachen von Schleimflusssymptomen diskutiert:

Phytophthora

Verschiedene *Phytophthora*-Arten sind dafür bekannt, Schleimfluss auszulösen. Dazu gehören *P. plurivora*, *P. cambivora*, *P. cactorum*, *P. cinnamomi* und *P. ramorum*. Letztere ist ein eingeschleppter Quarantäneorganismus, der in den USA den plötzlichen Eichentod (Sudden Oak Death) verursacht. In der Schweiz wurde bisher kein Fall von *P. ramorum* an Eiche beobachtet. Betroffen waren hauptsächlich Ziersträucher der Gattungen *Viburnum* und *Rhododendron* in Baumschulen. Doch Schleimfluss an Eichen ist nicht immer gleichzusetzen mit einem

Phytophthora-Befall. Auch Bakterien können einen solchen verursachen.

Bakterien

In der Schweiz gelang im Frühjahr 2017 der erste Nachweis der Bakterien *Brenneria goodwinii*, *Gibbsiella quercinecans* und *Rahnella victoriana* an Traubeneichen (Waldschutzüberblick, 2018). Die isolierten Bakterien stehen im Zusammenhang mit dem Akuten Eichensterben (AOD), nicht zu verwechseln mit dem Plötzlichen Eichentod (SOD) (Box, Seite 46). Sie wurden 2008 erstmalig in Grossbritannien beschrieben. Dank einer molekularen Nachweismethode kann an der WSL ein Befall mit den drei Bakterien heute schnell und zuverlässig erfasst werden. So wurden weitere Befälle an Stiel- und Flaumeichen sowie Roteichen entdeckt. Waren beim Erstdnachweis in der Schweiz gepflanzte Eichen betroffen, wurden die Bakterien später auch im Wald an naturverjüngten Bäumen gefunden.

Dunkler Schleimfluss und vertikale Risse mit totem, nässendem Holz unter der Rinde sind Anzeichen eines Bakterienbefalls. Die erkrankten Bäume sind meist, aber nicht ausschliesslich, ausgewachsene Eichen. Erst im fortgeschrittenen Stadium zeigen sie eine Verlichtung durch astweises Rücksterben der Krone.

Die Bakterien allein würden die Eichen vermutlich nicht zum Absterben bringen. Es ist die Kombination mit anderen Faktoren, ebenso wie ihre zeitliche Interaktion, die zum Tod eines Baumes führen. Verletzungen am Stamm, Trockenheit, Frostereignisse, starke Schwankungen von Umweltfaktoren allgemein oder auch die Besiedlung durch Sekundärschädlinge sind Beispiele solcher Faktoren.

Während gewisse *Phytophthora*-Arten gesunde Bäume angreifen können, besiedeln die Bakterien *B. goodwinii*, *G. quercinecans* und *R. victoriana* vermutlich bereits geschwächte Bäume und beschleunigen damit eine Abnahme der Vitalität. Es handelt sich demnach um eine Komplexerkrankung, zu der biotische und abiotische Faktoren beitragen. Diese These stützen auch Studien aus Grossbritannien, die einen Zusammenhang zwischen den Bakterien und dem Zweipunktigen Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) zeigen (bsp. Brown et al., 2017). Auch in der Schweiz ist der Käfer heimisch, Schäden sind jedoch selten. Der genaue Zusammenhang ist noch nicht vollständig verstanden. In einer weiteren Studie zeigten Denman et al. (2018) in Inokulationsversuchen, dass

Baumart	beteiligte Organismen		
	Phytophthora	Bakterien	Pilze
Nussbaum [<i>Juglans regia</i>]		x	
Rosskastanie [<i>Aesculus hippocastanum</i>]	x	x	
Bergahorn [<i>Acer pseudoplatanus</i>]	x		x
Buche [<i>Fagus sylvatica</i>]	x		
Eiche [<i>Quercus spp.</i>]	x	x	

Table 1: Baumarten, an denen Waldschutz Schweiz in den letzten Jahren Schleimflusssymptome beobachtet hat, und verursachende biotische Faktoren.

