

Komplexe Erkrankungen an Buche

Complex diseases in beech

Ulrich Bressen

Zusammenfassung

Die Rotbuche besiedelt unterschiedlichste Lebensräume, besitzt laut Lehrmeinung eine hohe Anpassungsfähigkeit an umweltbedingte Veränderungen, gilt als konkurrenzstark und dominant, aber auch als Beispiel für eine plastische Baumart im Klimawandel. Sie soll auch in Zukunft eine wichtige, zentrale Rolle in der Forstwirtschaft spielen.

Es stellt sich die Frage, ob diese Einschätzung angesichts der Klimaänderung und der teilweise bedenklichen Vitalitätsentwicklung der Buche in den letzten Jahren nicht doch zu optimistisch ist.

In letzter Zeit werden an Buche vermehrt unterschiedliche Erkrankungen beobachtet. Im ersten Teil dieses Beitrages werden (a) die Buchenkomplexerkrankung/Buchenrindennekrose, (b) *Phytophthora cambivora* an Buche und (c) die sogenannte Vitalitätsschwäche der Buche mit Prachtkäferbefall beschrieben. Näher eingegangen wird jeweils auf typische Symptome, die Umstände des Krankheitsauftretens, den Krankheitsverlauf und mögliche forstliche Gegenmaßnahmen.

Im zweiten Teil wird kurz über die Ergebnisse einer Umfrage zu den genannten Schäden im Zuständigkeitsgebiet der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein)

berichtet und es werden weitere in Nordwestdeutschland auftretende Schadbilder an Buche und die besonderen Rahmenbedingungen für deren Entstehung beschrieben. Nach einer abschließenden Wertung der Ergebnisse werden Empfehlungen für die Behandlung von Buchenbeständen aus Sicht des Waldschutzes gegeben.

Stichworte: Buche, Buchenkomplexerkrankung, *Phytophthora cambivora*, Buchen-vitalitätsschwäche, Klimaänderung

Abstract

Beech currently occupies very different habitats, and, according to expert opinion, is highly adaptable to environmentally induced changes, regarded as highly competitive and dominant, but also to have a very high adaptation potential in the changing climate. It is expected to play an important, central role in forest management in the future as well.

In view of the climate change, and the somewhat critical changes in beech vitality in recent years, the question, whether this estimation of beech is perhaps too optimistic, should be posed.

Recently, different diseases have been observed more frequently in beech. In the first part of this paper, (a) the beech bark disease, (b) *Phytophthora cambivora* in beech, and (c) the so-called reduced beech vitality accompanied by *Agrilus viridis* are described. The typical symptoms, conditions under which the diseases occur, disease development and possible forestry counter-measures are discussed in more detail.

In the second part, the results of a questionnaire about the above-mentioned damage conducted in the Northwest German Forest Research Station's areas of responsibility (Lower Saxony, Hesse, Saxony-Anhalt, Schleswig-Holstein) are reported in brief. In addition, the diseases found to affect beech in northwest Germany, and the particular conditions for their emergence are described. Finally, after an evaluation of the results, forest protection recommendations for the management of beech stands are made.

Keywords: beech, beech bark disease, *Phytophthora cambivora*, reduced beech vitality, climate change

1 Einleitung

Die Rotbuche besiedelt unterschiedlichste Lebensräume und besetzt diese dauerhaft (DFWR 2008). Sie hat eine breite genetische Basis und besitzt eine hohe Anpassungsfähigkeit an umweltbedingte Veränderungen. Sie gilt als ein Beispiel für pflanzliche Konkurrenzstärke (NIESAR 2007) und Dominanz im Bestand, aber auch als Beispiel für eine plastische Baumart im Klimawandel.

Viele Fachleute sind der Meinung, dass natürliche und naturnahe Buchenwälder für den Klimawandel gut gerüstet sind (KÖLLING 2006a). Die Buche soll auch in der Zukunft in vielen Bereichen eine wichtige, zentrale Rolle spielen.

Ist diese Einschätzung uneingeschränkt gerechtfertigt oder müsste sie angesichts der sich abzeichnenden klimabedingten Verschiebungen bei den Konkurrenzverhältnissen der Baumarten und der teilweise bedenklichen Vitalitätsentwicklung der Buche in der letzten Zeit nicht doch stärker relativiert werden?

In den letzten Jahren werden vermehrt unterschiedliche Erkrankungen und Schadbilder an Buche beobachtet. Im Rahmen dieses Beitrages sollen zunächst die wesentlichen Schadenstypen beschrieben und vorgestellt werden, nämlich die klassische Buchenkomplexerkrankung (Buchenrindennekrose), *Phytophthora cambivora* an Buche und die sogenannte Buchenvitalitätsschwäche.

Darüber hinaus soll erörtert werden, inwiefern bei solchen Schadbildern aus Sicht des Waldschutzes und Waldbaus steuernd eingegriffen werden kann bzw. muss, um ggf. größere Schäden zu verhindern.

Im Spätherbst 2007 wurde im Zuständigkeitsgebiet der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA; Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein) eine Umfrage zu entsprechenden Schäden an Buche durchgeführt. Die wichtigsten Ergebnisse sollen hier ebenfalls vorgestellt werden.

Am Schluss des Beitrages wird der Versuch unternommen, die Ergebnisse mit Blick auf den Klimawandel zu werten.

2 Beschreibung der drei wichtigsten Schadenstypen

2.1 Klassische Buchenkomplexerkrankung (Buchenrindennekrose)

Die Buchenkomplexerkrankung / Buchenrindennekrose ist seit vielen Jahrzehnten bekannt. Sie tritt meist in Erkrankungswellen auf, die mehrere Jahre anhalten. Die letzte große Buchensterbenswelle liegt über 40 Jahre zurück (NIESAR 2007).

Ab 1999/2000 ist die Erkrankung überregional und zeitgleich in höheren Lagen z. B. in Nordrhein-Westfalen (Sauerland) (EMSCHERMANN et al. 2001), Rheinland-Pfalz (EISENBARTH 2001) und angrenzenden EU-Ländern stark und teilweise mit flächigen Schäden aufgetreten. Seit 2002 wurde auch im Zuständig-

keitsbereich der NW-FVA lokal bis regional eine bedeutsame Zunahme der Erkrankung beobachtet.

