

Gemeiner Orangebecherling
oder Orangeroter Becherling
(*Aleuria aurantia*)



Forschung zu Schäden an Rotbuchen und Eichen in den Projekten BucheAkut, TroWaK und VitaWald

Text: Dr. Gitta J. Langer, Jan-Sören Tropf,
Dr. Johanna Bußkamp & Dr. Steffen Bien

Weltweit sind im Zuge des Klimawandels und des vermehrten Auftretens von Dürre- und Hitzewellen verstärkt Absterberscheinungen und Kronenverlichtungen in Wäldern zu beobachten¹⁻³. Mit der fortschreitenden globalen Erwärmung fördern zunehmende Wasserdefizite den physiologischen Stress für Waldbäume, was sich negativ auf deren Wachstum, Vitalität und Überlebensrate auswirkt⁴. Für das Überleben und die Produktivität unserer Waldbäume ist deren Fähigkeit zur Anpassung an Wassermangelbedingungen entscheidend⁵. Das mehrjährige europäische Dürre- und Hitzeereignis von 2018 – 2022 führte zur Devitalisierung von Einzelbäumen oder ganzer Bestände unterschiedlicher Baumarten^{6,7}. Die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) gehört seit dem Trockenjahr 2018 zu den am stärksten von der Devitalisierung betroffenen Baumarten. Neben unmittelbaren physiologischen Stresssymptomen zeigten sich in den Folgejahren insbesondere vorzeitige Blattverluste, Kronenverlichtungen⁸ und Zopftrocknis.

BucheAkut

<https://www.nw-fva.de/forschen/projekte/buche-akut> und



VitaWald

<https://www.nw-fva.de/forschen/projekte/vitawald>



TroWaK »Trockenheitsrisiken im Wald unter Klimawandel«

<https://www.nw-fva.de/forschen/projekte/trowak>.





Schäden an Rotbuchen

In Deutschland wurden ab 2018 zunächst in Südniedersachsen, Thüringen und Nordhessen Absterbeerscheinungen an Rotbuchen festgestellt, die sich dem komplexen Schadbild der sogenannten Buchen-Vitalitätsschwäche (Abb. 1) zuordnen lassen^{10, 11}. Mit zunehmender bzw. sich wiederholender Dürre und Hitze in den Folgejahren weitete sich das Schadgeschehen über große Teile Deutschlands aus¹²⁻¹⁴.



Abb. 1:
Stark verlichtete Rotbuchenkronen mit hohem Trockenreisiganteil infolge der Buchen-Vitalitätsschwäche

Zusammen mit den Partnern des BucheAkut-Projekts – das Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum in Gotha (FFK Gotha) und die Abteilung Räumliche Strukturen und Digitalisierung von Wäldern der Universität Göttingen – hat die NW-FVA Versuchsflächen zur Untersuchung der Buchen-Vitalitätsschwäche in Hessen, Niedersachsen und Thüringen angelegt (Abb. 2). Auf diesen Flächen wurden unterschiedlich stark von der Buchen-Vitalitätsschwäche betroffene Buchenbestände hinsichtlich ihrer Schäden im Projektzeitraum bonitiert und das Vorkommen von Pathogenen an Versuchsbaumen ermittelt. Zur Einschätzung des Schadgeschehens wurden die 24 Untersuchungsbestände in vier Schadstufen (ungeschädigt, leicht geschädigt, wirtschaftlich fühlbar und bestandesbedrohend) klassifiziert. Die am stärksten betroffene Fläche lag in Schotten (Hessen) und der vitalste Bestand lag bei Nienburg (Niedersachsen).

