

LWF

aktuell

43

Ausgabe 1 - 2004

**Auswirkungen der Trockenheit 2003
Waldschutzsituation 2004**

BAYERISCHE
STAATSFORSTVERWALTUNG




Zentrum
Wald•Forst•Holz
Weihenstephan

Das Magazin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

TROCKENHEIT 2003

Das Trockenjahr 2003 – (k)ein Jahrhundertereignis	1
von Georg Gietl	
Der Sommer 2003 grub dem Wald das Wasser ab	4
von Stephan Raspe, Winfried Grimmeisen und Bernd Schultze	
Sommer 2003: Mehr Hitze, mehr Ozon	7
von Annette Menzel, Christian Heerdt, Herbert Werner	
Deutliche Blattverluste bei Eiche und Buche	9
von Franz Josef Mayer	
Wenn schon im Sommer tonnenweise Blätter fallen	11
von Stephan Raspe, Christoph Schulz und Frank Kroll	
Trockenheit 2003 war nicht die einzige Ursache für starke Zuwachsverluste	14
von Hans-Peter Dietrich, Stephan Raspe und Alfred Schubert	
Das Trockenjahr 1976 bescherte langjährige Zuwachseinbrüche	17
von Heinz Utschig, Martin Bachmann und Hans Pretzsch	
Trockenjahre beeinflussen Sickerwasserchemie und Bodenversauerung	19
von Wendelin Weis	
„...völlig verdorret und zu Grunde gegangen“	21
von Sebastian Höllerl	
„Wetternachhersage“ - ein Blick in die Vergangenheit	23
von Joachim Hamberger und Annette Menzel	
Der „Käfersommer“ 2003	26
von Gabriela Lobinger	
Waldbauliche Anpassung der Wälder an den Klimawandel jetzt beginnen	28
von Herbert Borchert und Christian Kölling	
Ökonomische Folgen des Trockenjahres 2003 und Kosten des Waldumbaus	31
von Herbert Borchert	

WALDSCHUTZ 2004

Borkenkäfer im Nationalpark profitierte vom Jahrhundertsommer	33
von Angelika Weißbacher	
Hitze, Trockenheit, Kupferstecher und Buchdrucker	34
von Gabriela Lobinger, Markus Blaschke, Ulrich Skatulla und Hans-Jürgen Gulder	
Phytophthora schägt Buchenbestände in ganz Bayern	36
von Thomas Jung	
Borkenkäfer – ein gefragtes Thema	38
von Gabriela Lobinger	

WALD - WISSENSCHAFT - PRAXIS

Die Weißtanne – Stiefkind oder Hoffnungsträger?	40
Das Waldschutzteam der LWF braucht Ihre Hilfe	40
von Hans-Jürgen Gulder	
Eine Gefahr für die Tanne – auch bei uns?	41
von Michael Mößnang	

KURZ & BÜNDIG

Deutsch-französische Tagung in Straßburg zum Trockenjahr 2003	42
Fast 10.000 Menschen zeigen bei Demonstration Solidarität mit der Forstverwaltung	42
Die LWF zu Besuch bei der FVA: Gespräche über Zusammenarbeit	42
Staatspreis für vorbildliche Waldbewirtschaftung 2003	43
Wo kann man sich über Holzheizungen informieren?	43
Zum Tode von Frau Dr. Margret Feemers	44
Impressum	44

Liebe Leserinnen und Leser,

Sie halten mit dem Heft „Trockenheit und Waldschutzsituation 2003/2004“ das erste LWF aktuell-Heft des Jahres 2004 in Händen. Leider erreichte uns am Ende des Jahres 2003 noch eine bestürzende Nachricht: Unsere langjährige Mitarbeiterin, Frau Dr. Feemers verstarb am 23.12.2003. Einen Nachruf auf unsere verdienstvolle Kollegin können Sie in diesem Heft auf Seite 44 lesen.



Wie Sie hoffentlich bemerkt haben, wollen wir im Jahr 2004 mit einer etwas veränderten Titelblattgestaltung unsere Schriftenreihen LWF aktuell, Berichte aus der LWF sowie die Merkblätter der LWF, vom Aussehen her harmonisieren.

Wir hoffen, dass Ihnen die neue Gestaltung gefällt.

Das vorliegende Heft beschäftigt sich mit der Trockenheit des Jahres 2003 und den Auswirkungen auf Wälder und auf die Forstschädlingssituation im Jahr 2004. Wir sind der Überzeugung, dass gerade die Untersuchungen an den Bayerischen Waldklimastationen zum Bodenwasserhaushalt für die Einschätzung der Situation in unseren Wäldern für alle Forstpraktiker von größter Bedeutung sind.

Außerdem zeichnet sich ein für den Waldschutz turbulentes Jahr ab. Neben den Borkenkäfern an Fichte machen uns sowohl Schwammspinner und Eichenprozessionsspinner in den Laubwäldern Unterfrankens als auch die Kleine Fichtenblattwespe in Niederbayern und Teilen Oberbayerns großes Kopfzerbrechen.

Solche extremen Waldschutzsituationen machen deutlich, wie wichtig es ist, Forstleute vor Ort und Fachleute an der Landesanstalt zu haben, die sich mit diesen Problemen beschäftigen.

Wir hoffen, dass wir mit dem vorliegenden Heft LWF aktuell wieder ein für Sie interessantes und lesenswertes Heft gestalten konnten. Für Rückmeldungen, Kritik und Anregungen sind wir selbstverständlich sehr dankbar.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr

Olaf Schmidt

Kalter Winter - warmes Frühjahr - heißer Sommer - milder Herbst

Das Trockenjahr 2003 - (k)ein Jahrhundertereignis

von Georg Gietl

Rückblickend betrachtet war das Jahr 2003 ein weit überdurchschnittlich warmes und niederschlagsarmes Jahr. Insbesondere die Monate Juni und August (aber auch der meteorologische Sommer von Juni bis August) waren insgesamt die wärmsten seit hundert Jahren in Deutschland. Ein hundertjähriges Ereignis für die Zukunft aber muss dieser Sommer resp. dieses Jahr nicht gewesen sein, es kann sich infolge der globalen Erwärmung und der klimatischen Veränderungen schon in Kürze wiederholen.

Das inzwischen zum ‚Superjahr‘ hochstilisierte Jahr 2003 begann im Süden Deutschlands ganz unspektakulär infolge rasch durchziehender Tiefdruckwirbel kühl und niederschlagsreich.