2.1.1 *Typische Symptome der Buchenkomplexerkrankung*

- Vorausgehender Befall durch die Buchenwollschildlaus (*Cryptococcus fagisuga*; Massenvermehrung vor (!) dem eigentlichen Krankheitsbeginn; bewirkt Rindenverletzungen und Prädisposition).
- Langgestreckte, spindelförmige, oft mehrere Meter lange Rindennekrosen, meist auf der Schattenseite der Stämme (nördliche bis nordöstliche Richtungen), oft unterhalb des Kronenansatzes beginnend und nach unten fortschreitend, mit Schleimfluss.
- Die Rindennekrosen werden hervorgerufen durch rindenzerstörende Pilze, wie z. B. *Neonectria coccinea* (früher: *Nectria coccinea*). *Neonectria* ist gekennzeichnet durch winzige, nur stecknadelkopfgroße, rötliche, kugelförmige Fruchtkörper auf der Rinde (s. Abb. 1). Bei starker Fruchtkörperbildung können Befallsstellen rötlich schimmern.
- Im fortgeschrittenen Stadium an geschädigten Stellen am Stamm aufreißende / abblätternde Rinde und Bohrlöcher von Holzbrütern, z. B.: Nutzholzborkenkäfer (*Xyloterus domesticus*), Sägehörniger Werftkäfer (*Hylecoetus dermestoides*); dort Eindringen von Weißfäuleerregern mit Verlust der Holzfestigkeit und rascher Entwertung des Holzes, z. B. durch: Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*), Angebrannter Rauchporling (*Bjerkandera adusta*). Vereinzelt tritt auch der Rotrandige Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*) auf, der eine Braunfäule verursacht.
- Im Endstadium am Stamm: Pilzkonsolen (u. a. Zunderschwamm, Angebrannter Rauchporling). Pilzbefall in größerer Stammhöhe zeigt den Beginn der Zerfallsphase an.
- Stammbrüche oft in Form typischer flacher, waagerechter, relativ glatter Bruchstellen in 5-8 m Höhe (s. Abb. 2) Gelegentlich brechen Stämme auch bei noch grüner Krone.
- Auf der Schattenseite der Stämme: oft am Stammfuß beginnende und mehrere Meter hoch reichende, auffällige Rau-/Groborkigkeit. Stammfüße häufig recht stark mit Moos bewachsen.
- Zuweilen Befall durch holzentwertende Käfer (*Xyloterus domesticus*) auch an sonst äußerlich (noch) symptomlosen Buchen. (Zu den Symptomen insgesamt siehe z. B. auch: EISENBARTH 2001, EMSCHERMANN u. NIESAR 2001; PETERCORD 2006, AREND et al. 2006. Die schädigende Wirkung der Buchenwollschildlaus haben u. a. KUNKEL 1968, BRAUN 1976 u. 1977 sowie PETERCORD 1999 untersucht.)



Abbildung 1: Buchenkomplexerkrankung, links: Rindenschädigung hoch oben am Stamm; rechts: Schleimflussflecken und Fruchtkörper von *Neonectria coccinea*



Abbildung 2: Buchenkomplexerkrankung, links: abplatzende Rinde im mittleren Stammbereich, Weißfäule und bereits angedeuteter Stammbruch; rechts: typischer waagerechter Stammbruch

2.1.2 *Umstände des Auftretens / Krankheitsverlauf*

Untersuchungen in höheren Mittelgebirgslagen Nordrhein-Westfalens (NIESAR et al. 2007, NIESAR 2007) lassen den Schluss zu, dass hohe Niederschlagssummen und anhaltend hohe Feuchtigkeit in milden Wintern sowie vorheriger oder zeitgleicher Befall durch die Buchenwollschildlaus wesentliche Voraussetzungen für die Entstehung der Erkrankung sind. Die genannten Faktoren ermöglichen die Infektion des Baumes und das Wachstum des eigentlichen Krankheitsverursachers *Neonectria coccinea*.

Die Buchenwollschildlaus leitet den Krankheitskomplex ein. Sie verursacht kleinflächige Rindennekrosen, die im mittleren Stammbereich unter geschlossener Rinde zunächst unbemerkt bleiben. Durch diese Schädigungen des Rindengewebes wird Pilzbefall durch *Neonectria*-Arten möglich. Sind die winzigen, rötlichen Fruchtkörper des Pilzes zu beobachten, ist die Rinde in diesen Bereichen bereits abgestorben. Die Entwicklung der Rindennekrosen findet vor allem im Winterhalbjahr statt. Zu dieser Zeit sind die Abwehrmechanismen lebender Buchenrinde z. T. inaktiv (NIESAR et al. 2007, NIESAR 2007). Holzbrütende Käfer und Holzfäulepilze dringen an den Schadstellen ein, was zu Weißfäule und letztendlich Stammbrüchen führt.

Schadensschwerpunkte fanden sich in Rheinland-Pfalz, Luxemburg und Nordrhein-Westfalen bisher in höheren Lagen (meist ab etwa 400 m) und in über 120-jährigen Beständen (AREND et al. 2006, NIESAR 2007). AREND et al. (2006) belegen mit Hilfe von Jahrringanalysen, dass die Kambiumnekrosen der letzten Erkrankungswelle bereits Mitte der neunziger Jahre entstanden sind. Die Krankheit kam also bereits seit mehreren Jahren unerkannt in den Beständen vor.

Es wird ein Zusammenhang mit Unregelmäßigkeiten im Wasserhaushalt und den Folgen der Klimaänderung angenommen: Gute Entwicklungsbedingungen liegen für die Buchenwollschildlaus in wärmeren, trockenen Sommern und für den Pilz *Neonectria* in milden, feuchten Wintern vor (NIESAR 2007, PETERCORD 1999).

2.1.3 *Maßnahmen zur Schadensbegrenzung vor Ort*

In Risikobereichen der Buchenkomplexerkrankung (Höhenlagen der Mittelgebirge) sollten ältere Buchenbestände laufend auf Erkrankungssymptome überwacht werden.

Buchen mit flächig abgestorbener Rinde, mit Bohrmehlhäufchen und vor allem mit Pilzfruchtkörpern (z. B. Zunderschwamm) weisen bereits eine aggressive und fortgeschrittene Holzfäule auf. Sie brechen leicht.

