

Wurzelfäule als Konsequenz klimatischer und standörtlicher Einschränkungen der Roteiche

Thomas L. Cech, Michael Brenn, Katharina Schwanda

Kurzfassung | Die Roteiche (*Quercus rubra*) gehört zu den Baumarten, die aufgrund der Klimaänderungen als Ersatz für nicht mehr angepasste einheimische Arten im Fokus waldbaulicher Überlegungen stehen. Dass auch diese Baumart Ansprüche an standörtliche und klimatische Rahmenbedingungen stellt, soll der vorliegende Artikel an zwei Beispielen zeigen, in denen Roteichen durch den Wurzelfäule-Erreger *Gymnopus fusipes* (Spindeliger Rübling) in bestandesbedrohendem Ausmaß geschädigt wurden. Die Wahrscheinlichkeit einer Infektion und der Ausbreitung der Fäule wird, wie der Vergleich von Klima-, Boden-, und Zuwachsdaten zeigt, maßgeblich von den Faktoren Niederschlag sowie bestimmten Bodeneigenschaften gesteuert. Eine Kombination von Trockenstress, geringer Wasserspeicherkapazität und hohem Kalkgehalt in tieferen Bodenschichten fördert Infektionen durch den Spindeligen Rübling, denen im Laufe mehrerer Jahre große Teile des Wurzelsystems zum Opfer fallen.

Schlüsselworte | Roteiche, *Quercus rubra*, Spindeliger Rübling, *Gymnopus fusipes*, Klima- und Standortbedingungen, Wurzelfäule

Die Roteiche (*Quercus rubra*) wird in Regionen, in denen aufgrund der Klimaänderung das Überleben anderer Baumarten (Fichte, Rotbuche) in Frage steht, zunehmend als Ersatzbaumart angesehen und auch gepflanzt. Aufgrund ihrer hohen Wuchsleistung und einer Hiebsreife mit etwa 80 Jahren ist sie wirtschaftlich eine Alternative zu den heimischen Arten Trauben- und Stieleiche, wenngleich ihre Wertleistung auch hinter letzteren Baumarten etwas zurückbleibt (Klemmt et al. 2013). Roteichen sind in der Osthälfte der USA heimisch, wurden aber bereits vor 300 Jahren als Park- und Alleebäume und etwas später in größerem Umfang als Waldbäume in Europa eingeführt. In Österreich begann man erst um 1900 Roteichen in Niederösterreich und im Burgenland zu setzen. Mittlerweile ist die Baumart zwar recht weit verbreitet, aber in geringem Ausmaß vorhanden. Die Österreichische

Waldinventur weist insgesamt 50 Probe­flächen aus, auf denen Roteichen entweder in der Baumschicht, der Strauchschicht oder der Krautschicht vorkommen (Abbildung 1). Der größte Teil des Vorkommens liegt im Burgenland und in Niederösterreich und nur wenige Bestände finden sich in Oberösterreich, der Steiermark und in Kärnten (Abbildung 1). Roteichen bevorzugen frische bis mäßig trockene Böden (Ruhm 2013). Auf nährstoffarmen und bodensauren Standorten wachsen sie kräftiger als Stiel- oder Traubeneichen.

Probleme

Roteichen vertragen kalkreiche Standorte schlecht, besonders wenn diese skelettreich und wasserdurchlässig sind. An solchen Standorten kommt es nach Perioden außergewöhnlich starker Trockenheit zu Wurzelfäule und in der Folge zum Absterben (Timbal und Dewilder 1994,

Abstract

Root rot as a consequence of climate and stand limitations of northern red oak

The northern red oak (*Quercus rubra*) is one of the tree species that are in the focus of silvicultural considerations as a replacement for indigenous species no longer adapted due to climate change. Here we report two cases where northern red oaks were damaged to a threatening extent by the root rot pathogen *Gymnopus fusipes* (spindleshank mushroom) on two sites where the requirements of the tree species were not met. The comparison of climate, soil and increment data shows that the likelihood of infection and the spread of rot are largely controlled by the factors precipitation and certain soil properties. A combination of drought stress, low water storage capacity and high lime content in the deeper soil layers promotes infections by the spindleshank mushroom, to which large parts of the root system fall victim over the course of several years.