Gemeinsames Ziel war es über terrestrische und Airborne Laserscans der Flächen Faktoren zu ermitteln, die ein Auftreten der Buchenvitalitätsschwäche begünstigen. Dafür wurden zusätzlich die waldbauliche Behandlung, das Auftreten von abiotischen und biotischen Schadfaktoren, sowie Klima- und Standortdaten in die Analyse miteinbezogen. Es zeigte sich, dass sich der Kronenzustand der bonitierten Buchen zwischen den Jahren 2022 und 2024 stetig verschlechtert hat. Die durchschnittliche Kronenverlichtung stieg von 29 Prozent im Jahre 2022 auf 39 Prozent im Jahr 2024 Jahre an. In den verschiedenen Buchenbeständen waren unterschiedlichste Pathogene am Schadgeschehen der Buchen-Vitalitätsschwäche beteiligt. In nahezu allen untersuchten Beständen spielten der Rotbuchen-Rindenkugelpilz (*Biscogniauxia nummularia*) und das Scharlachrote Pustelpilzchen (*Neonectria coccinea*) eine Schlüsselrolle im Schadgeschehen. Im Gegensatz zu betroffenen Beständen in Südhessen¹⁵ konnte *Diplodia corticola* nicht in den im BucheAkut-Projekt untersuchten Rotbuchen nachgewiesen werden. Allerdings wurden hier andere Rindenpilze der *Botryosphaeriaceae*, wie z.B. *Diplodia mutila* (Synonym *Botryosphaeria stevensii*) festgestellt.

Bisher unveröffentlichte Ergebnisse der FFK Gotha weisen darauf hin, dass die nutzbare Feldkapazität und die Wasserhaushaltsstufen den größten Erklärungsansatz für das Auftreten von Schäden im aktuellen Schadgeschehen der Buchen-Vitalitätsschwäche bieten.

Schäden an Eichen

Ähnlich dem Schadgeschehen an Rotbuchen beobachten wir seit 2019 verstärkt Vitalitätsverluste an Eichen¹⁶. Dies entspricht den Prognosen, dass Eichenwälder infolge des Klimawandels anfälliger für dürrebedingte Absterbeerscheinungen werden¹⁷. Ihre Sterblichkeit wird durch Dürreereignisse infolge von steigenden Temperaturen und veränderten Niederschlagsmustern erhöht¹⁸. Zudem wird die Anfälligkeit von Eichen für das Wachstum pathogener Pilze sowie für den Befall mit rinden- und holzbrütenden Insekten, insbesondere mit



Abb. 2:
Standorte der 24 untersuchten Versuchsflächen des Projekts BucheAkut (•). Deutschlandkarte mit den beige unterlegten Trägerländern der NW-FVA. Schadstufen hinsichtlich Buchenvitalitätsschwäche:
grün = ungeschädigt
blau = leicht geschädigt
orange = wirtschaftlich fühlbar und
rot = bestandesbedrohend
© GeoBasis-DE / BKG 2023 für die Grenzen Deutschlands und der Bundesländer

Prachtkäfern verstärkt^{19, 20}. Europaweit und auch in Deutschland werden schon seit Mitte der 1980er Jahre einschneidende Absterbeerscheinungen bei Eichen festgestellt^{21, 22}. In Deutschland sind Beschreibungen zu Eichensterben und Kronenreduktion aus dem 18. Jahrhundert bekannt (Hausendorf (1940) und Krahl-Urban (1944) zitiert in^{23, 24}). Der Schadverlauf dieser oft komplex verursachten Absterbeerscheinungen war meist mit Schleimflussflecken, Befall mit Rinden- und Holzfäulepilzen und/oder verstärktem Befall mit Prachtkäfern assoziiert. Als auslösende Ursachen konnten verschiedene abiotische Faktoren, wie z. B. Frostereignisse²⁴ oder biotische Faktoren, wie z. B. wiederholter Kahlfraß durch die Eichenfraßgesellschaft (u.a. *Erannis defoliaria*, *Lymantria dispar*, *Operophtera brumata*, *Thaumetopoea processionea* und *Tortrix viridana*)²⁴⁻²⁷ identifiziert werden.