Dem Ausbruch der Erkrankung kann kaum gezielt entgegengewirkt werden. Das Ausmaß der Folgeschäden lässt sich jedoch eindämmen, wenn die Erkrankung rechtzeitig erkannt wird. Nutzungen im Frühstadium können Wertverluste vermeiden. Der rechtzeitige Einschlag ist allerdings oft schwierig, da die Anfangs-

symptome kaum wahrgenommen werden und die Erkrankung scheinbar plötzlich in den Beständen auftritt (AREND et al. 2006).

Regelmäßige Durchforstungen können das Infektionsrisiko mindern, da sie die Luftbewegung in Beständen erhöhen. Dadurch trocknen schattseitige, feuchte Rindenpartien, die bevorzugt von Pilzen besiedelt werden, schneller ab und sind dann für (Rinden-)Pilze weniger attraktiv.

2.2 *Phytophthora cambivora* an Buche

Wurzel- und Wurzelhals-Erkrankungen der Buche durch den pilzähnlichen Krankheitserreger *Phytophthora cambivora* können örtlich/regional von Bedeutung sein. Die Krankheit tritt insbesondere auf basenreichen, lehmigen, sehr frischen bis stau- oder wechselfeuchten Standorten auf (HARTMANN 2007) und kann über einzelstamm- und gruppenweise Ausfälle bis zur Auflösung von Bestandesteilen führen.

Regenreiche Witterungsperioden mit zeitweise länger anhaltendem Wasserüberschuss verstärken die Erkrankung auf den genannten Standorten. Folgen auf Perioden mit Wasserüberschuss ausgeprägte Trockenphasen so begünstigt dies den Befall, ebenso wie milde Winter.

Auf sauren, sandigen und eher trockenen Böden fehlt die Erkrankung bisher weitgehend.

2.2.1 *Typische Symptome des Befalls durch Phytophthora cambivora*

- Schleimflussflecken am Stammfuß (s. Abb. 3, links), teilweise mit Rindenrissen; nach vorsichtigem Abschälen der Rinde sind typische, aus dem Wurzelbereich aufsteigende Nekrosen an Wurzelanläufen und am Stammfuß sichtbar (s. Abb. 3, Mitte und rechts).
- Vergilbtes, schütteres Laub in der Oberkrone als Frühsymptom (aber: zunächst unspezifisch, Verwechslung mit anderen Schadursachen möglich!).
- Langsames Zurücksterben der Krone, Totäste, Ablösen der Rinde an Kronenästen und am oberen Stamm.
- Begleitender Befall durch rinden- und holzbrütende Käfer.
- Zuweilen sekundäres Hineinwachsen/Überwachsen der *Phytophthora*-Stammfußnekrosen z. B. vom Hallimasch, auch der Brandkrustenpilz ist oft beteiligt.

2.2.2 *Umstände des Auftretens / Krankheitsverlauf*

Phytophthora cambivora kann als aggressiver Parasit im Oberboden der genannten Standorte vorkommen und verbreitet sich vor allem durch im Bodenwasser frei bewegliche Zoosporen. Risikostandorte sind flache, schattseitige Unterhänge.

Der Pilz befällt Fein- und Schwachwurzeln und bringt diese zum Absterben. Aus dem Wurzelbereich kommend steigt *Phytophthora* bis zu 2 Meter am Stamm hinauf (in Einzelfällen auch höher) und verursacht große zungenförmige, nach oben hin auslaufende Rindennekrosen mit dunklen Schleimflussflecken.

Sichtbare Schäden am Baum treten erst auf, wenn größere Teile der oberflächennahen Wurzeln infiziert sind. Letzte Sicherheit hinsichtlich des Befalls gibt nur der Nachweis des Erregers im Labor.

Das Absterben des Baumes erfolgt i. d. R. erst nach mehrjährigem Kränkeln, dann sind auch zunehmend Sekundärschädiger zu beobachten. Die fortgeschrittene Wurzelfäule hat neben Absterbeerscheinungen und einer Holzentwertung auch oftmals Windwurf zur Folge. *Phytophthora*-Wurzelhalsnekrosen können ebenfalls an Jungbuchen auftreten und zum Absterben der Pflanzen führen. Neben der Buche ist auch der Bergahorn anfällig. Andere Edellaubhölzer (z. B. Esche) scheinen weitgehend resistent zu sein.



Abbildung 3: Links: Schleimflussflecken am Stammfuß durch *Phytophthora cambivora*; Mitte und rechts: freigelegte Nekrosen am Stammfuß

2.2.3 Maßnahmen zur Schadensbegrenzung vor Ort

Stärker befallene Buchen sollten rechtzeitig, d. h. vor der Entwertung durch Sekundärschädiger (z. B. Sägehörniger Werftkäfer (*Hylecoetus dermestoides*) und/oder Laubnutzholzborkenkäfer (*Xyloterus domesticus*)), entnommen werden. Die Holzentwertung schreitet nicht so schnell voran wie bei der Buchenkomplexerkrankung. Sie betrifft zunächst vor allem den Stammfußbereich. Rechtzeitiger Einschlag rettet somit große Teile des wertvollen Stammholzes.

Hat der Erkrankungsprozess auf einer Fläche erst einmal begonnen, kann er durch waldbauliche oder auch Forstschutz-Maßnahmen kurzfristig nicht mehr gestoppt werden. Da der Pilz im Boden nicht bekämpft werden kann, bleibt bei der Verjüngung der betroffenen Bestände letztlich nur der Baumartenwechsel. Edellaubhölzer (außer Bergahorn), sofern sie standörtlich in Frage kommen, sind deutlich weniger anfällig. Keinesfalls sollte auf infizierten Standorten wieder auf Buche gesetzt werden, weder aus Naturverjüngung noch aus Pflanzung.

2.3 Buchenvitalitätsschwäche (mit Buchenprachtkäfer)

Von der Vitalitätsschwäche sind insbesondere stärker aufgelichtete mittelalte und alte Buchen-Bestandesteile, mehr oder minder frei stehende Altbuchen und Buchen an sonnenexponierten Rändern betroffen. Buchen in flachgründigen und in wechselfeuchten Standortsbereichen mit ggf. Extremsituationen hinsichtlich der Wasserversorgung (insbes. starke Austrocknung) scheinen besonders gefährdet zu sein.