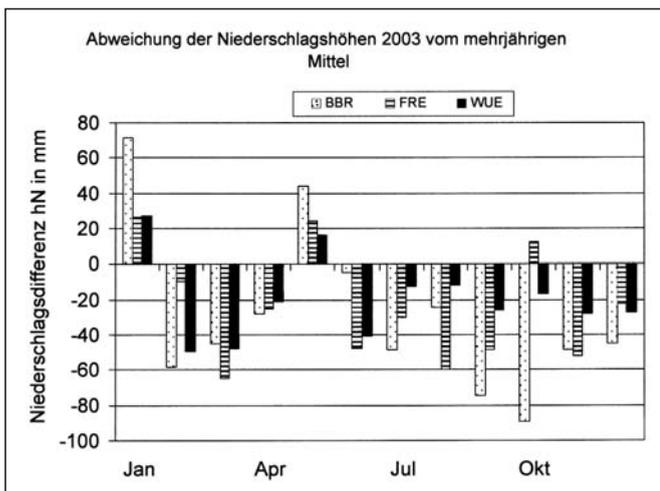


Abb. 1: Niederschlagsdifferenzen zwischen den Monatssummen 2003 und dem mehrjährigen Mittel an den Waldklimastationen Bad Brückenau, Freising und Würzburg

Wie in Abb.1 zu sehen ist, endete der Monat Januar mit überdurchschnittlichen Niederschlägen, die den Bodenwasserspeicher bayernweit mehr oder weniger auffüllten. Infolge der tiefen Temperaturen zum Monatsende lag bis in die tiefen Lagen Schnee.

Nach weiteren Schneefällen Anfang Februar insbesondere in Ober- und Niederbayern führten Hochdruckeinfluß und Zufuhr skandinavischer Kaltluft zu typischem Hochwinter mit tiefen Temperaturen und - vor allem in Nordbayern - gleichzeitig hoher Sonneneinstrahlung. Die Niederschläge fielen entsprechend niedrig und geringer als normal aus. Eine bis dahin vorhandene Schneedecke schützte in der Regel vor

dem Eindringen von Bodenfrost.

Mit Tauwetter zum Monatsende schmolz die Schneedecke ab. Anfang März lösten sich bei milden Temperaturen und gelegentlichen Regenniederschlägen auch die letzten Reste der Altschneedecke im südlichen Bayern.

Ein nennenswerter Schneedeckenspeicher in den höheren Lagen, der für die Schmelzwasser im Frühjahr sorgen konnte, existierte nicht mehr. Vor allem deshalb führten die Vorfluter später nur Niedrigwasser.

Hochdruckwetter ab Mitte März brachte wieder reichlich Sonnenschein, sodass bei ausbleibenden Niederschlägen und langsam steigenden Temperaturen die Böden oberflächlich rasch abtrockneten. Bis zum Monatsende fielen keine weiteren oder gar nennenswerten Niederschläge. Häufige und andauernde Hochdrucklagen im April mit Ausnahme örtlicher Schauer verstärkten das Austrocknen der Oberböden. Nach den bisherigen Ergebnissen an den Bayerischen Waldklimastationen waren dies seit Februar drei Monate mit weit unterdurchschnittlichen Niederschlägen und übernormaler Sonneneinstrahlung sowie mit Temperaturen, die im März und April über dem Durchschnitt lagen. Wie die Auswertung der langen Klimareihen des Deutschen Wetterdienstes (Agrar-meteorologische Monatsberichte, Weihenstephan) zeigt, war das Frühjahr 2004 bis zu diesem Zeitpunkt das trockenste seit 1946.

Im Vergleich der letzten fünfzig Jahre erreichte die Sonnenscheindauer im April 2004 deutschlandweit den zweithöchsten Wert hinter 1968.

Bei minimalen Niederschlägen und weiterhin hoher Sonneneinstrahlung (siehe Abb. 2) trocknete die Auflage in den Wäldern weiter ab, die Waldbrandgefahr verschärfte sich entsprechend.

Die Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) meldeten erste Hitzerekorde für den Monat Mai. An den Waldklimastationen wurden Tagesmaxima der Lufttemperatur zwischen 23°C in den Alpen bei 1.500 m ü. NN. und 33°C im Vorland bei Altötting gemessen. Niederschläge und starke

Gewitter im zweiten Monatsdrittel lösten diese Wetterperiode ab und brachten noch rechtzeitig zum Beginn der forstlichen Vegetationszeit die nötigen Niederschläge. Deutschlandweit fielen im Mai zwar weniger Niederschläge als normal, in Bayern aber lagen sie meist über dem Durchschnitt.

Bis zu diesem Zeitpunkt hätte sich 2003 damit noch als ganz normales Jahr im Rahmen der üblichen Witterungsschwankungen entwickeln können.

Aber bei zunehmendem Hochdruckeinfluß zum Monatswechsel und mit Beginn des meteorologischen Sommers Anfang Juni begann die Entwicklung zum Extremjahr.

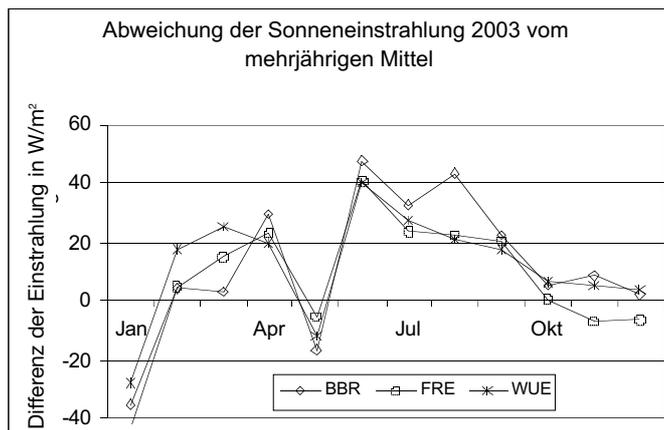


Abb. 2: Abweichung der Sonneneinstrahlung 2003 vom langjährigen Mittel an den Waldklimastationen Bad Brückenau, Freising und Würzburg

An vielen Stationen Süddeutschlands war der Juni 2003 der wärmste seit Beginn der klimatologischen Aufzeichnungen, im Mittel über ganz Deutschland der wärmste seit Beginn entsprechender Klimastatistik im Jahr 1901. In weiten Teilen Bayerns erreichten die täglichen Maxima der Temperaturen ca. 31°C. Die Monatsmittel lagen, u.a. auch wegen des Ausbleibens der Schafskälte, einem eigentlich regelmäßigen späten Einbruch polarer Luft, um bis zu 5 Grad über den langjährigen Durchschnittswerten.