Plötzlicher Eichentod [Sudden Oak Death, SOD]	Akutes Eichensterben [Acute Oak Decline, AOD]
Verursacht durch: <i>Phytophthora ramorum</i>	Komplexkrankheit, verursacht durch: abiot. Faktoren, Bakterien [<i>Brenneria goodwinii</i> , <i>Gibbsiella quercinecans</i> und <i>Rahnella victoriana</i>] und Zweipunktiger Eichenprachtkäfer [<i>Agrilus biguttatus</i>]
Wichtigste Symptome: vorzeitige Blattwelke, Nekrosen, Schleimfluss (va. an <i>Lithocarpus densiflorus</i> , <i>Quercus</i> sp. weniger stark betroffen)	Wichtigste Symptome: Kronenverlichtung und -rücksterben, Rindenrisse, Schleimfluss mit darunterliegenden Schleimkammern
Baum stirbt innert kurzer Zeit ab.	Baum stirbt graduell ab, in der Regel in wenigen Jahren.
Verbreitung: Westen der USA	Verbreitung: Grossbritannien

Unterscheidung zwischen dem plötzlichen Eichentod und dem Akuten Eichensterben.

die Bakterien *G. quercinecans* und *B. goodwinii* den Schleimfluss verursachen. Welche Rolle *R. victoriana* dabei spielt, ist noch unklar. Zudem lässt sich nicht ausschliessen, dass weitere Bakterienarten involviert sind.

Für eine solide Risikoabschätzung bezüglich der Symptome an Eichen ist eine systematische Beobachtung von gesunden und erkrankten Bäumen nötig. Insgesamt nehmen die Meldungen der drei Bakterien auf dem europäischen Festland zu. Damit verbunden stellt sich die Frage, ob es sich um einheimische oder eingeschleppte Organismen handelt.

Für die Schweiz wurde zunächst von einer Einschleppung ausgegangen. Funde in einem praktisch unberührten Waldgebiet und die grosse Ähnlichkeit der heute beobachteten Symptome mit solchen, die bereits 1995 beschrieben wurden (Sieber et al., 1995), legen die Vermutung nahe, dass die Bakterien bereits seit längerer Zeit in der Schweiz vorkommen. Es sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig, um diese Frage zu klären.

Weitere Ursachen von Schleimfluss

In der Schweiz gibt es einige weitere Pilze und Bakterien, die Schleimflusssymptome hervorrufen können (Tabelle 2). Viele dieser Erreger verursachen allein keine tödliche Erkrankung, wenn nicht weitere, schädlich wirkende Faktoren hinzukommen. Für viele Schadorganismen gibt es abiotische Faktoren, die als prädisponierende Vorausset-

zung für eine Besiedelung und Erkrankung des Wirts gelten.

An der Buche ist die Buchenrindennekrose bekannt, zu deren Ursachenkomplex neben biotischen Faktoren (*Nectria coccinea*, *Cryptococcus fagisuga*) auch abiotische (Faktoren, die sich negativ auf den Wasserhaushalt auswirken) gehören. Die Krankheit verläuft für den Baum nicht in jedem Fall tödlich. Auch *Pezicula*-Krebse an Roteiche und Symptome durch *Anthostoma decipiens* werden durch prädisponierende abiotische Faktoren begünstigt. Beim Ahorn kann bei einem Befall einer *Nectria*-Art, in Verbindung mit einer abiotischen Vorschädigung, Schleimfluss auftreten. Partielles, durch *Nectria* sp. ausgelöstes Absterben der Rinde mit Schleimfluss tritt nicht nur bei Ahorn, sondern auch bei Buche, Birke und Erle auf.

Neben den genannten Pilzen können Feuerbrandbakterien (*Erwinia amylovora*) Schleimfluss auslösen. Betroffen sind unter anderem Vogelbeere, Weissdorn und Zwergmispel.