Keywords | Northern red oak, *Quercus rubra*, spindleshank mushroom, *Gymnopus fusipes*, climate and stand conditions, root rot

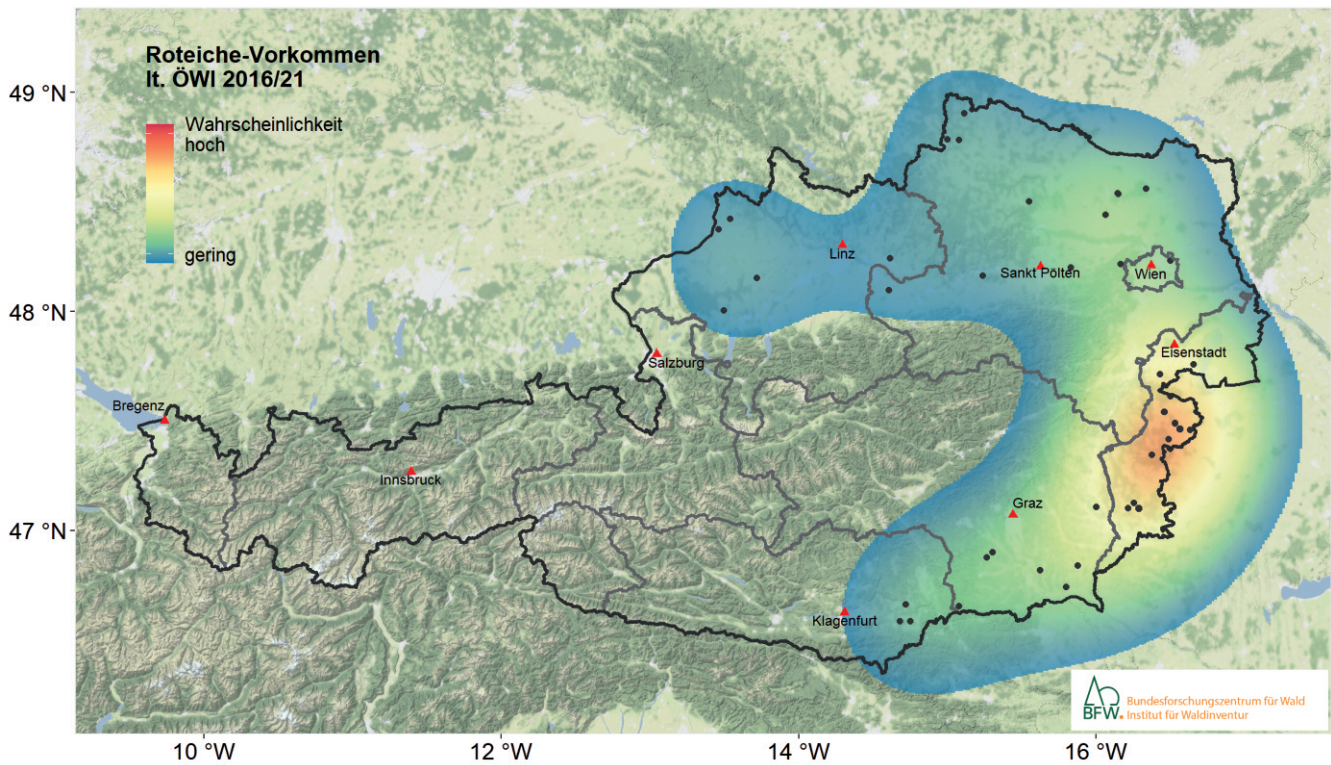


Abbildung 1: Vorkommen der Roteiche (*Quercus rubra*) in Österreich; Österreichische Waldinventur 2016–2021.

Figure 1: Occurrence of northern red oak (*Quercus rubra*) in Austria; Austrian Forest Inventory 2016–2021.

Metzler et al. 2010). An dieser Wurzelfäule sind oft mehrere Pilzarten beteiligt, von denen der Spindelige Rübbling (*Gymnopus fusipes*, früher *Collybia fusipes*) vielerorts die Hauptrolle spielt (Abbildung 2). Diese Pilzart tritt in Österreich an den einheimischen Eichenarten lokal durchaus häufig auf, die meisten Funde stammen aus dem pannonisch ge-

prägten Osten (Niederösterreich, Burgenland) sowie aus der südlichen Steiermark und aus Kärnten (Abbildung 3).