Verbunden mit extrem langer Sonnenscheindauer (siehe Abb. 2) und intensiver Einstrahlung war der Verdunstungsanspruch der Atmosphäre in diesem Monat sehr hoch, der Niederschlag aber weit unterdurchschnittlich. Deshalb muß der Juni nicht nur als sehr warm, sondern auch als sehr trocken angesprochen werden.

Der Juli fiel demgegenüber weniger spektakulär aus, obgleich auch er im Landesmittel um etwa zwei Grad zu warm war. In Bayern wurde während mehrerer Hochdruckperioden die 30°C-Marke vielfach überschritten. Örtliche gewittrige Schauer, mitunter auch Unwetter, konnten - mit Ausnahme von größeren Bereichen Schwabens - die Verdunstung nicht kompensieren. Die Wiederbefeuchtung der Böden blieb auf den Oberboden beschränkt, die Trockenheit hielt an. Ganz Nordbayern wies ein durchgehendes Niederschlagsdefizit auf. Die seit 22. Juli wetterbestimmende

Hochdruckbrücke blieb bis in den August hinein erhalten.

Grund für diese lange Hochdruckperiode war eine *Omega-Wetterlage*. Eine zirkumpolare wellenförmige Luftströmung ist für die wechselnde Ausprägung unseres Wetters maßgeblich verantwortlich. Sie befindet sich normalerweise nicht nur als Luftmassenströmung, sondern auch als Gebilde insgesamt in einer West-Ost-Drift. Im August blieb diese Welle über längere Zeit stationär, ein nach Süden ausufernder und über Mitteleuropa stehender Wellenrücken blockte mit seinem darunterliegenden Bodenhoch 'Michaela' die Zufuhr feuchter Luft aus dem Westen ab. Niederschläge blieben aus oder verdampften schon in den Fallstreifen. Die Luft wurde infolge intensiver Einstrahlung und eingeschränkter Verdunstung immer trockener und heißer. Die ganze Periode kulminierte an vielen Orten am 13. August mit dem heißesten Tag seit hundert Jahren.

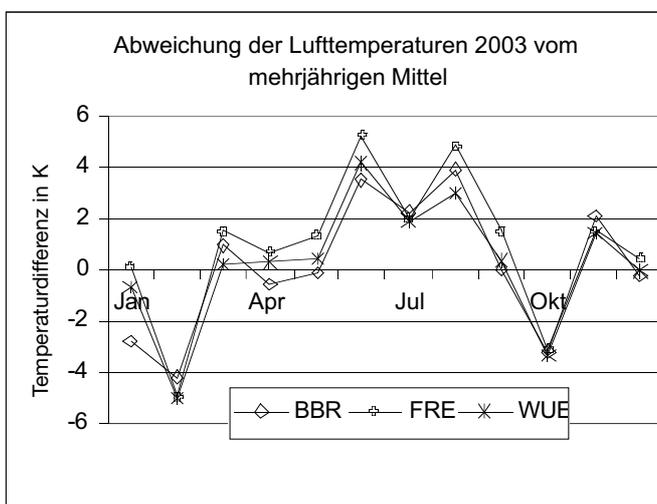


Abb. 3: Abweichung der Lufttemperaturen 2003 vom langjährigen Mittel an den Waldklimastationen Bad Brückenau, Freising und Würzburg

Dieses Wetter verschärfte nicht nur die seit Juni andauernde Trockenheit, sondern verursachte wegen hoher Temperaturen und intensivster Sonneneinstrahlung auch direkte Hitzeschäden vor allem an weichlaubigen Gehölzen. Darüberhinaus boten diese Wetterbedingungen in den ersten beiden Augustwochen optimale Voraussetzungen für Ozonbildung und -anreicherung.

Abgesehen von lokalen Schauern und Hagelunwettern (z. B. im Raum Rosenheim) blieb die Trockenheit trotz Abkühlung nach Monatsmitte erhalten. Erst zum Monatsende milderten sie advektive Niederschläge mehrerer Frontdurchgänge großräumig. Im September setzte sich die allgemeine Tendenz des Sommers fort: zu warm und bei überdurchschnittlicher Sonneneinstrahlung (sonnigster September seit 1959) unterdurchschnittliche Niederschläge. Letzteres betrifft vor allem den Süden Deutschlands. In Bayern erhielten nur Gebiete in der Oberpfalz und im östlichen Franken sowie im direkten Alpenvorland ergiebiger, aber trotzdem unterdurchschnittliche Niederschläge.

Dies änderte sich erst mit der ersten Oktoberwoche, in der bei noch milder Witterung ergiebige Niederschläge zumindest im Süden des Landes die Trockenheit beendeten. Im Norden Bayerns dienten die relativ geringen Niederschläge, sofern sie nicht schon über die Interzeption aufgebraucht waren, nur zur Befeuchtung der Oberböden, wie Abb. 1 am Beispiel des Niederschlagsdefizites der Waldklimastation Bad Brückenau erkennen lässt. Ein vom Wetter abwechslungsreicher, aber insgesamt milder November beendete schließlich bayernweit die nachhaltige Trockenheit. Die Niederschläge blieben zwar weiterhin unter dem langjährigen Durchschnitt, konnten aber bei eingetretener Vegetationsruhe die Bodenwasservorräte annähernd auf Feldkapazität bringen. Weiterhin unterdurchschnittliche Niederschläge sowie die Schneeschmelze füllten im Dezember die Speicher weiter auf, eine nennenswerte und großflächige Grundwasserneubildung blieb aber bis zum Jahreswechsel aus.

Literatur

- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2003): Daten der Bayerischen Waldklimastationen, Freising
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2003): Witterungsreport express, Offenbach
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2003): Pressemitteilungen 2003, Offenbach
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2003): Agrarmeteorologischer Monatsbericht für Bayern, Zolling

GEORG GIETL ist Mitarbeiter im Sachgebiet II (Standort und Umwelt) der LWF

Was haben Marokko, Südafrika und Franken gemeinsam?

Über das Auftreten eines Trockenheit liebenden Pilzes

von Markus Blaschke

Im vergangenen Jahr trat ein massiver Schaden an Schwarzkiefern und Kiefern in Franken auf. Beteiligt war in allen Fällen ein Pilz, den wir in Bayern als Erreger des **Diplodia-Triebsterbens der Kiefer** (*Spaeropsis sapinea*) kennen. Doch in dem trockenen Jahr 2003 waren die beobachteten Schäden weitaus massiver als bisherige Beobachtungen in Bayern vermuten ließen. Dass der Pilz an der Schwarzkiefer häufiger und auch stärker schädigend auftritt war bekannt. Dass nun auch die Gemeine Kiefer so massiv betroffen wurde, lag an dem Umstand, dass die Bestände zuvor von einem Hagelschlag heimgesucht wurden. Die Hagelkörner verursachten Wunden am Stamm im Bereich der Spiegelrinde, über welche die Pilze sich auf der Rinde und im Holz etablieren konnten. Viele der Bäume starben bereits nach kurzer Zeit ab. Bei den Schwarzkiefern allerdings ist keine Vorschädigung bekannt (Abb. 1).