Zudem gehört Schleimfluss zu den möglichen Begleitsymptomen von Nasskernen. Die dunkel gefärbten und sehr nassen Zonen im Kern und inneren Splintholz sind stets mit Bakterien assoziiert. An Bäumen mit ausgedehnten Nasskernen tritt teilweise Feuchtigkeit durch Rindenspalten nach aussen.

Die Bohrtätigkeit von Insekten, durch die Bakterien und Pilze in den Baum transportiert werden können, ist eine weitere

mögliche Ursache für Schleimfluss. Beispiele dafür sind der Kleine Buchenborkenkäfer (*Taphrorychus bicolor*), der Pappelbohrer (*Saperda calcarata*) oder auch *Cryptorhynchus lapathi* an Pappel und Weide.

Fazit

Komplexkrankheiten gewinnen an Bedeutung. Es handelt sich um Syndrome, die sich aus der sequentiellen, kombinierten und kumulativen Wirkung von biotischen und abiotischen Faktoren ergeben. Komplexe Wechselwirkungen, einschliesslich der Aktivität durch polymikrobielle Gemeinschaften und Insekten, beeinflussen Auftreten, Verlauf und Intensität von Krankheiten (Denman et al., 2018). Solche Krankheiten sind oft noch wenig untersucht, Ansatzpunkte für Managementstrategien noch nicht identifiziert.

Heute ist klar, dass Schleimflusssymptome Anzeichen für unterschiedliche Krankheiten sein können. Da selten von vornherein klar ist, ob Quarantäneorganismen, Komplexkrankheiten oder einheimische Pilze die Ursache sind, ist eine sorgfältige und fachgerechte Untersuchung für jeden Einzelfall unabdingbar. ■

LITERATUR

Brown, N.; Jeger, M.; Kirk, S.; Williams, D.; Xu, X.; Pautasso, M. & Denman, S. [2017]. Acute Oak Decline and *Agrilus biguttatus*: The co-occurrence of stem bleeding and D-shaped emergence holes in Great Britain. *Forests* 8 (3): 87.

Denman, S.; Doonan, J.; Ransom-Jones, E.; Broberg, M.; Plummer, S.; Kirk, S.; Scarlett, K.; Griffiths, A.R.; Kaczmarek, M.; Forster, J.; Peace, A.; Golyshin, P.N.; Hassard, F.; Brown, N.; Kenny, J.G. & McDonald, J.E. [2018]. Microbiome and infectivity studies reveal complex polyspecies tree disease in Acute Oak Decline. *The ISME Journal* 12 (2): 386–399.

Kerrigan, J.; Smith, M.Th.; Rogers, J.D. & Poot, G.A. [2004]. *Botryozoma mucatilis* sp. nov., an anamorphic ascomycetous yeast associated with nematodes in poplar slime flux. *FEMS Yeast Research* 4 (8): 849–856.

Meyer, J.B.; Forster, B.; Schneider, S.; Ruffner, B. [2018]. Bakterien-Schleimfluss bei Traubeneichen entdeckt. *Waldschutz Aktuell*, 1/2018. 4 S.

Sieber, N.T.; Kowalski, T. & Holdenrieder O. [1995]. Fungal assemblages in stem and twig lesions of *Quercus robur* in Switzerland. *Mycological Research* 99: 534–538

Waldschutzüberblicke verfügbar unter: <https://www.wsl.ch/de/wald/krankheiten-schaedlinge-stoerungen/waldschutz-schweiz-wss/waldschutz-informationen.html#tabelement1-tab2>.

Tabelle 2: Nicht abschliessende Zusammenstellung von Pilzen, die Schleimfluss auslösen können.

Pilz	Wirt
<i>Armillaria</i> spp.	diverse Baumarten
<i>Anthostoma decipiens</i> [syn. <i>Cytospora decipiens</i>]	Hagebuche
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	Ahorn, Hagebuche, Buche
<i>Gymnopus fusipes</i> [syn. <i>Collybia fusipes</i>], z.T. in Kombination mit Bakterien	Eiche
<i>Nectria</i> sp. [z.B. <i>N. coccinea</i>]	Ahorn, Buche, Birke, Erle
<i>Pezicula cinnamomea</i>	Roteiche