2.3.1 *Typische Symptome der Buchenvitalitätsschwäche*

- Schütterte Belaubung, Kleinblättrigkeit, vorzeitiger Laubfall aus der Lichtkrone.
- Verlust des Feinreisigs in der Oberkrone, Absterbeerscheinungen (Totäste), Zopftrocknis (s. Abb. 4).
- Rinde im geschädigten Kronenbereich und am Stamm flächig aufgerissen und abgeplatzt.
- Befall der Starkäste durch Buchenprachtkäfer (*Agrilus viridis*; Merkmale: Schleimflussflecke auf der Rinde, darunter sich schlängelnde (s. Abb. 5), immer breiter werdende und mit festgepresstem Bohrmehl gefüllte Fraßgänge der Prachtkäfer-Larven, querovale Ausfluglöcher), teilweise mit Verfärbungen im Holzkörper, die in Faserrichtung stammabwärts verlaufen.

2.3.2 *Umstände des Auftretens / Krankheitsverlauf*

Die Häufung von Witterungsextremen (Hitze/ Trockenheit) in Verbindung mit Bestandesauflichtungen (Windwurf) bzw. starken Freistellungen führt bei älteren Buchen häufig zu einer deutlichen Reduktion der Vitalität. Sekundärbefall durch rindenbrütende Käfer, insbesondere Buchenprachtkäfer, ist häufig die Folge (s. auch FVA BADEN-WÜRTTEMBERG 2008). Dem Buchenprachtkäfer kommt auf vielen Standorten eine Schlüsselstellung bei den beobachteten Absterbeerscheinungen im Zuge der Buchenvitalitätsschwäche zu (PETERCORD et al. 2007). Örtlich wird auch stärkerer Befall durch den Kleinen Buchenborkenkäfer (*Taphrorychus bicolor*) beobachtet.

Untersuchte Buchen zeigten allerdings häufiger noch vitale Blattknospen in der Lichtkrone, so dass die an „Dürreschäden“ erinnernden Schadbilder ohne Prachtkäferbefall vermutlich hätten ausheilen können. Auffällig waren entsprechende Schäden nach dem Trockenjahr 2003. Der heiße Sommer 2006 verschärfte die Situation. Stressfördernd dürfte sich auch der extrem warme April 2007 ausgewirkt haben. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Abnahme der Vitalität der Buchen mit anschließendem Prachtkäferbefall weiter anhalten wird.



Abbildung 4: Buchenvitalitätsschwäche: verlichtete Oberkronen mit Totästen (links: Sommer, rechts: Winter)



Abbildung 5: Buchenvitalitätsschwäche: Befall durch Buchenprachtkäfer an Starkästen (Probefällung erforderlich!)

2.3.3 Maßnahmen zur Schadensbegrenzung vor Ort

Die negativen Auswirkungen von Witterungsextremen (Hitze, Trockenheit) werden zusätzlich durch starke Eingriffe in den Altbestand, z. B. in der Verjüngungsphase, verstärkt. Auf betroffenen Standorten wird dazu geraten, die Bestände nicht zu stark aufzulichten und ggf. den Seitenschutz zu erhalten. Da zunächst nur die Kronen von den Schadsymptomen betroffen sind, besteht im Bezug auf die Holzqualität im Stammbereich in der ersten Phase keine akute Entwertungsgefahr.

Gezielte Sanitärhiebe sind angeraten, wenn mehr als 50 % der Krone abgestorben sind bzw. akut absterben. Sobald Prachtkäfer auch im Stammbereich auftreten, kommt es zur technischen Holzentwertung u. a. durch Weißfäulepilze. Solche Bäume sind möglichst zeitnah im Zuge von Sanitärhieben („saubere Waldwirtschaft“ zu entnehmen.

3 Umfrage zu Schäden an Buche im Zuständigkeitsbereich der NW-FVA

3.1 Vorbemerkungen, Beschreibung des Vorgehens

Um für den Zuständigkeitsbereich der NW-FVA (Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein) einen Überblick über Schäden und ggf. entsprechende Schadensschwerpunkte zu erlangen, wurde Ende 2007 eine Umfrage zu den Schäden an Buche durchgeführt.

Die drei zuvor erläuterten Buchen-Erkrankungen wurden zu diesem Zweck steckbriefartig beschrieben, mit Bildern versehen und als Kurzinformation den Forstämtern bzw. Revierleitern zur Verfügung gestellt.

Sehr bald zeigte sich, dass die Ansprache und Abgrenzung der Schadbilder in der Praxis nicht immer ganz einfach war, weil z. B. bestimmte Schadsymptome wie Schleimfluss bei verschiedenen Schadbildern vorkommen können oder im Einzelfall auch verschiedene Schadtypen in einem Bestand zu beobachten sind. Teilweise wurden auch weitere, nicht abgefragte Schadbilder (z. B. Krebserkrankungen oder Sonnenbrand) gemeldet. Bei unklaren Erkrankungsfällen wurden deshalb Schadensschwerpunkte bereist, Schadbilder vor Ort diskutiert und Meldungen ggf. auch korrigiert.

3.2 Beteiligung an der Umfrage

Befragt wurden 155 Forstämter und Forstverwaltungen. Die Meldungen sollten auf Revierebene abgegeben werden. Rückmeldungen erfolgten aus 48 % der Forstämter und aus 23 % der Revierförstereien. Insgesamt kamen Meldungen aus 273 Revieren.

Die Qualität der Melderückläufe war sehr unterschiedlich. Einige wenige Rückläufe konnten nicht ausgewertet werden. In Einzelfällen gab es Hinweise auf hohe Arbeitsbelastungen und auf Personalengpässe, so dass die Forstämter auf detaillierte Angaben verzichteten. Insofern können – auch in Anbetracht der geringen Rücklaufquote – im Ergebnisteil nur einige Zusammenhänge dargestellt werden.

3.3 Ergebnisse der Schadflächenmeldungen zu den drei abgefragten Erkrankungstypen

83 Reviere meldeten Beobachtungen bzw. Schäden zur Buchenkomplexerkrankung, 43 Reviere zu *Phytophthora cambivora* an Buche und 73 Reviere meldeten die Vitalitätsschwäche der Buche.