Weltweit gesehen sind diese Beobachtungen kein neues Phänomen. So gilt das Diplodia-Triebsterben der Kiefer in Marokko als einer der wichtigsten Kiefern-schädlinge (HARTMANN 2003, mündl. Mitteilung). In Südafrika gibt es sogar die explizite Empfehlung, in Hagelgebieten auf den Anbau der Kiefer zu verzichten (ENGESSER 2003).

MARKUS BLASCHKE ist Mitarbeiter im Sachgebiet V der LWF

Literatur

- ENGESSER, R. (2003): Hagelschlag mit Pilzbefall. Mitteilungen der WSL, Birmensdorf



Abb. 1: Stärkerer Pilzbefall im Holz im Jahr 2003

Die Waldböden trockneten bis zur Totwassergrenze aus

Der Sommer 2003 grub dem Wald das Wasser ab

Modell- und Messergebnisse aus bayerischen Waldböden

von Stephan Raspe, Winfried Grimmeisen und Bernd Schultze

In weiten Teilen Bayerns trockneten im letzten Jahr die Waldböden völlig aus. Auf vielen Standorten reichte der vorhandene Wasservorrat nicht mehr aus, um die Bäume in der langanhaltenden Trockenperiode ausreichend zu versorgen. Die Wasseraufnahme und Verdunstung durch die Bäume kam daher im August und September vielfach zum Erliegen. Die geringen Niederschläge im Herbst und Winter konnten den Bodenwasserspeicher an den meisten Standorten auch bis zum Ende des Jahres nicht auffüllen.

Bäume brauchen Wasser zum Leben

Geschwitzt und gedurstet haben wir im letzten Sommer wohl alle. Doch während Mensch und Tier sich auch in extrem trockenen Sommern auf die Suche nach erfrischendem Nass machen können, sind Pflanzen an ihren Standort gebunden. Auch die Waldbäume müssen mit dem Wasser im Boden auskommen. Sie benötigen es unter anderem um die lebenswichtigen Mineralstoffe aus dem Boden aufzunehmen und in die Blätter der Krone zu transportieren. Antriebskraft für den Wassertransport in die Baumkrone ist die Verdunstung von Wasser über die Blätter. Dieser Vorgang wird Transpiration genannt.

Im Sommer verbrauchen unsere Wälder in der Regel mehr Wasser als durch den Niederschlag nachgeliefert wird. Der Wassergehalt der Böden nimmt dadurch ab. In normalen Jahren reichen die Wasserreserven der Böden und die Niederschläge während der Vegetationszeit aus, um den Bedarf der Bäume zu decken. Der Sommer im letzten Jahr war jedoch ungewöhnlich lange trocken und heiß (siehe hierzu auch Beitrag von G. Gietl in diesem Heft), so dass die Wälder einen enorm hohen Wasserbedarf hatten. Zwar können Pflanzen die Transpiration bis zu einem gewissen Maß einschränken, sie geraten dabei allerdings unter zunehmenden Trockenstress.

Im letzten Jahr war dieser Stress auf einigen Standorten anhand der Symptome deutlich sichtbar und messbar (siehe weitere Beiträge in diesem Heft). Um den Trockenstress in vergleichbare Zahlen fassen zu können, messen wir an den bayerischen Waldklimastationen den Bodenwassergehalt kontinuierlich mit modernen Methoden und berechnen den Wasserbedarf der Bäume sowie die Wasservorräte im Boden mit computergestützten Modellen (siehe Kasten).

Die Totwassergrenze wurde erreicht

Während des Sommers nahmen die Wassergehalte im Boden überall deutlich ab. Abb. 1 zeigt den Bodenwassergehalt in verschiedenen Bodentiefen für einen sandigen, einen lehmigen und einen tonigen Standort. Mit zunehmender Tiefe ist eine Verzögerung der Austrocknung zu erkennen. Ab Mitte August blieben die Wassergehalte im Boden auf einem konstant niedrigen Niveau. Offensichtlich war das Restwasser im Boden so stark gebunden, dass die Bäume es nicht mehr aus dem Boden saugen konnten. Dieser Anteil des Bodenwassers, der in Poren mit einem Durchmesser unter $0,2 \mu\text{m}$ (= 0,2 tausendstel Millimeter) gebunden ist, wird daher auch als "Totwasser" bezeichnet.

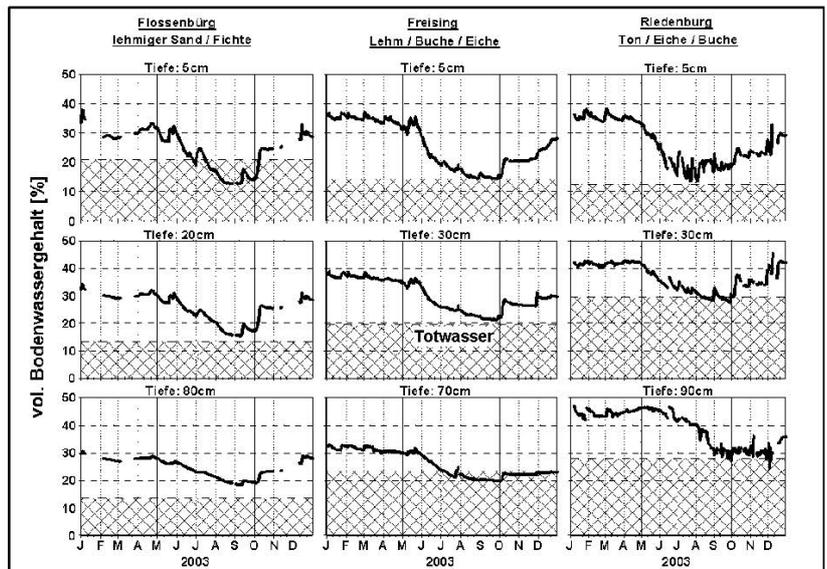


Abb. 1: Verlauf des Bodenwassergehalts in drei Bodentiefen an den Waldklimastationen Flossenbürg, Freising und Riedenburg während des Trockenjahres 2003 (die schraffierten Flächen geben den von Pflanzen nicht nutzbaren Totwassergehalt an)

Aus den Grafiken werden die Standortsunterschiede deutlich. Der Fichtenbestand auf lehmigem Sand im Oberpfälzer Wald im Forstamt Flossenbürg nutzte vor allem das Wasser aus den oberen Bodenhorizonten. Hier trocknete hauptsächlich der Oberboden bis 20 cm Tiefe aus. In 80 cm Tiefe standen das ganze Jahr über noch nutzbare Wasserreserven zur Verfügung. Allerdings wurzelt die Fichte bekanntermaßen vorwiegend flach, so dass das Wasser in den tieferen Bodenzonen nur teilweise genutzt werden konnte. Die Buchen und Eichen an den Waldklimastationen in Freising und Riedenburg nutzten dagegen den gesamten Wasserspeicher der Böden, so dass die Bodenwassergehalte in allen Tiefenstufen bis zur Totwassergrenze zurück gingen.