Bei Stieleichen ist der Spindelige Rübbling normalerweise nur schwach pathogen, er verursacht eine geringfügige, für den Baum nicht lebensbedrohende Wurzelfäule. Die Traubeneiche gilt als beinahe resistent.

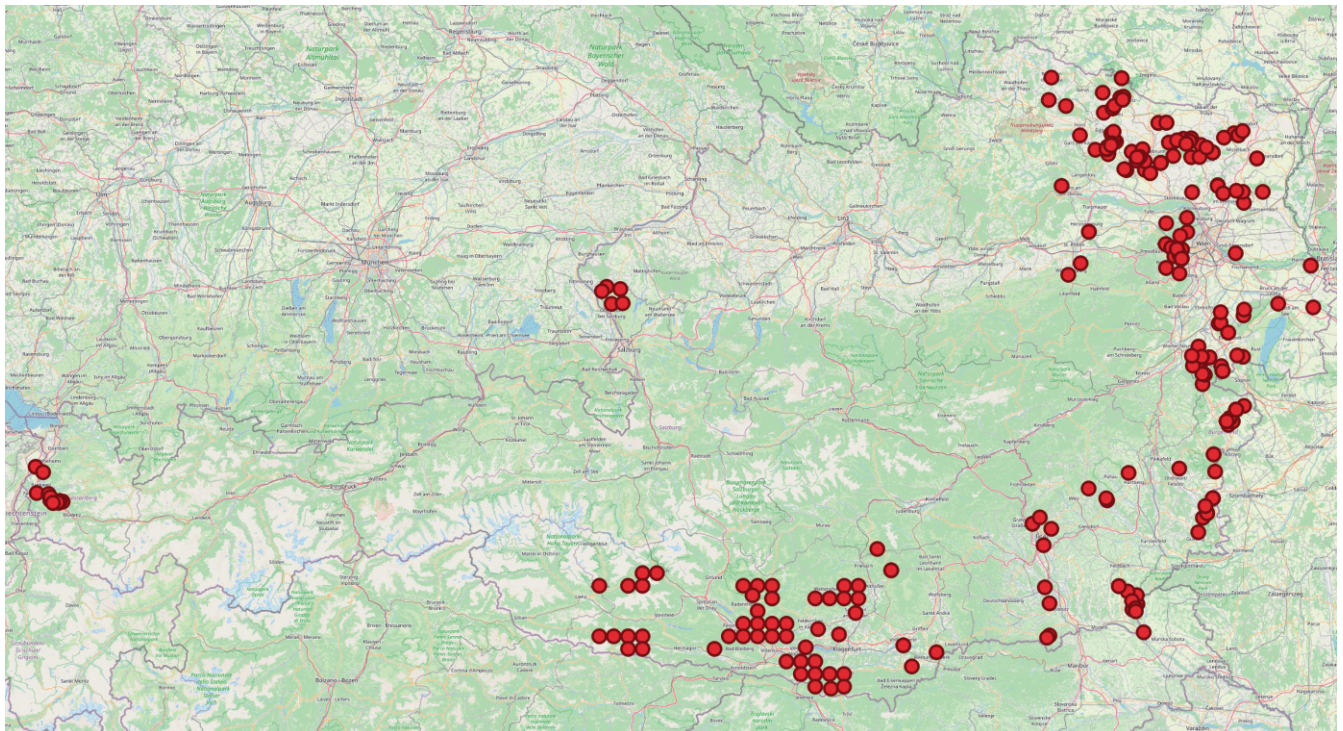
Abbildung 2: Spindeliger Rübbling (*Gymnopus fusipes*), Fruchtkörper am Fuß einer Roteiche.

Figure 2: Spindleshank mushroom (*Gymnopus fusipes*), fruiting body at the collar of a northern red oak.