Die gemeldeten Schadflächen (Hektar, gerundet) verteilen sich auf die 4 erfassten Bundesländer wie folgt (s. Tab. 1):

Tabelle 1: Gemeldete Schadflächen [ha] nach Erkrankungstyp und Bundesländern sowie deren Gesamtbuchenwaldfläche > 80 Jahre

Land	Buchenkomplex- erkr. (ha)	Phytophthora an Buche (ha)	Buchen- vitalitäts- schwäche (ha)	Gesamt- schad- fläche (ha)	Gesamt- buchen- waldfläche > 80 Jahre (ha)*
Niedersachsen	435	50	415	900	92.286
Hessen	525	90	1635	2250	141.483
Sachsen-Anhalt	415	25	670	1110	12.697
Schleswig-Holst.	65	35	120	220	18.553
Gesamt	1440	200	2840	4480	265.019

* Daten: Bundeswaldinventur 2, Stichjahr 2002 (BMELV 2008)

Mit 63 % entfallen die meisten Schadflächenmeldungen auf die Buchenvitalitätsschwäche, 32 % auf die Buchenkomplexerkrankung und 5 % auf *Phytophthora* an Buche.

Schadensschwerpunkte für die *Buchenkomplexerkrankung* liegen in Niedersachsen im Solling, im Harz und im Raum Wolfenbüttel, in Hessen im Waldeckischen Upland (Willingen), im Raum Herborn (Ausläufer des Westerwaldes) sowie im Vogelsberg, in Sachsen-Anhalt im Bereich des Osthazes. Bei einigen wenigen bislang noch nicht vor Ort besichtigten Schadensfällen muss (noch) davon ausgegangen werden, dass es sich zwar um komplexe Schäden an Buche handelt, die aber nicht in jedem Falle der sogenannten „Buchenkomplexerkrankung“ zugeord-

net werden können. Dennoch wurden diese geringen Flächenmeldungen vorerst bei der Buchenkomplexerkrankung verbucht.

Phytophthora an Buche ist in Niedersachsen örtlich ein Problem in der Bergland-schwelle. In Hessen gibt es Verdachtsfälle im Raum Darmstadt, in Mittelhessen und im Vogelsberg, die aber noch überprüft werden müssen. Sachsen-Anhalt meldet *Phytophthora*-Fälle im Harz, Schleswig-Holstein in nordöstlichen Landes-teilen.

Die *Buchenvitalitätsschwäche* ist sehr verbreitet, vor allem in Hessen. Teilweise gab es entsprechende Meldungen „für das ganze Revier“ ohne Flächenangabe und letztlich ohne Flächenberücksichtigung bei der Auswertung. Schadensschwerpunkte liegen nach den vorliegenden Meldungen in Niedersachsen im Bergland. In hessischen Wäldern werden entsprechende Probleme im Rhein-Main-Gebiet sowie in Teilen des Vogelsberges, des Taunus und in Mittelhessen festgestellt. In Sachsen-Anhalt wird dieses Schadbild vor allem im (Ost-)Harz und im Raum Flechtingen beobachtet.

3.4 Sondersituationen bzw. weitere Schadbilder

Örtlich bzw. regional wurden erhebliche Schäden an Buche gemeldet, die sich aufgrund von Sondersituationen ergeben haben oder auf weitere Krankheitserreger zurückzuführen sind. Diese Schadbilder waren mit der Abfrage nicht abgedeckt. Sie sollen aber dennoch erwähnt werden:

3.4.1 *Absterbeerscheinungen, insbesondere aufgrund von Grundwasserabsenkung und Maikäfer-Engerlingsfraß*

Schwerpunktmäßig werden in den hessischen Forstämtern Darmstadt und Lampertheim, in geringem Umfang auch in Gross-Gerau, massive Absterbeerscheinungen in Buchenbeständen ab Alter 60-80 Jahre beobachtet, die maßgeblich - neben einer Vielzahl anderer, zusätzlich beteiligter Faktoren im Ballungsraum Rhein-Main - auf Grundwasserabsenkungen und Maikäfer-Engerlingsfraß an den Wurzeln zurückzuführen sind (s. Abb. 6).

Es handelt sich meist um sandige Standorte (mäßig frisch, teilweise wechsel-feucht/wechselltrocken; mesotroph, teilweise eutroph; Höhenlage: 50-150 m ü. NN). Die Jahresniederschläge liegen oft unter 600 mm, die Niederschläge in der Vegetationszeit unter 300 mm. Der ehemals gegebene und nutzbare Anschluss der Baumwurzelsysteme ans Grundwasser ist in vielen Bereichen abgerissen. Örtlich wurden die Bestände durch die 1990er Windwürfe („Wiebke“ usw.) aufgerissen mit der Folge von Sonnenbrandschäden an der Buchenrinde, Vergrasung etc. Die jüngste Maikäfer-Gradation begann Ende der 1980er Jahre. Die Schadflächen (Wurzelfraß) haben sich seitdem kontinuierlich vergrößert.



Abbildung 6: *Absterbeerscheinungen aufgrund von Grundwasserabsenkung, Maikäfer-Engerlingsfraß etc.*

Bereits vor dem Trockenjahr 2003 gab es Ausfälle in den Buchen-Beständen. Nach 2003 war eine starke Zunahme der Abgänge mit Auflösungserscheinungen zu verzeichnen. Wenn dieser Prozess erst einmal begonnen hat, schreitet er insbesondere nach Trockenjahren unaufhaltsam fort. Auch dies ist eine Art komplexer Schaden an Buche, wobei menschliche Einflüsse (aktiv: Grundwasserabsenkung, passiv: Unterlassung der Maikäferbekämpfung) allerdings eine maßgebliche Rolle spielen.

Die derzeitige Buchen-Schadfläche aufgrund von Grundwasserabsenkung und Maikäferfraß wird im hessischen Ried insgesamt auf etwa 1700 ha geschätzt.

3.4.2 *Absterbeerscheinungen aufgrund extremer Trockenstresssituationen*

Im Norden des Frankfurter Flughafens werden auf tiefgründigen Sandstandorten (meist schluffiger Sand über tonigem Sand, mäßig frisch, mesotroph, Zentrale Eichen-Mischwaldzone) gravierende Absterbeerscheinungen an Buche aufgrund von Trockenis beobachtet. Flächig abblätternde Rinde am Stamm und in der Krone ohne weitere maßgebliche Einflussfaktoren (z. B. Borkenkäfer oder Pilze) ist hier typisch.

Die Standorte liegen für Buche, insbesondere hinsichtlich ihrer Wasserversorgung, im Grenzbereich. In den relativ trockenen und warmen 1990er Jahren (siehe auch DWD-Station Flugwetterwarte Frankfurt/M.; PAAR et al 2007) waren bereits vereinzelt Absterbeerscheinungen zu beobachten. Das Trockenjahr 2003 hat einen schwerwiegenden Erkrankungsschub ausgelöst und die Absterbeerscheinungen verschärft.