Die Bodenwasservorräte waren ausgeschöpft

Der prozentuale Wassergehalt im Boden sagt noch nichts über die im Boden verfügbare Wassermenge aus. Deshalb haben wir die für die Baumwurzeln verfügbaren Wasservorräte für das letzte Jahr und die zur Zeit gebräuchliche Normalperiode von 1961 bis 1990 berechnet.

Aus den in Abb. 2 dargestellten Modellberechnungen für sechs Waldklimastationen in ganz Bayern geht hervor, dass nahezu an allen Standorten der pflanzenverfügbare Wasservorrat im Sommer 2003 aufgezehrt war. Nur an der Alpenstation im Forstamt Sonthofen waren über den gesamten Sommer noch erhebliche Wasservorräte im Boden vorhanden. Allerdings waren die Wasservorräte selbst in Sonthofen von Juli bis September deutlich geringer als normal. Auch für die meisten anderen Standorte gilt, dass in Normaljahren selbst

im Hochsommer der Bodenwasserspeicher immer eine gewisse Reserve aufweist. Nur in den Tonböden in Riedenburg sind geringe Wasservorräte unter 50 Liter pro Quadratmeter im Sommer normal.

Transpiration der Bäume war stark eingeschränkt

Das knappe Wasserangebot im Boden führte dazu, dass die Transpiration der Bäume auf vielen Standorten stark eingeschränkt war. Die Wälder gerieten dadurch unter erheblichen Trockenstress. Wie stark der Wassermangel auf einigen

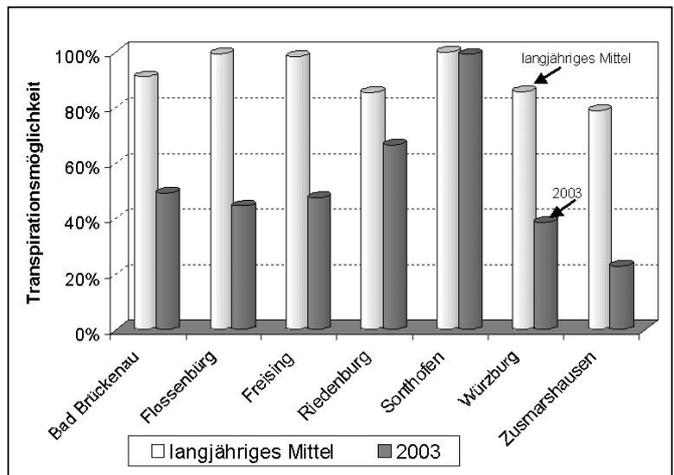


Abb. 3: Fähigkeit der Bäume zur Transpiration während der Monate August bis September im Trockenjahr 2003 und im langjährigen Mittel (1961 - 1990)

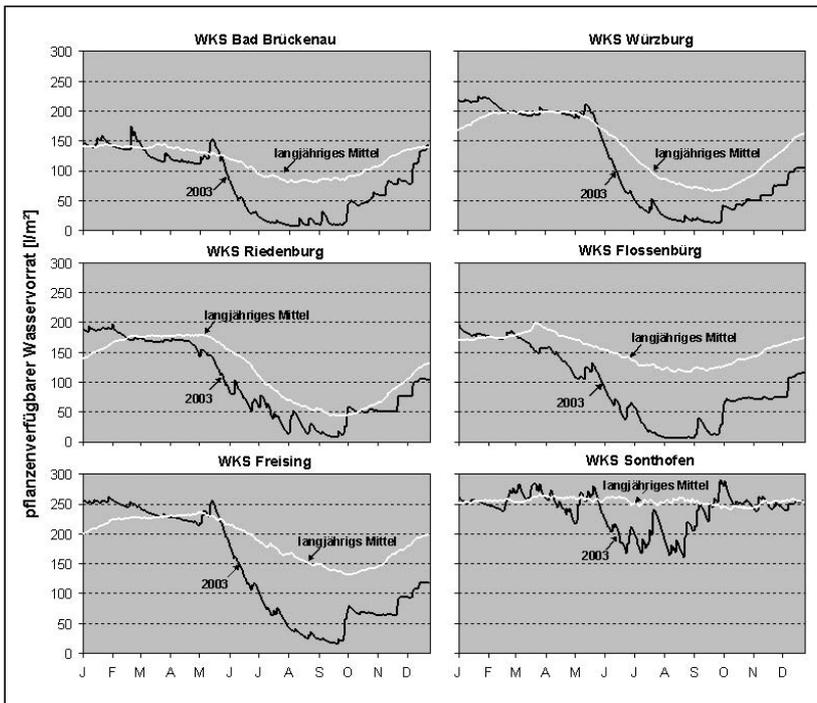


Abb. 2: Für die Bäume zur Verfügung stehender Wasservorrat im Boden an verschiedenen Waldklimastationen (WKS) während des Trockenjahres 2003 im Vergleich zum langjährigen Mittelwert (1961 - 1990)

Waldklimastationen war, ist auf Abb. 3 zu erkennen. An den meisten Stationen konnten die Bäume im August und September ihren Wasserbedarf nicht einmal zur Hälfte decken. An einzelnen Tagen kam die Transpiration sogar fast gänzlich zum Erliegen. Nur an der Alpenstation Sonthofen waren die Bäume ausreichend mit Wasser versorgt. Das bedeutet aber nicht, dass im Alpenraum generell kein Trockenstress vorgekommen wäre. Auf Standorten mit geringerem Bodenwasserspeicher war auch dort die Wasserversorgung mit Sicherheit angespannt.

Wasserdefizit war zum Jahresende noch nicht abgebaut

Mit dem Ende der Vegetationszeit im Oktober nimmt der Wasserbedarf der Wälder üblicherweise ab, da mit dem herbstlichen Laubfall die Transpiration beendet wird. Gleichzeitig setzten im letzten Jahr zu dieser Zeit in ganz Bayern wieder Niederschläge ein, so dass der Bodenwasservorrat langsam wieder zunahm.