Der Spindelige Rübbling (*Gymnopus fusipes*)

An oberirdischen Baumteilen der Roteichen werden Symptome des Befalls durch den Spindeligen Rübbling oft erst mehrere Jahre nach der Infektion im Wurzelsystem sichtbar. Entsprechend selten zeigt sich der Befall bereits im jungen Baumholzstadium, vorwiegend äußert er sich im Alter ab 50 Jahren in Form eines massiven Rückganges des Radialwachstums sowie in Aststerben und Kronenverlichtung. Wenn im Sommer Fruchtkörper des Spindeligen Rübblings in Gruppen um die Stammbasis befallener Eichen erscheinen, weist das auf eine bereits weit fortgeschrittene Wurzelfäule



hin. Die Fruchtkörper sind pilzförmig, zähfleischig und bestehen aus einem kreisförmigen, stumpf buckeligen, dunkelrotbraunen (fleischfarbenen) Hut von 40-80 mm Breite (Abbildung 2). Die Lamellen sind weißlich-grau bis fleischfarben und der Stiel ist oft abgeflacht, im unteren Teil spindelförmig verlängert und bis 200 mm lang.

Die Infektion erfolgt durch Kontakte zwischen befallenen und gesunden Wurzeln, wobei zuerst die Wurzelrinde und das Kambium absterben (Nekrosen). In der nekrotischen Rinde entwickelt sich ein kleinflächiges weißes Fächermyzel. Danach wächst das Pilzmyzel in den Holzkörper ein und verursacht eine ausgeprägte Weißfäule. Dies erfolgt charakteristischerweise zuerst an der Unterseite der Wurzeln. Die obere Wurzelhälfte bleibt noch längere Zeit intakt, womit deutlich wird, weshalb selbst bei fortgeschrittenem Befall des Wurzelsystems in der Krone keine Symptome sichtbar sind. Ein fortschreitender Befall führt zu einer teilweisen bis vollständigen Entwurzelung (Abbildung 4). Beim geworfenen Baum erkennt man die Fäule im Wurzelsystem

an der orangebraunen Verfärbung des Holzes an der Unterseite von Starkwurzeln, die charakteristisch für *Gymnopus fusipes* ist (Abbildung 5).

Aus dem niederösterreichischen Weinviertel wurden 2019 zwei Fälle gemeldet, wo Roteichenbestände vom Absterben betroffen waren (westliches Weinviertel, Raum Hollabrunn, und östliches Weinviertel, Raum Hohenau). In beiden Fällen wurde eine weit fortgeschrittene Wurzelfäule als Ursache konstatiert, was sich nicht zuletzt dadurch zeigte, dass bereits einige Bäume geworfen waren (Abbildungen 4 und 5). Im Laufe des Sommers 2019 traten auf beiden Flächen im Bereich absterbender sowie abgestorbener Roteichen Fruchtkörper des Spindeligen Rübblings auf. Aus diesem Grund wurden von beiden Flächen Bodenproben durch das Institut für Waldökologie und Boden (BFW) analysiert. Darüber hinaus wurden zwei Stammscheiben absterbender Roteichen dendrochronologisch am Institut für Waldwachstum, Waldbau und Genetik (BFW) untersucht sowie klimatische Parameter anhand von Daten der

Abbildung 3: Spindeliger Rübbling, Verbreitung in Österreich.

Quelle: Österreichische Mykologische Gesellschaft, 2021-laufend: Mykologische Datenbank. Bearbeitet von Krisai-Greilhuber, I., Friebe, G. (Fortsetzung von Dämon, W., Hausknecht, A., Krisai-Greilhuber, I.: Datenbank der Pilze Österreichs); <https://pilzdaten-austria.eu> [Zugriff: 10.01.2022].

Figure 3: Spindleshank mushroom, distribution in Austria;

source: Austrian Mycological Society, 2021-continued: Mycological Database. Edited by Krisai-Greilhuber, I., Friebe, G. (continuation of Dämon, W., Hausknecht, A., Krisai-Greilhuber, I. Database of Austrian Fungi); <https://pilzdaten-austria.eu> [access: 10.01.2022].

Abbildung 4: Entwurzelung einer Roteiche aufgrund von Befall durch den Spindeligen Rübling.

Figure 4: Uprooting of a northern red oak as a consequence of infection by the spindleshank mushroom.



Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) zur Beurteilung der Schadensprädisposition herangezogen. Im Folgenden werden die beiden Flächen im Hinblick auf standörtliche und klimatische Gegebenheiten sowie

den Radialzuwachs verglichen. Obwohl sich beide Standorte hinsichtlich ihrer Bodenkomposition und klimabedingter Einflüsse unterscheiden, erlauben die stichprobenartigen Analysen dennoch Schlüsse auf mögliche Waldschutzrisiken

Abbildung 5: Spindeliger Rübling, Roteiche mit Wurzelfäule. Das vertikale Wurzelsystem ist bereits fehlend, Faulstellen zeigen eine orangebraune Verfärbung (Pfeile).

Figure 5: Spindleshank mushroom, northern red oak with root rot. The vertical root system is already destroyed, rot with orange-brown discoloration (arrows).



im Falle eines verstärkten Anbaus der Roteiche in Österreich ohne sorgfältige Berücksichtigung standörtlicher und klimatischer Besonderheiten.

Standörtliche Einflüsse

Die beiden Roteichenbestände sind 75 resp. 60 Jahre alt und befinden sich im hügeligen Gelände auf 270 m bzw. 160 m Seehöhe. Während der westliche Bestand bei Hollabrunn ein Mischbestand mit verschiedenen Nadel- und Laubgehölzen ist, findet sich bei Hohenau ein Reinbestand. Beide sind von Ackerland umgeben. Der Bestand bei Hollabrunn stockt auf lehmigen Tonen und in tieferen Schichten auf lehmigen Schluffböden der Molassezone. Beim Bestand nahe Hohenau handelt es sich um sandige Lehmböden, in tieferen Schichten folgen Schotterhorizonte. Beim westlichen Bestand steigen in 70-100 cm Bodentiefe pH-Wert (pH CaCl₂) und Carbonatgehalt (CO₃) an, was auf eine Kalklinse

schließen lässt (Tabelle 1). Im Vergleich dazu fand sich im Bestand bei Hohenau kein Hinweis auf kalkhaltige Schichten im Unterboden (Tabelle 1). Allerdings können solche nicht gänzlich ausgeschlossen werden, zumal in landwirtschaftlichen Böden der unmittelbaren Umgebung ab etwa 90 cm Bodentiefe gelegentlich lokale Kalkschichten die dort vorherrschenden Kiese oder Schotter überlagern (digitale Bodenkarte eBod, BFW, <https://bodenkarte.at/#/center/13.3458,47.7132>).

Wie die Tabelle 1 zeigt, ist der Sandanteil in Hohenau deutlich höher als in Hollabrunn, man kann somit von einer geringen Wasserspeicherkapazität in Hohenau im Vergleich zur Hollabrunner Fläche ausgehen. Böden mit hohen Sandanteilen gehören ebenfalls wie kalkreiche Böden zu den entscheidenden Voraussetzungen für Befall durch *Gymnopus fusipes* (Camy et al. 2003).

Hollabrunn						
[cm]	[g.kg ⁻¹]		Korngrößen %			
Bodentiefe	pH CaCl ₂	CO ₃	Sand	Schluff	Ton	
30 - 40	4,60	< 4	24,9	47,1	28,0	lehmiger Ton
40 - 50	4,62	< 4	26,6	50,3	23,1	lehmiger Sand
50 - 60	4,77	< 4	17,9	47,9	34,2	lehmiger Ton
60 - 70	4,55	< 4	22,6	47,2	30,2	lehmiger Ton
70 - 80	5,58	< 4	16,2	51,6	32,2	toniger Schluff
80 - 90	6,86	169	13,1	63,7	23,2	lehmiger Schluff
90 - 100	7,24	290	18,1	61,1	20,8	lehmiger Schluff

Hohenau						
[cm]	[g.kg ⁻¹]		Korngrößen %			
Bodentiefe	pH CaCl ₂	CO ₃	Sand	Schluff	Ton	
30 - 40	4,76	< 4	57,9	27,1	15,0	sandiger Lehm
40 - 50	5,91	< 4	59,9	24,2	15,9	sandiger Lehm
50 - 60	5,20	< 4	64,7	20,8	14,5	sandiger Lehm
60 - 70	5,35	< 4	76,0	12,5	11,5	sandiger Lehm
70 - 80	5,23	< 4	80,7	10,0	9,3	sandiger Lehm
80 - 90	5,27	< 4	76,9	13,9	9,2	sandiger Lehm
90 - 100	5,01	< 4	80,2	13,6	6,2	sandiger Lehm

Tabelle 1: Bodenparameter der untersuchten Roteichenbestände (Daten: Institut für Waldökologie und Boden, BFW).