Seit den 2000er Jahren traten in Europa und auch in Deutschland sehr heiße (2003, 2023) und extrem trockene Jahre häufig in Folge (2018–2020, 2022) auf. Regional kam es in Deutschland zudem zu Kahlfraß von Eichen nach Massenvermehrungen blattfressender Schmetterlingsraupen des Schwammspinners (*Lymantria dispar*) oder der Frostspanner (*E. defoliaria* und *O. brumata*). Die von den betroffenen Eichen im gleichen Jahr ausgebildeten Regenerationstrieb wurden zudem von Mehltaupilzen (*Erysiphe spp.*) befallen und geschädigt²⁸. Insbesondere durch Dürre extremgeschwächte Eichen waren ein ideales Habitat zur starken Fortpflanzung des Zweipunkt Eichenprachtkäfers (*Agrilus biguttatus*). Dies führte neben dem Befall von erkennbar geschwächten und vorgeschädigten Bäumen vermehrt auch zu einem Übergang der Käfer auf augenscheinlich vital erscheinende Eichen und deren Absterben²⁸. Der Befall mit Prachtkäfern stellt einen entscheidenden Mortalitätsfaktor im Schadgeschehen des Eichensterbens (Eichen-Vitalitätsschwäche und Akutes Eichensterben (Acute Oak Decline, AOD)) dar.

Eichen-Vitalitätsschwäche

Unter Eichen-Vitalitätsschwäche (Abb. 3) verstehen wir analog zur Buchen-Vitalitätsschwäche eine deutliche Reduktion der Eichenvitalität, ausgelöst durch eine Häufung von Witterungsextremen, insbesondere Trockenheit und Hitze. Sie ist assoziiert mit sekundären Schadfaktoren wie Rinden- und Holzfäulepilzen, Prachtkäfern sowie teilweise Kernholz besiedelnden Käfern. Infolge der Dürre und Trockenjahre seit 2018 waren Eichen regional Trockenstress ausgesetzt, der zu einer Devitalisierung führte. Dadurch konnten latente Pathogene wie Rindenpilze in ihre parasitäre Phase übergehen und zu Rindennekrosen und Schleimflussflecken (Abb. 3b) führen. Erstmals für Deutschland wiesen wir so zum Beispiel in 2019 *Diplodia corticola* (Abb. 3d) in absterbenden Eichenbeständen Sachsen-Anhalts¹⁶ und Hessens nach (Abb. 3). Meist waren diese Schadensfälle auch mit dem Befall durch Prachtkäfer assoziiert, die oft letztlich zum Absterben betroffener Eichen führten.

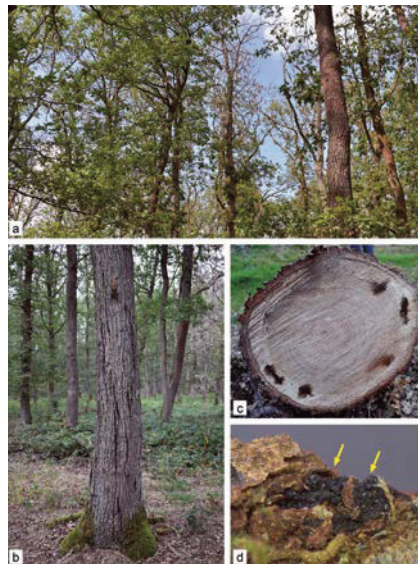


Abb. 3:
Eichen-Vitalitätsschwäche in einem hessischen Eichenbestand bei Fronhausen unter Beteiligung von Rindenpilzen, Prachtkäfern (*Agrilus sp.*), Eichenkernkäfern (*Platypus cylindrus*) und Eichenprozessionsspinnern (*Thaumetopoea processionea*); a) betroffener Bestand im Jahr 2019 b) betroffener Einzelbaum mit Schleimflussflecken c) dunkle Holzverfärbungen im Bereich des Befalls mit *Diplodia corticola* d) Fruchtkörper von *D. corticola* am Stamm