In den Alpen an der Waldklimastation Sonthofen war der Bodenwasserspeicher bereits

Ende September wieder aufgefüllt. In Bad Brückenau in der Röhn dauerte es bis Ende Dezember, ehe der pflanzenverfügbare Wasservorrat wieder auf Normalmaß war.

Auf den anderen Waldklimastationen fehlten bis zum Jahreswechsel noch zwischen 100 und 150 Liter Wasser pro Quadratmeter zur Sättigung der Böden. Im Normaljahr sind die Defizite zu dieser Zeit nur etwa halb so hoch. Da die Niederschlagsmengen im ersten Quartal in ganz Bayern jedoch normalerweise deutlich höher sind als das Wasserdefizit im Boden, kann damit gerechnet werden, dass die Waldböden auch in diesem Frühjahr wieder aufgefüllt werden.

Das Trockenjahr 2003 übertraf sogar die Jahre 1947 und 1976

Auch im Vergleich zu den historischen Trockenjahren 1947 und 1976 war das Jahr 2003 besonders ungünstig für den Wald. Wie Abb. 4 zeigt, trocknete der Boden an der Waldklimastation Freising im letzten Sommer deutlich rascher aus als 1947 und stärker als 1976. Während der gesamten Vegetationszeit ging im letzten Jahr der Bodenwasservorrat kontinuierlich zurück. Im Gegensatz zu den anderen Trockenjahren gab es keine Erholungsphase für die Bäume. Bereits Anfang August standen den Wurzeln nur noch weniger als 50 Liter Wasser pro Quadratmeter zur Verfügung, während es selbst in dem ebenfalls extrem trockenen Jahr 1947 zu dieser Zeit noch über 100 Liter waren. Damit war nicht nur die Dauer des

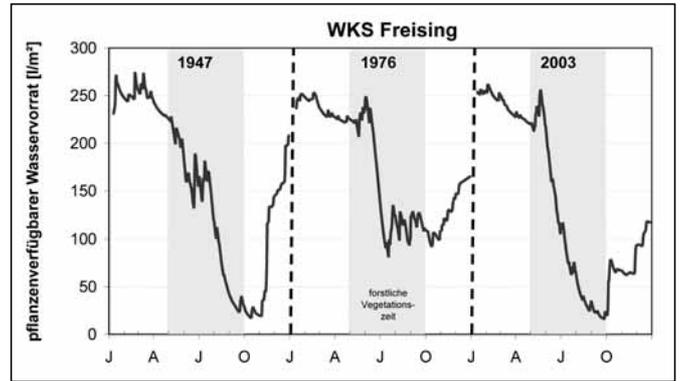


Abb. 4: Vergleich der pflanzenverfügbaren Wasservorräte im Boden zwischen den Trockenjahren 1947, 1976 und 2003 an der Waldklimastation Freising

Trockenstresses besonders lang, sondern auch der Zeitpunkt des Auftretens besonders ungünstig. Je früher nämlich der Trockenstress während der Vegetationszeit auftritt, desto stärker wirkt er sich schädigend auf die Wurzeln und die Vitalität der Bäume aus.

DR. STEPHAN RASPE, WINFRIED GRIMMEISEN und BERND SCHULTZE sind Mitarbeiter im Sachgebiet II (Standort und Umwelt) der LWF



Wie wird die Feuchte der Waldböden ermittelt?

An sechs der zweiundzwanzig bayerischen Waldklimastationen wird der Wassergehalt im Boden permanent gemessen. Hierzu sind in verschiedenen Bodentiefen Messsensoren eingebaut, die jede halbe Stunde Informationen über den Wassergehalt des Bodens liefern.

Mit einem Art „Bodenecholot“ wird dazu eine hochfrequente elektromagnetische Welle über spezielle Antennen in den Boden geschickt und quasi ihr Echo im Boden wieder aufgefangen. Da die Dauer der Reflexion dieses „Echos“ hauptsächlich von der Feuchtigkeit des Bodens abhängt, kann damit der Wassergehalt bestimmt werden.

Neben diesen Messungen kann der Bodenwasserhaushalt auch durch physikalisch und physiologisch begründete Simulationsmodelle beschrieben werden.

Diese Programme benötigen jedoch umfangreiche Daten zu Boden, Bestand und Witterung. So müssen vor allem Informationen über den **Aufbau und die Struktur des Bodens und der Bestände** vorliegen. Als wichtige äußere Steuergrößen gehen die **Niederschlagsmenge**, die **Lufttemperatur**, die **relative Luftfeuchte**, die **Strahlung** und die **Windgeschwindigkeit** in mindestens täglicher Auflösung ein. Sind diese Daten vorhanden, kann für viele Standorte der Wasserhaushalt mit ausreichender Genauigkeit beschrieben werden. Zusätzlich liefern solche Modelle Informationen zur Wasserversorgung der Bäume. Damit werden sie zu einem wichtigen Instrument zur Bewertung von Trockenjahren.

Abb. 5: Bodenfeuchte-Messeinrichtung an der Waldklimastation Ebersberg

Ozonbelastung in Deutschland**Sommer 2003: Mehr Hitze, mehr Ozon**

von Annette Menzel, Christian Heerdt, Herbert Werner

Das außergewöhnlich heiße Wetter des vergangenen Sommers war ideal für die Bildung von bodennahem Ozon (Basisinformation zu Ozon siehe Kasten S. 8). Auswertungen der Ozonmesswerte des vergangenen Sommers durch das Umweltbundesamt zeigen mehr und längere Schwellenwertüberschreitungen als in den vergangenen 8 Jahren (UBA 2003). In weiten Teilen Europas erreichte im Sommer 2003 die gesundheitsschädliche Ozonbelastung im Vergleich der letzten zehn Jahre wieder Rekordhöhen. Die am stärksten betroffenen Gebiete waren der Südwesten Deutschlands, die Schweiz, der Norden und Südosten Frankreichs, Belgien, Nord- und Mittelitalien sowie Zentralspanien.

Sonne + Stickoxide + VOC = Ozon

Für hohe Ozonkonzentrationen müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein: Das Vorhandensein der Vorläuferstoffe NO_x und NMVOC (flüchtige organische Verbindungen ohne Methan), eine intensive Sonnenstrahlung und eine mehrere Tage andauernde stabile Schönwetterperiode, die zu einer Speicherung von Ozon innerhalb der atmosphärischen Mischungsschicht führt. Besonders hohe Ozonwerte wurden während der anhaltenden Hitzewelle im August 2003 gemessen. Eine solche Witterungssituation wurde das letzte Mal im warmen Jahr 1990 beobachtet, demnach war der Sommer 2003 auch in dieser Hinsicht außergewöhnlich.