Auch Alteichen sind hier erheblich geschädigt und zeigen in den Kronen die bekannten Symptome des „Eichensterbens“, zudem starken Prachtkäferbefall und derzeit auffällige Spechtabschläge. Lediglich eingemischte ältere Kiefern vermitteln einen noch weitgehend vitalen Eindruck.

3.4.3 Stammschäden durch *Neonectria ditissima*

Bekannt sind *Neonectria*-Krebsschäden an Buchenästen, die durch ungleich gestaltete, spindelförmige Astverdickungen zu erkennen sind (BUTIN 1996).

Örtlich treten diese Krebsschäden aber auch am Stamm auf. Sie gehen im Frühstadium oft mit Schleimfluss einher und sind durch beulige, unregelmäßig rissige Auftreibungen gekennzeichnet (s. Abb. 7, links). Später führt die Erkrankung zu kraterartigen Krebswunden (s. Abb. 7, rechts; HARTMANN et al. 2007).



Abbildung 7: Links u. rechts: Krebsschäden am Stamm, hervorgerufen durch den Pilz *Neonectria ditissima*

4 Diskussion und Wertung der Ergebnisse

4.1 Allgemeine Betrachtungen zur Klimaerwärmung und zur Buche

Die Erhaltung stabiler, multifunktionaler und nachhaltig nutzbarer Wälder wird auch für die Zukunft von großer Bedeutung sein. Der Schutz vor biotischen und abiotischen Schadfaktoren und die Minderung von Produktionsrisiken sind dabei zentrale Aufgaben.

Der Klimawandel ist keine ferne Zukunft mehr, er findet bereits statt (UMWELTBUNDESAMT 2007). Es zeichnen sich in Nordwestdeutschland niederschlagsarme, heiße Sommer und milde, niederschlagsreichere Winter ab (BRECKLE 2005, MAYER et al. 2005). Bereits jetzt wird eine Zunahme extremer Wetterereignisse wie Hitzeperioden, Stürme, Starkregen und Überschwemmungen beobachtet.

Problematisch für die Pflanzen sind weniger die meteorologisch gemessenen Temperatur-Mittelwerte, sondern vielmehr die auftretenden Extreme (BRECKLE 2005). Ähnlich ist es beim Niederschlag. Der meteorologisch gemessene Jahres-Mittelwert ist zunächst von nachrangiger Bedeutung. Wichtiger sind die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge und wiederum auftretende Extreme (Maxima, Minima).

Für die Waldbäume allgemein besteht ein Dilemma darin, dass der prognostizierte Klimawandel mit häufiger auftretenden atmosphärischen Extrembedingungen sehr rasch - eigentlich zu rasch – ablaufen wird (MAYER et al. 2005, BRECKLE 2005, KÖLLING et al. 2007). Unangepasste Baumarten oder bereits vorgeschädigte Bestandesteile werden generell immer weniger Zeit haben, sich zu regenerieren. Alte Buchenbestände sind regional schon jetzt stärker geschädigt und vitalitätsschwach. Kurzfristige Anpassungen an veränderte Klimabedingungen sind in Altbeständen zumindest fraglich.

Die Buche dürfte in Zukunft vor allem von der veränderten Niederschlagsverteilung mit zunehmender Sommertrockenheit bei gleichzeitig feuchteren und milderen Wintern negativ betroffen sein. Auf entsprechenden Standorten wird im Einzelfall auch zunehmende Staunässe aufgrund von Starkregenereignissen im Herbst und Frühjahr eine Rolle spielen (s. auch RENNENBERG et al. 2004). Als trockenstress- und überflutungsempfindliche Baumart leidet die Buche schon heute auf solch extremen Standorten unter Stress, zunehmender Krankheitsanfälligkeit und reduzierter Konkurrenzkraft.

4.2 Konkrete Krankheitsbeobachtungen und Erklärungsansätze

Die offensichtliche Zunahme der hier vorgestellten Krankheitsbilder lässt sich vor diesem Hintergrund bereits hinreichend erklären:

Die weit verbreitete Buchenvitalitätsschwäche wird maßgeblich durch Sommer-trockenheit und Hitze-Stress gefördert. Die letzten Jahre waren geprägt von entsprechenden ungewöhnlichen Witterungsverläufen und Extremsituationen. Auffällig war bereits die im Vergleich zum langjährigen Mittel starke Erwärmung in den 1990er Jahre. Besonders einschneidend war das Trockenjahr 2003 mit dem oft zitierten „Jahrhundertsommer“. Weitere Extreme folgten in kurzen zeitlichen Abständen, nämlich die außergewöhnliche Hitze/Trockenheit im Juni/Juli 2006, der heiße April 2007 und der sehr warme, trockene und sonnenreiche Mai 2008.

Für die Buchenkomplexerkrankung und auch *Phytophthora* an Buche spielen neben allgemeinen Stresssituationen erhöhte Temperaturen und gute Feuchtigkeitsverhältnisse im Herbst und Winter eine herausragende Rolle, weil sie günstige Bedingungen für Pilzinfektionen und Pilzwachstum schaffen. Solche Bedingungen lagen in den letzten Jahren vor. Zunehmend mildere und regenreichere Winter in Kombination mit extrem warmen Sommern lassen eine weitere Zunahme von Erkrankungswellen der Buchenkomplexerkrankung/ Buchenrindennekrose erwarten (NIESAR 2007).

Die vorliegenden Erhebungen zu drei Krankheitsbildern der Buche zeigen, dass insbesondere ältere Buchen ab etwa 120 Jahren zunehmend Erkrankungssymptome und schlechte Vitalitätszustände zeigen. Die ältere Buche vermittelt vielerorts nicht mehr den Eindruck ausgesprochener Plastizität, die sie noch vor wenigen Jahrzehnten ausgezeichnet hat. Die Schadbilder der letzten Jahre deuten darauf hin, dass die Buche anfälliger ist, als lange Zeit angenommen wurde, und dass örtlich sehr wohl erhebliche Probleme vor dem Hintergrund der verschiedenen Facetten der Klimaänderung zu erwarten sind.

Über diese Beobachtungen hinaus belegen schon seit Jahren die Ergebnisse der Waldzustandserhebungen (WZE) die schlechter werdenden Vitalitätszustände älterer Buchen. Die WZE Hessen dokumentiert bei älteren Buchen über 60 Jahre im Zeitraum 1984 - 2007 einen Anstieg der mittleren Kronenverlichtungen von 15 % auf 33 % (PAAR et al. 2007).