Table 1: Soil parameters of investigated northern red oak stands (data: Department for Forest Ecology and Soil, BFW).

soil depth (= Bodentiefe),
grain size (= Korngrößen),
sand (= Sand),
silt (= Schluff),
clay (= Ton),
loamy clay (= lehmiger Ton),
loamy sand (= lehmiger Sand),
clayey silt (= toniger Schluff),
loamy silt (= lehmiger Schluff),
sandy loam (= sandiger Lehm)

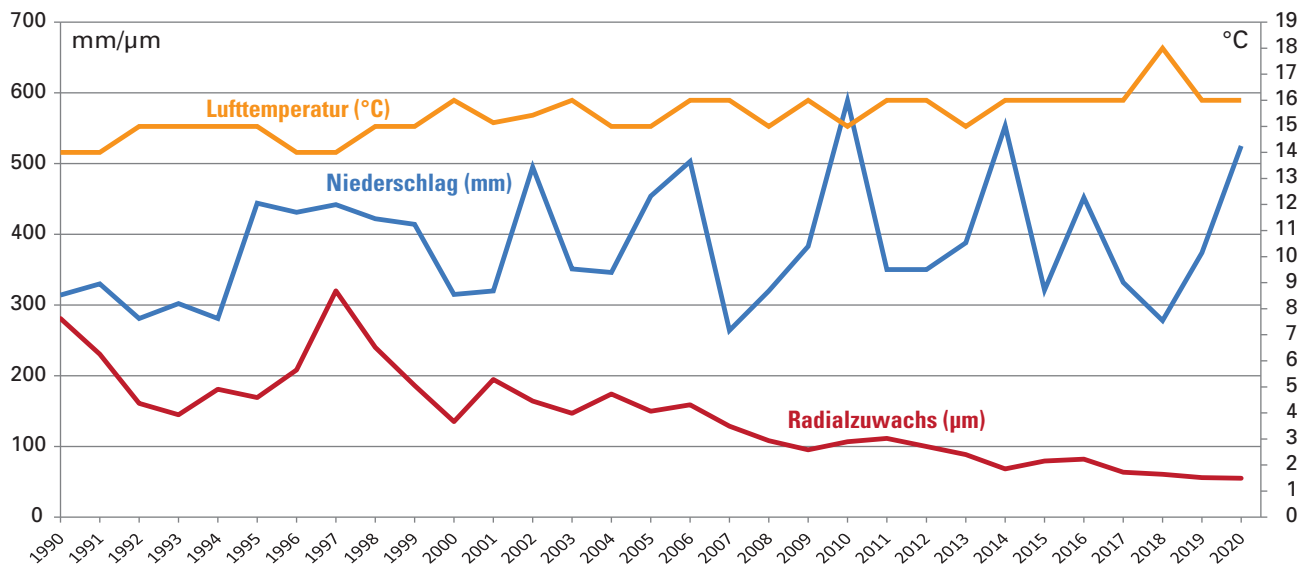


Abbildung 6: Bestand Hollabrunn: mittlere Lufttemperatur (°C) und Niederschlagssummen (mm) in der Vegetationsperiode (April-Oktober) der Klimastation Hollabrunn, ZAMG, und Radialzuwachs (µm); 1990-2020.

Figure 6: Stand Hollabrunn: mean air temperature (°C) and precipitation sum (mm) during the vegetation period (April-October) of the climate station Hollabrunn, ZAMG, and radial growth (µm); 1990-2020.

In diesem Zusammenhang ist auch ein Blick auf die Grundwassersituation interessant. In Hohenau ist die Absenkung des Grundwasserspiegels nach den 1980er Jahren auffällig. Im Bestand bei Hollabrunn ist ein vergleichbarer Trend nicht erkennbar (EHyd, Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT), <https://ehyd.gv.at/>).