Verbunden mit Schadstoffemissionen durch Verkehr und Industrie führte die Hitze zu lang anhaltenden Perioden mit hohen Konzentrationen von bodennahem Ozon. Die hohen Temperaturen könnten die Situation auch dahingehend verschärft haben, dass sie zu einer erhöhten Freisetzung von flüchtigen organischen Nicht-Methanverbindungen aus Pflanzen, (z.B. Terpene und Isopren) und aus Lösungsmitteln führen.

Wie kommt es zu solchen Spitzenwerten?

Das Umweltbundesamt berichtet: Im Zeitraum vom 1. bis 14. August herrschten für Ozonbildung und Ozonanreicherung (auch der Ozonvorläu-

ferstoffe) über 2 Wochen anhaltend günstige meteorologische Bedingungen. So konnte sich eine stabile Grundbelastung an Ozon bilden, auf den die Spitzen der Schwellenwertüberschreitungen „aufsitzen“.

Die Abb. 1 zeigt den Verlauf der Stundenmittelwerte der Ozonkonzentration, wie sie über dem Kronendach auf der Versuchsfläche im Kranzberger Forst, nahe Freising, gemessen wurden. Über das Jahr 2003 (bis November) wurde eine um 34% höhere Ozonbelastung (Summe der Stundenmittelwerte) erreicht als in den vergleichbaren Monaten der Jahre 2002 und 2001 (Abb. 2).

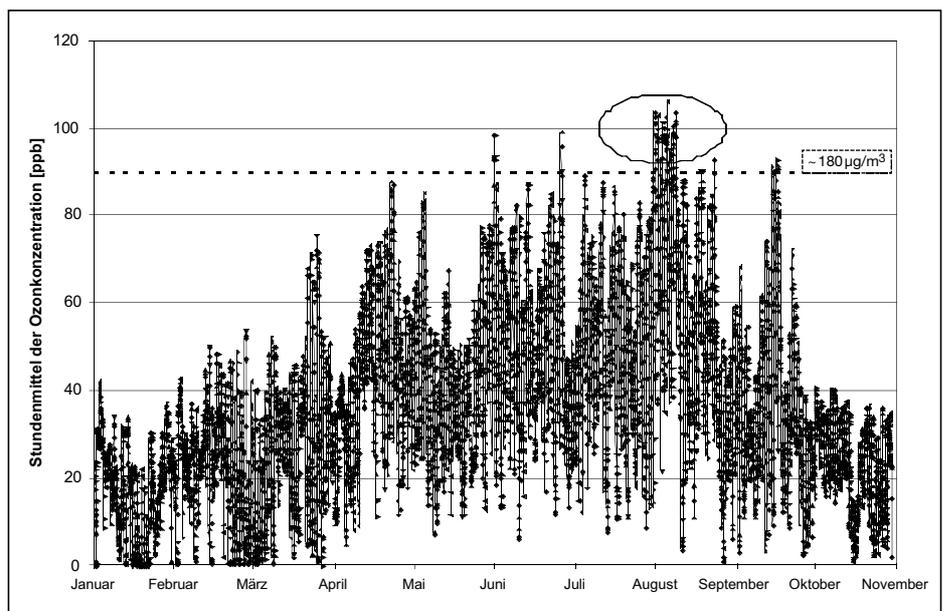


Abb. 1: Stundenmittel der Ozonkonzentration im Jahr 2003 über dem Versuchsbestand Kranzberger Forst (SFB 607, Referenzfläche, Messungen des Lehrstuhls für Ökologie, TUM (Schwellenwert des bodennahen Ozons zur Unterrichtung der Bevölkerung ist 180 µg/m³)

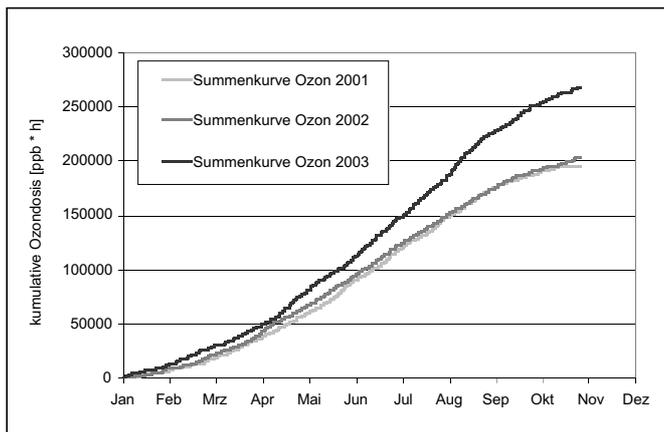


Abb. 2: Summenkurven der Ozonkonzentration der Jahre 2001-2003, Kranzberger Forst, Freising

Maßnahmen zur Verminderung der Ozonbelastung wirken bereits

Die Stickstoffoxide stammen zu 61% aus dem Verkehr und NMVOC zu 62% aus der Verwendung von Lösungsmitteln. Die Maßnahmen zur Verringerung dieser Vorläufersubstanzen des Ozons zeigen bereits erste Wirkung, denn ihr Ausstoß ist in Deutschland zwischen 1990 und 2001 um 42% (Stickstoffoxide) bzw. um 50% (flüchtige Kohlenwasser-

stoffe) zurückgegangen. So haben die Ozon-Spitzenkonzentrationen bzw. die Überschreitungsstunden zwischen 1990 und 2002 deutlich abgenommen. Laut Umweltbundesamt wäre im Jahr 2003 die Ozonbelastung noch höher und die Zahl der Überschreitungen um etwa zehn Prozent größer gewesen, wenn heute in Deutschland noch so viele Ozonvorläufersubstanzen wie 1997 ausgestoßen werden würden.

Allerdings trägt auch das nordhemisphärische „Hintergrund-Ozon“, das interkontinental über die gesamte Nordhalbkugel verfrachtet wird, in erheblichem Maße zu den gemessenen Ozonkonzentrationen in Deutschland bei.

Literatur

EUROPÄISCHE UMWELTAGENTUR (EUA), Pressemitteilung vom 24.10.2003

UMWELTBUNDESAMT (UBA), Presse-Information 02/2004

UMWELTBUNDESAMT (UBA), Kurzbericht zur Ozonsituation 2003 in der Bundesrepublik Deutschland, Dezember 2003.