Zudem zeigen Untersuchungen zur Fruchtbildung seit 1988 die Tendenz, dass die Buche in kürzeren Abständen und vielfach stärker fruktifiziert als es nach früheren Angaben zu erwarten gewesen wäre. Dies steht nach Überzeugung der Autoren des o. g. Waldzustandsberichtes 2007 im Zusammenhang mit einer Häufung warmer Jahre wie auch einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. Die Fruchtbildung der Buche wird als ein Schlüsselindikator für den Nachweis von Umweltveränderungen angesehen. Die Häufung von Samenjahren ist für die Bäume mit erheblichem Reservestoffverbrauch und Stress verbunden, gleichzeitig auch mit verringerter Widerstandskraft gegen biotische Schaderreger.

Ganz offenbar haben veränderte Umweltbedingungen die derzeitige Schadenssituation bei der Buche mitgeprägt. Einerseits sind es Schadstoffeinträge mit ihren Folgewirkungen, andererseits haben aber Witterungsbedingungen und klimatische

Veränderungen mit Extremsituationen älteren Buchen unter bestimmten Bedingungen stark zugesetzt.

Insbesondere in standörtlichen Grenzbereichen hinsichtlich der Wasserversorgung sind in Zukunft vermehrt Probleme zu erwarten. Eindrucksvoll zeigt der Waldkomplex nördlich des Frankfurter Flughafens, in welche Richtung sich die Buche bei zusätzlicher witterungsbedingter Trockenheit/Hitze auf ohnehin mit Wasser schwach versorgten Standorten entwickelt: sie reagiert mit Trocknis und massiven Absterbeerscheinungen.

Eine etwas anders gelagerte, in der Konsequenz aber ähnliche Situation ist im hessischen Ried durch Grundwasserabsenkung, Maikäfer-Engerlingsfraß und weitere Ballungsraum-Stressfaktoren (z. B. Randschäden) gegeben. Die Buche zeigt aufgrund ungenügender Wasserversorgung auch hier Zopftrocknis und starke Absterbeerscheinungen.

Besorgniserregend sind auch die weit verbreiteten Schadbilder der Buchen-Vitalitätsschwäche. Sie werden gefördert durch sonnenexponierte Randstellung und Freistellung der Buchenkronen. Schäden entstehen durch starke Sonneneinstrahlung und Überhitzung bei unzureichendem Schutz durch Nachbarbäume. Oftmals wird schließlich eine Kettenreaktion mit nachfolgendem Käfer- und Pilzbefall ausgelöst, die zum Absterben der Bäume führen kann.

4.3 Hat die Buche unter diesen Vorzeichen eine Chance?

BOLTE (2005) äußert, dass eine vorschnelle Abkehr von der Buche vor dem Hintergrund der Klimaerwärmung und der sich ändernden Rahmenbedingungen sicherlich der falsche Weg wäre. Er rät zu einem risikobewussten Waldbau mit der Buche, der die Naturverjüngung bestehender Buchen- und Mischbestände ebenso wie die Anpflanzung getesteter lokaler oder eingeführter Herkünfte bei An- und Umbaumaßnahmen nutzt. Dies sei eine wichtige Ergänzung zur allgemeinen Risikostreuung durch Baumartenmischung. Er betont auch, dass einiges dafür spricht, dass sich die Buche in gewissem Rahmen an die laufende Klimaerwärmung in Mitteleuropa anpassen kann. Dies sollte aber nicht davon abhalten, immer wieder neu über die Anpassungsgrenzen und die Schädigungsgefahr der Buche kritisch nachzudenken.

BRECKLE (2005) fordert insgesamt für Waldbestände behutsame Eingriffe unter Beachtung ökologischer Regeln mit dem Ziel der Erhaltung bzw. Schaffung artenreicher, naturnaher Mischwälder. Er stellt heraus, dass dies voraussichtlich über längere Zeit die Ökosystemfunktionen erhält, möglichst viele Optionen offen lässt und die nachhaltigen Nutzungsmöglichkeiten verbessert.

Auch KÖLLING (2006b) unterstreicht, dass sich die Wälder von morgen vor allem auf Veränderungen des Wasserhaushaltes einstellen müssen. Er hebt hervor, dass wir dabei auch die Veränderungen im Blick haben müssen, die das oft labile Gleichgewicht von Schädlingen und Waldbäumen betreffen.

Trotz der auf manchen Standorten zu erwartenden, teilweise recht ungünstigen Rahmenbedingungen für die Buche und offenkundiger, doch stärkerer Krankheitsanfälligkeit kann und wird die Buche auch in zukünftigen Waldbildern eine wichtige Rolle spielen. Verschiebungen hinsichtlich der Konkurrenzverhältnisse der Baumarten und Veränderungen der Buchenareale sind aber zu berücksichtigen.

Die Beobachtungen zu den Schadentwicklungen der letzten Zeit in Nordwestdeutschland zwingen dazu, zukünftig noch stärker darauf zu achten, dass die Buche nicht in standörtlichen Grenzbereichen (Wasserhaushalt) angebaut oder nachgezogen wird.

Insbesondere an älteren Buchen ist eine Zunahme von Schäden zu beobachten. Hierauf muss ggf. kurzfristig durch Sanitärhiebe und mittel- bis langfristig durch rechtzeitige und konsequente (Kronen-)Pflegemaßnahmen zur frühzeitigen Vitalitätserhaltung und -steigerung reagiert werden. Andererseits sind lange Beibehaltung des Kronenschlusses und Vermeidung zu schneller Freistellung (z. B. im Zuge der Verjüngung) angeraten. Zu starke Kronenfreistellung bedeutet zusätzlichen Stress und muss ebenso vermieden werden wie Stress aufgrund unterlassener Pflegemaßnahmen. Aber auch Stress durch die Maßnahme selbst ist durch pflegliche Waldbewirtschaftung und Vermeidung von Stamm- und Wurzelverletzungen zu minimieren. Hier muss aktiv steuernd und unterstützend für die Buche eingegriffen werden.

Insgesamt ist für die Zukunft mehr denn je das „Fingerspitzengefühl“ des Waldbewirtschafters gefordert, um der Buche durch gezielte Maßnahmen Perspektiven zu erhalten und unnötigen Stress von dieser Baumart abzuwenden. Die Leitlinie ist: Schutz und Entwicklung durch forstliche Eingriffe und Pflege, aber auch Schutz durch Nutzung.