Akutes Eichensterben (AOD)

AOD ist eine Erkrankung bei verschiedenen Eichenarten (u.a. *Quercus robur*, *Q. rubra* und *Q. petraea*), die soweit bekannt mit Stammnekrosen, Rindenrissen und Schleimfluss, Befall mit Eichenprachtkäfern sowie Bakterien aus der Familie der *Enterobacteriaceae* (Darmbakterien) assoziiert ist und zum Absterben der betroffenen Bäume führen kann²⁹. Das polybakterielle Syndrom AOD wurde erstmals 2008 in Großbritannien bewusst beobachtet³⁰. Es wird jedoch vermutet, dass AOD vermutlich schon in den 1920er Jahren erstmals auftrat^{29,31}. Die am häufigsten aus dem symptomatischen Gewebe isolierten und mit der Läsionsbildung bei betroffenen Eichen in Verbindung gebrachten Bakterienarten waren *Brenneria*

goodwinii, gefolgt von *Gibbsiella quercinecans* und *Rahnella victoriana*^{32,33}. Obwohl angenommen wird, dass Prachtkäfer die Bakterien übertragen können, ist der Verbreitungsweg der Bakterien noch nicht abschließend geklärt, da die oben genannten Bakterien auch unabhängig von der Eiche in der Umwelt nachgewiesen wurden³⁴. In Großbritannien sind AOD und *B. goodwinii* weit verbreitet. Mittlerweile wurden *B. goodwinii* und andere mit AOD assoziierte Bakterien auch auf dem europäischen Festland bei Eichen mit typischen AOD-Symptomen festgestellt. *Brenneria goodwinii* wurde in Deutschland in mehreren Bundesländern nachgewiesen. Aktuell ist die Verbreitung von *B. goodwinii* in Deutschland nicht bekannt und es ist auch nicht geklärt, ob das Bakterium in Deutschland bzw. Europa heimisch ist²⁹. Aufgrund der erwarteten weiten Verbreitung des Schadorganismus wird *B. goodwinii* nicht mehr als potentieller Quarantäneschadorganismus der Europäischen Union eingestuft. Die Expressrisikoanalyse für *B. goodwinii* des Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit vom 24.09.2024, empfiehlt allerdings, soweit möglich und sinnvoll, befallene Eichen zu vernichten, da das Bakterium erhebliche Schäden verursachen kann²⁹. Diese aktualisierte Express-PRA zu *Brenneria* kann heruntergeladen werden unter: https://pflanzengesundheit.julius-kuehn.de/dokumente/upload/Brenneria_goodwinii_expressPRA.pdf



Im Auftrag des JKI führt nun die NW-FVA eine Untersuchung zum Vorkommen von AOD und den assoziierten Bakterien in Deutschland durch. Daher bitten wir Verdachtsfälle zu melden: mykologie@nw-fva.de



Proben von Eichen mit Schleimfluss aus Waldbeständen in Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein bitte an folgende Adresse einsenden:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt,

Abteilung Waldschutz,
SG Mykologie und Komplexerkrankungen,
Grätzelstr. 2, 37079 Göttingen

Weitere Informationen zu AOD im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA finden sich in unserer Waldschutzinfo Nr. 2024-04 »Eichensterben: Erstmals Beteiligung von Bakterien an betroffenen Eichen in Sachsen-Anhalt und Niedersachsen nachgewiesen«^[37]. Eine genaue Anleitung zur Probenahme bei AOD-Verdacht kann herunter geladen werden unter:

https://www.nw-fva.de/fileadmin/nwfvva/abt/b/pdf/Handlungsanweisung_zur_Beprobung.pdf



Erste Nachweise für das polybakterielle Syndrom AOD bzw. mit dieser Erkrankung assoziierte typische Bakterien in Proben, die uns zur Untersuchung gesandt wurden, sind in Abb. 5 dargestellt. Der Nachweis erfolgte mit quantitativer PCR bei Bohrmehl-, Holz-, oder Schleimflussproben von verdächtigen Eichen nach der Methode von Crampton et al. 2020⁴⁴.