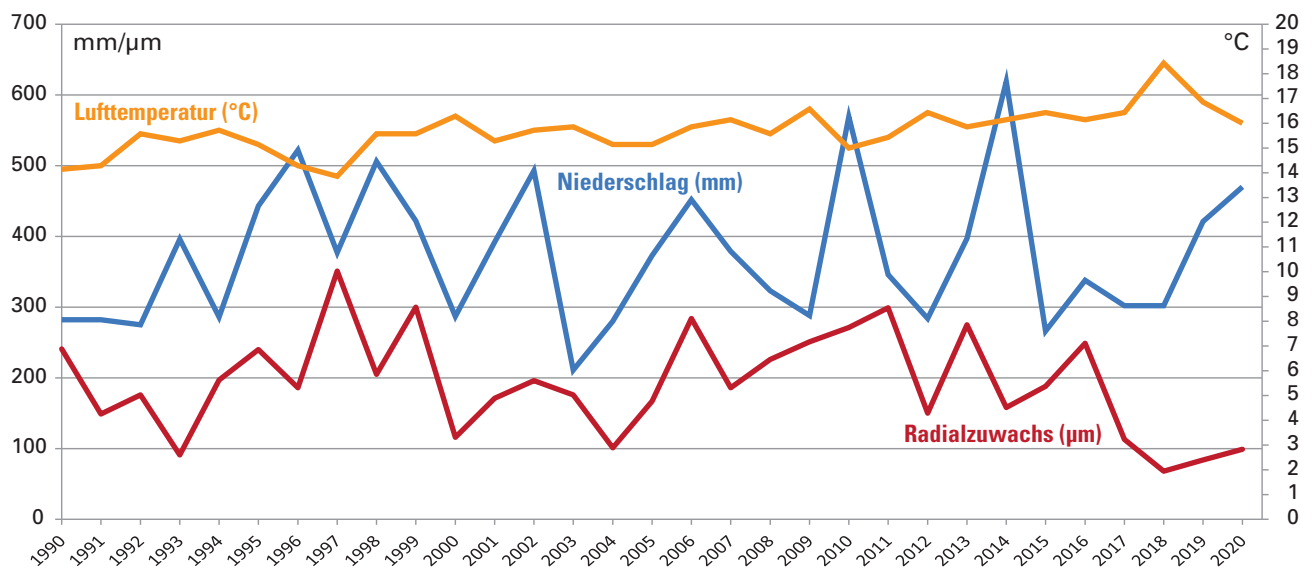
Klimatische Einflüsse

Klimatische Extreme, allen voran Niederschlagsdefizite, können Roteichenbestände stark stressen. Das für die Roteiche erforderliche Niederschlagsminimum liegt jährlich bei etwa 600 mm und in der Vegetationsperiode bei 300 mm (Dreßel und Jäger 2002, Nagel 2015). Noch geringere Jahresniederschlagsmengen von unter 500 mm werden toleriert, wobei dies allerdings von der Temperatur abhängt: Jahresmittelwerte von deutlich über 10 °C erfordern höhere Niederschlagsmengen (Nagel 2015). Im Folgenden wird der auf den beiden Flächen erfasste Radialzuwachs der Roteichen mit dem Niederschlags- und Temperaturverlauf in Beziehung gesetzt (Abbildungen 6 und 7).

In Hollabrunn ist dabei ein mehr oder minder kontinuierlicher Rückgang des Radialzuwachses ab 2002, besonders

aber ab 2007 festzustellen. Die geringen Niederschlagsmengen 2000, 2001, 2003 und 2004, vor allem aber 2007 – während der Vegetationszeit (April bis Oktober) wurde in diesem Jahr die geringste Niederschlagsmenge (264 mm) der gesamten Zeitreihe (1990-2020) verzeichnet – könnten für den Wachstumsrückgang ausschlaggebend gewesen sein, was vor allem in Kombination mit den höheren Durchschnittstemperaturen wahrscheinlich wird (Abbildung 6). Nach 2007 folgten mit 2011, 2012 und 2013 trockene Jahre und auch 2015, 2017 und 2018 kam es zu weiteren Einbrüchen der Niederschlagsmengen innerhalb der Vegetationsperiode (Abbildung 6).