Literatur

- AREND, J.-P.; EISENBARTH, E. u. PETERCORD, R.. (2006): Buchenkomplexkrankheit in Luxemburg und Rheinland-Pfalz – Schadsymptome, Ausmaß und Entwicklung der Schäden. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Nr. 59, 11-22
- BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2008): Bundeswaldinventur 2 – Ergebnisdatenbank. www.bundeswaldinventur.de
- BOLTE, A. (2005): Die klimatische Anpassungsfähigkeit der „Mutter des Waldes“. Zur Zukunft der Buche in Mitteleuropa. AFZ/Der Wald 60, 1077-1078
- BRAUN, H. J. (1976): Das Rindensterben der Buche, *Fagus sylvatica* L., verursacht durch die Buchenwollschildlaus *Cryptococcus fagi* Bär. I. Die Anatomie der Buchenrinde als Basis-Ursache. Eur. J. For. Path. 6, 136-146
- BRAUN, H. J. (1977): Das Rindensterben der Buche, *Fagus sylvatica* L., verursacht durch die Buchenwollschildlaus *Cryptococcus fagi* Bär. II. Ablauf der Krankheit. Eur. J. For. Path. 7, 76-93
- BRECKLE, S.-W. (2005): Möglicher Einfluss des Klimawandels auf die Waldvegetation Nordwestdeutschlands? LÖBF-Mitteilungen 30, 19-24
- BUTIN, H. (1996): Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose – Biologie – Bekämpfung. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, NEW York. 261 S.

- DEUTSCHER FORSTWIRTSCHAFTSRAT (DFWR) (2008): Buchenwälder – vielfältig, einmalig, nachhaltig. Broschüre, 55 Seiten
- EISENBARTH, E. (2001): Buchen-Komplexkrankheit in Rheinland-Pfalz. AFZ/Der Wald 56, 1220-1221
- EMSCHERMANN, F. u. NIESAR, M. (2001): Einfluss von Schadorganismen auf die Vitalität der Waldbäume. In: Bericht über den ökologischen Zustand des Waldes, Waldschutz. Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (NRW), Nov. 2001
- EMSCHERMANN, F.; GEISTHOFF, N.; NIESAR, C. M. u. STROTHBÄUMER, H. W. (2001): Waldschutzsituation 2000/2001 in Nordrhein-Westfalen. AFZ/Der Wald 56, 342-344
- FVA (FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT) BADEN-WÜRTTEMBERG (2008): Waldschutzbericht 2007/2008
- HARTMANN, G. (2007): Untersuchungsberichte zur Buchen-*Phytophthora* im Elm (Niedersachsen), Teile 1 und 2 (unveröffentlicht)
- HARTMANN, G.; NIENHAUS, F. u. BUTIN, H. (2007): Farbatlas Waldschäden. Diagnose von Baumkrankheiten. 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, 269 S.
- KÖLLING, C. (2006a): Wälder im Klimawandel: Einwirkung, Anfälligkeit, Anpassung. UBA-Workshop am 17.10.2006
- KÖLLING, C. (2006b): Waldbau im Klimawandel – Eine Herausforderung für die Forstliche Standortserkundung. Forstinfo Nr. 3, 1-4
- KÖLLING, C.; ZIMMERMANN, L. u. WALENTOWSKI, H. (2007): Entscheidungshilfen für den klimagerechten Waldbau in Bayern. Klimawandel: Was geschieht mit Buche und Fichte? AFZ/Der Wald 62, 584-588
- KUNKEL, H. (1968): Untersuchungen über die Buchenwollschildlaus *Cryptococcus fagi* Bär. (*Insecta, Coccina*), einen Vertreter der Rindenparenchymsauger. Z. ang. Ent. 61, 373-380
- MAYER, H.; HOLST, TH.; BRUGGER, U. u. KIRCHGÄSSNER, A. (2005): Trends der forstlich relevanten Klimavariablen Lufttemperatur und Niederschlag im Südwesten Deutschlands von 1950 bis 2000. Allg. Forst- u. Jagd-Ztg. 176, 45-56
- NIESAR, M. (2007): Symptom- und Ursachenanalyse der aktuellen Buchenerkrankung in höheren Lagen von Nordrhein-Westfalen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Georg-August-Universität zu Göttingen. Cuvillier Verlag Göttingen, 115 S.
- NIESAR, M.; HARTMANN, G.; KEHR, R.; PEHL, L. u. WULF, A. (2007): Symptome und Ursachen der aktuellen Buchenrindenerkrankung in höheren Lagen von Nordrhein-Westfalen. Forstarchiv 78, 105-116
- PAAR, U.; DAMMANN, I.; GAWEHN, P.; WENDLAND, J. u. EICHHORN, J. (2007): Waldzustandsbericht 2007. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.), 31 S.
- PETERCORD, R. (1999): Entwicklung bewirtschafteter Buchen-Edellaubholz-Mischbestände unter dem Einfluß der Buchenwollschildlaus (*Cryptococcus fagisuga* Lind.) unter besonderer Berücksichtigung physiologischer und genetischer Aspekte. Dissertation, Hainholz Verlag Göttingen
- PETERCORD, R. (2006): Die Buchenwollschildlaus (*Cryptococcus fagisuga* LIND.) als Auslöser der Buchenrindennekrose. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Nr. 59, 53-62
- PETERCORD, R.; DELB, H. u. SCHRÖTER, H. (2007): Vermeintliche Dürreschäden an Buche entpuppen sich als Käferbefall: Schwere Schäden durch den Buchen-Prachtkäfer in Baden-Württemberg. AFZ/Der Wald 62, 686-690
- RENNENBERG, H.; SEILER, W.; MATYSSEK, R.; GESSLER, A. u. KREUZWIESER, J. (2004): Die Buche (*Fagus sylvatica* L.) – ein Waldbaum ohne Zukunft im südlichen Mitteleuropa? Allg. Forst- u. Jagd-Ztg. 175, 210-224
- UMWELTBUNDESAMT (2007): Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen. Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG. 27 S.

Autor:

Dr. Ulrich Bressemer

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Grätzelstr. 2

37079 Göttingen

E-Mail: Ulrich.Bressemer@nw-fva.de

URL: www.nw-fva.de