Abb. 4:
Akutes Eichensterben,
a) betroffener Stieleichenbestand in Sachsen-Anhalt,
b) mit *Brenneria goodwinii* assoziierte Schleimflussflecken bei Stieleiche,
c-d) Symptome bei einer Roteiche, die *B. goodwinii* assoziiert war

Danksagung

Ganz herzlichen Dank an alle Projektmitarbeitenden an der NW-FVA, an unsere Projektpartner sowie an die unterstützenden Forstbetriebe und Waldbesitzenden.

BucheAkut und TroWaK sind den Bundesministerien für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) sowie der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) zu Dank verpflichtet, da die Forschung im Rahmen des Waldklimafonds gefördert wurde (BucheAkut TV2, Förderkennzeichen: 2220WK10B1 und TroWaK TV4, Förderkennzeichen: 2220WK92D4). Wir danken auch dem Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, für die Förderung des Projekts VitaWald durch die Maßnahme: »Forschung zur Anpassung klimaresilienter Wälder« im Rahmen des Maßnahmenpakets Stadt. Land.ZUKUNFT.



Abb. 5:
Herkunft der untersuchten Eichenproben mit Verdacht auf AOD bzw. Befall mit *Brenneria goodwinii* oder anderer typischer AOD-assoziierter Bakterien. Deutschlandkarte mit den beige unterlegten Trägerländern der NW-FVA; schwarz = Nachweis von AOD mit *Brenneria goodwinii*; lila = Nachweis von AOD ohne bisherigen Nachweis von *B. goodwinii* aber Nachweis von anderen typischen AOD-assoziierter Bakterien; weiss = bisher kein Nachweis AOD-assoziierter Bakterien

Literaturhinweis

Die Textquellen sind online zu finden auf der Seite der NW FVA:
https://www.nw-fva.de/fileadmin/nwfvva/publikationen/pdf/Langer_2024_4_Dialog_Referenzliste.pdf



Forschung zu Schäden an Rotbuchen und Eichen in den Projekten BucheAkut, TroWaK und VitaWald

Gitta J. Langer, Jan-Sören Tropf, Johanna Bußkamp und Steffen Bien

Sachgebiet Mykologie und Komplexerkrankungen, Abteilung Waldschutz, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen

Korrespondenzadresse: Dr. Gitta Langer, Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, 0551 69401 129, gitta.langer@nw-fva.de/ <https://www.nw-fva.de/> <https://orcid.org/0000-0002-9575-0423>