In Hohenau lässt die Zuwachskurve in den vergangenen Jahrzehnten Einbrüche (2004, 2007, 2012 und 2014) und ab dem Jahr 2016 einen Abfall auf geringe Zuwächse erkennen (Abbildung 7). Die niedrigen Niederschlagssummen in den Jahren 2003-2005, 2008-2009, 2011-2012 und 2015-2018 lassen hier einen Zusammenhang vermuten. Dem gegenüber stehen stetig steigende Temperaturen mit dem Extremjahr 2018 (Abbildung 7). Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der kontinuierliche Temperaturanstieg seit 2006 und die mehreren aufeinanderfolgenden Trockenjahre seit



2003 den Zusammenbruch eingeleitet haben.

Schlussfolgerungen

Als limitierender Klimafaktor zeichnet sich eine Kombination von Wassermangel und zunehmender Sommerhitze ab. Dies dürfte im Vordergrund der Ursachen stehen, durch die Infektionen durch den Spindeligen Rübbling auf den untersuchten Flächen begünstigt wurden. Sollte die forstwirtschaftliche Bedeutung der Roteiche zunehmen und gleichzeitig die Praxis bei der Auswahl der Aufforstungsflächen standörtliche und klimatische

Parameter unberücksichtigt lassen, so ist zukünftig mit einer Zunahme von Wurzelfäule durch den Spindeligen Rübbling zu rechnen. Unter den Bodenfaktoren sollten vor allem Sandanteil, Schotteranteil im Unterboden und Kalkgehalt vor der Begründung bestimmt werden, damit Roteichenbestände die Hiebsreife erreichen können.



Abbildung 7: Bestand Hohenau: mittlere Lufttemperatur (°C) und Niederschlagssummen (mm) Vegetationsperiode (April-Oktober) der meteorologischen Station Hohenau, ZAMG, und Radialzuwachs (µm); 1990-2020.

Figure 7: Stand Hohenau: mean air temperature (°C) and precipitation sum (mm) during the vegetation period (April-October) of the observation station Hohenau, ZAMG, and radial growth (µm); 1990-2020.

Literatur

Camy, C., de Villebonne, D., Delatour, C., Marçais, B. 2003: Soil factors associated with infection by *Collybia fusipes* and decline of oaks. *Forest Pathology*, 33: 253-266.

Dreßel, R., Jäger, E.J. 2002: Beiträge zur Biologie der Gefäßpflanzen des herzynischen Raumes. 5. *Quercus rubra* L. (Roteiche): Lebensgeschichte und agriophytische Ausbreitung im Nationalpark Sächsische Schweiz. *Hercynia N. F.* 35: 37-64.

Klemmt, H.J., Neubert, M., Falk, W. 2013: Das Wachstum der Roteiche im Vergleich zu den einheimischen Eichen. *LWF aktuell* 97: 28-31.

Metzler, B., Halsdorf, M., Franke, D. 2010: Befallsbedingungen für Wurzelfäule bei Roteiche. *AFZ-Der Wald*, 65/3: 26-28.

Nagel, R.V. 2015: Roteiche (*Quercus rubra* L.). In: Vor, T., Spellmann, H., Bolte, A. et al. (eds) Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten. Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung. Univ.-Verl. Göttingen, Göttingen: 219-267.

Ruhm, W. 2013: Die Roteiche, wüchsig und attraktiv. *Die Landwirtschaft*, 5: 32-33.

Timbal, J., Dewilder, R. 1994: Sensibilité au calcaire. In: Timbal, J., Kremer, A., Le Goff, N., Nepveu, G. (eds.): *Le chêne rouge d'Amérique*. INRA, Paris: 98-100.

Thomas L. Cech, Katharina Schwanda, Bundesforschungszentrum für Wald, Institut für Waldschutz, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich, Tel.: +43-1-87838 1102, thomas.cech@bfw.gv.at Tel.: +43-664-4322706, katharina.schwanda@bfw.gv.at

Michael Brenn, Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Forstwirtschaft, Landhausplatz 1, 3109 St. Pölten, Österreich, Tel.: +43-2742-9005 13091, michael.brenn@noel.gv.at