Erschienen 2024: ImDialog 20(4): 8–11

Quellen

1. Hartmann H, Bastos A, Das AJ, et al (2022) Climate Change Risks to Global Forest Health: Emergence of Unexpected Events of Elevated Tree Mortality Worldwide. *Annual Review of Plant Biology* 73:673–702. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-102820-012804>
2. Schuldt B, Buras A, Arend M, et al (2020) A first assessment of the impact of the extreme 2018 summer drought on Central European forests. *Basic and Applied Ecology* 45:86–103. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.04.003>
3. Allen CD, Macalady AK, Chenchouni H, et al (2010) A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259:660–684. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
4. Klesse S, Peters RL, Alfaro-Sánchez R, et al (2024) No Future Growth Enhancement Expected at the Northern Edge for European Beech due to Continued Water Limitation. *Glob Chang Biol* 30:e17546. <https://doi.org/10.1111/gcb.17546>
5. Choat B, Brodribb TJ, Brodersen CR, et al (2018) Triggers of tree mortality under drought. *Nature* 558:531–539
6. Eichhorn J, Johannes Suttmöller, Scheler B, et al (2020) Extreme Witterung der Jahre 2018 und 2019 in Nordwestdeutschl. *AFZ - Der Wald* 75:26–30
7. Eichhorn J, Dammann I, Suttmöller J, et al (2020) Auswirkungen der Trockenheit auf die Wälder Nordwestdeutschlands. *AFZ Der Wald* 17:17–21
8. Arend M, Link RM, Zahnd C, et al (2022) Lack of hydraulic recovery as a cause of post-drought foliage reduction and canopy decline in European beech. *New Phytologist* 234:1195–1205. <https://doi.org/10.1111/nph.18065>
9. Tropf J, Gawehn P, Langer G (2022) Buchenkalamitäten im Klimawandel - Ursachen, Folgen, Maßnahmen. *ImDialog* 3/2022:34–35
10. Langer GJ (2019) Komplexe Erkrankungen bei älteren Rotbuchen. *AFZ - Der Wald* 32–35
11. Langer GJ, Bußkamp J, Langer EJ (2020) Absterbeerscheinungen bei Rotbuche durch Wärme und Trockenheit. *AFZ - Der Wald* 4/2020:24–27
12. Wenning A, Hentschel R (2021) Der Vitalitätszustand der Rot-Buche in Brandenburg. In: *Zustand und Entwicklung der Rot-Buche in den Wäldern Brandenburgs unter den Bedingungen des Klimawandels*, 1st ed. Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbH, Potsdam, pp 14–25
13. Klemmt H-J, Eusemann P, Grüner J, et al (2023) Die Zukunft der Rotbuche in Mitteleuropa. *AFZ - DerWald* 12–16

14. Schißlbauer J, Bork K, Muser M, et al (2022) Waldschutzfragen und Aktuelles zur Vitalität der Buche in Bayern. LWF Wissen 86:45–56
15. Langer GJ, Bußkamp J (2023) Vitality loss of beech: a serious threat to *Fagus sylvatica* in Germany in the context of global warming. J Plant Dis Prot 130:1101–1115. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00743-7>
16. NW-FVA (2019) Waldschutzinfo Nr. 09 / 2019 Zunahme von Schäden an Laubbaumarten vom 03.09.2019
17. Petritan AM, Petritan IC, Hevia A, et al (2021) Climate warming predispose sessile oak forests to drought-induced tree mortality regardless of management legacies. Forest Ecology and Management 491:119097. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119097>
18. Wood JD, Knapp BO, Muzika R-M, et al (2018) The importance of drought–pathogen interactions in driving oak mortality events in the Ozark Border Region. Environ Res Lett 13:015004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa94fa>
19. Tiberi R, Branco M, Bracalini M, et al (2016) Cork oak pests: a review of insect damage and management. Annals of Forest Science 73:219–232. <https://doi.org/10.1007/s13595-015-0534-1>
20. Haavik L, Billings S, Guldin J, Stephen F (2015) Emergent insects, pathogens and drought shape changing patterns in oak decline in North America and Europe. Forest Ecology and Management in press: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.019>
21. Kowsari M, Karimi E (2023) A review on oak decline: The global situation, causative factors, and new research approaches. Forest Systems 32:eR01–eR01. <https://doi.org/10.5424/fs/2023323-20265>
22. Thomas F (2008) Recent advances in cause-effect research on oak decline in Europe. CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources 3:. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20083037>
23. Kätzel R, Löffler S, Möller K, et al (2006) Das Eichensterben als Komplexkrankheit. In: Aktuelle Ergebnisse und Fragen zur Situation der Eiche und ihrer Bewirtschaftung in Brandenburg, 1500th ed. Hendrik Bäßler Verlag, Berlin, pp 94–100
24. Hartmann G, Blank R (1992) Winterfrost, Kahlfraß und Prachtkäferbefall als Faktoren im Ursachenkomplex des Eichensterbens in Norddeutschland. Forst und Holz 47:443–452
25. Hartmann G, Blank R (1998) Aktuelles Eichensterben in Niedersachsen – Ursachen und Gegenmaßnahmen. Forst und Holz 53:187–193
26. Oszako T, Delatour C (2000) Recent advances on oak health in Europe. Forest Research Institute of University of Minnesota
27. Sonesson K, Drobyshev I (2010) Recent advances on oak decline in southern Sweden. Ecological Bulletins 53:197–207
28. Lobinger G, Burkhardt K, Delb H, et al (2024) Eichenprachtkäfer und Eichensterben. AFZ - Der Wald //2024:38–41
29. JKI (2024) PRA - Express-PRA1 for *Brenneria goodwinii*
30. Denman S, Brady C, Kirk S, et al (2012) *Brenneria goodwinii* sp. nov., associated with acute oak decline in the UK. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 62:2451–2456. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.037879-0>
31. Denman S, Webber J (2009) Oak declines - New definitions and new episodes in Britain (2009). QUARTERLY JOURNAL OF FORESTRY 285–290

32. Brady C, Orsi M, Doonan JM, et al (2022) *Brenneria goodwinii* growth in vitro is improved by competitive interactions with other bacterial species associated with Acute Oak Decline. *Curr Res Microb Sci* 3:100102. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100102>
33. Brady C, Arnold D, McDonald J, Denman S (2017) Taxonomy and identification of bacteria associated with acute oak decline. *World J Microbiol Biotechnol* 33:143. <https://doi.org/10.1007/s11274-017-2296-4>
34. Dennert F, Beenken L, Dubach V, et al (2023) Akutes Eichensterben AOD. Factsheet Waldschutz Schweiz
35. LFL (2022) Jahresbericht 2022 – Bakteriologie. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut Pflanzenschutz
36. Wenzel A, Thiel J, Stürtz M (2024) Waldschutzsituation 2023 in Thüringen. *AFZ - Der Wald* 9/2024:30–33
37. NW-FVA (2024) Waldschutzinfo Nr. 2024-04 Eichensterben: Erstmals Beteiligung von Bakterien an betroffenen Eichen in Sachsen-Anhalt und Niedersachsen nachgewiesen. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldschutz, Göttingen
38. Ruffner B, Schneider S, Meyer JB, et al (2020) First report of acute oak decline disease of native and non-native oaks in Switzerland. *New Disease Reports* 41:18. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.041.018>
39. EPPO (2018) First Report of *Brenneria goodwinii*, *Gibbsiella quercinacans* and *Rahnella victoriana* in Switzerland. Eppo Reporting Service no. 05-2018, Num. article: 2018/104. In: EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6298>. Accessed 7 Nov 2024
40. EPPO (2018) First report of *Brenneria goodwinii* and *Gibbsiella quercinecans* in Latvia. EPPO Reporting Service no. 06 – 2018, Num. article: 2018/126. In: EPPO Global Database. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6320>. Accessed 7 Nov 2024
41. González A, Ara M (2019) *Brenneria goodwinii* and *Gibbsiella quercinecans* isolated from weeping cankers on *Quercus robur* L. in Spain. *European Journal of Plant Pathology* 156:1–5. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01891-z>
42. Tkaczyk M, Celma L, Rungis D, Bokuma G (2021) First report of *Brenneria goodwinii* and *Gibbsiella quercinecans* bacteria, detected on weaken oak trees in Poland. *BALTIC FORESTRY* 27:. <https://doi.org/10.46490/BF563>
43. Eichenlaub L, Denman S, Brady C, et al (2024) First report of *Brenneria goodwinii*, *Gibbsiella quercinecans* and *Rahnella victoriana* in declining oaks in France. *New Disease Reports* 49:. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12264>
44. Crampton BG, Plummer SJ, Kaczmarek M, et al (2020) A multiplex real-time PCR assay enables simultaneous rapid detection and quantification of bacteria associated with acute oak decline. *Plant Pathology* 69:1301–1310. <https://doi.org/10.1111/ppa.13203>