PD DR. ANNETTE MENZEL, CHRISTIAN HEERDT UND DR. HERBERT WERNER sind Mitarbeiter am Lehrstuhl für Ökologiklimatologie der TU München

OZON – „oben hui – unten pfui“

Ozon ist die dreiatomige Form des gewöhnlichen Luftsaauerstoffs, der aus zwei Atomen besteht. Es spielt in der Erdatmosphäre eine Doppelrolle. In den Luftschichten oberhalb von etwa 10 km bis etwa 50 km (Stratosphäre) befinden sich 90 % des Ozons. Es entsteht dort unter dem Einfluss der ultravioletten (UV-) Sonnenstrahlung und absorbiert so den schädlichen UV-B und UV-C Anteil der Sonnenstrahlung. In dieser Schicht wird Ozon unter anderem durch Chlor und Brom abgebaut, das von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW), Halonen und halogenhaltigen Stoffen stammt. Der markante Abbau im antarktischen Frühling in den letzten Jahrzehnten wird als „Ozonloch“ bezeichnet.

In den unteren Luftschichten bis 10 km Höhe (Troposphäre) gibt es einen Sockelanteil natürlich vorhandenen Ozons. Das stratosphärische Ozon ist aufgrund seiner schützenden Wirkung lebenswichtig, eine Zunahme der Ozonkonzentration in der Troposphäre hingegen ist wegen schädlicher Auswirkungen auf die Umwelt nicht erwünscht.

Hier bilden sich bei intensiver Sonnenstrahlung Ozon und andere Photooxidantien („Sommersmog“), die durch komplexe photochemische Reaktionen von Luftsauerstoff und sogenannten Vorläufersubstanzen, insbesondere Stickstoffoxiden (NO_x), und flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC), entstehen. Aber auch Kohlenmonoxid (CO) und Methan (CH_4) tragen zur natürlichen troposphärischen Ozonbildung bei. Diese Luftverunreinigungen stammen

sowohl aus natürlichen, zum großen Teil aber aus anthropogenen Quellen, wie dem motorisierten Verkehr.

Während sommerlicher Schönwetterperioden erreicht das bodennahe Ozon in Deutschland Konzentrationen, die die menschliche Gesundheit gefährden oder zu Vegetationsschäden führen. Gesundheitliche Beeinträchtigungen des Menschen umfassen insbesondere eine Reizung der Schleimhäute und eine vorübergehende Einschränkung der Lungenfunktion. Für die Ozonwirkung auf Pflanzen ist die Aufnahme durch die Spaltöffnungen entscheidend. Die Reaktion der Pflanzen, hauptsächlich Laubbäume, Sträucher und Kulturpflanzen, beruht auf einer Abfolge von biochemischen und physiologischen Prozessen, die schließlich bis zu einer sichtbaren Schädigung, wie Gewebeerstörungen (Nekrosen) oder Verfärbungen (Chlorosen) führen können. Je nach Belastungszeit und Ozonkonzentration unterscheidet man akute, chronische und latente Wirkungen. Ozon greift auch organische Materialien, wie Lacke, Farbstoffe und Textilfasern, an. Kunststoffe oder Gummi altern schneller, Farben bleichen durch Ozonwirkung aus.

Daneben ist troposphärisches Ozon auch ein Treibhausgas. Seine gesamte klimaaktive Wirkung (Strahlungsantrieb ca. $0,35 \text{ W/m}^2$ oder 13 % des gesamten anthropogenen Treibhauseffektes) ist etwa mit der der chlorierten Kohlenwasserstoffe oder Methan vergleichbar, ist aber deutlich schwächer als die Wirkung von CO_2 .

Im Waldzustandsbericht 2003 noch nicht enthalten:

Deutliche Blattverluste bei Eiche und Buche

Der Kronenzustand des Laubholzes verschlechterte sich deutlich

von Franz Josef Mayer

Eine Wiederholungsaufnahme zum Kronenzustand der Bäume an der Waldklimastation Freising zeigte, dass sowohl Eiche als auch Buche auf die Trockenheit im letzten Jahr mit massiven, vorzeitigen Blattverlusten, Vergilbungen und Verbraunung im Spätsommer reagierten. Sowohl zwischen den beiden Baumarten als auch zwischen den einzelnen Individuen zeigten sich jedoch deutliche Unterschiede.

Sowohl in der Literatur als auch in der öffentlichen Diskussion ist der Einfluss der Trockenheit auf den Kronenzustand der Waldbäume heftig umstritten. Eine Reihe von Wissenschaftlern vertritt die These, der Einfluss der Witterung sei unterschätzt oder bis heute nicht ausreichend untersucht. Es stellt sich weiter die Frage, ob Bäume individuell unterschiedlich auf Trockenheit reagieren und wenn ja, was die Ursache dafür sein könnte.

Bereits im September deutliche Blattverluste erkennbar

Aufgrund des sehr trockenen und heißen Sommers 2003 zeichneten manche Bäume und Bestände auf Standorten mit geringer Wasserspeicherkapazität im frühen September sehr deutlich. Diese Effekte konnten bei der Waldzustandsinventur aber noch nicht erfaßt werden. Mitte August waren die Außenaufnahmen wie in jedem Jahr bereits abgeschlossen. Die Reaktionen der Bäume in diesem außergewöhnlichen Jahr veranlaßte uns daher, unter anderem an vier Waldklimastationen die Bäume ein zweites Mal aufzunehmen. Das Ergebnis war, dass die mittleren Blattverlustprozente auf allen

Flächen sehr deutlich zugenommen hatten; die Werte stiegen um +8% bis +17% an.

Eiche und Buche an der WKS Freising

Ein gutes Beispiel für die Resultate der Zweitaufnahme sind die Daten der Waldklimastation Freising mit einem Buchen-Eichenbestand auf tiefgründigem Boden. Sogar hier litten die Bäume ab September ganz offensichtlich stark unter der Trockenheit des Sommers. Die Fläche wurde als letzte bei den Zweitaufnahmen begutachtet.

Die Eichen zeigten die deutlichsten Blattverluste aller Beobachtungsflächen an den Waldklimastationen. Nach vier Wochen zusätzlicher Trockenheit lag der mittlere Blattverlust der Eichen bei der Zweitaufnahme um 17,2 % höher bei nun 42 % (Abb. 1). Bei den Buchen stieg der Wert geringfügiger von 19 % auf 25 % an (Abb. 2).

Besonders bei den Eichen entstand der Eindruck, dass die einzelnen Individuen unterschiedlich reagierten. Einzelne Eichen waren nicht nur vergilbt sondern hatten bereits braune Blätter, die teilweise schon abgeworfen waren. Dennoch gab es auch Eichen, die kaum Reaktionen auf die Trockenheit

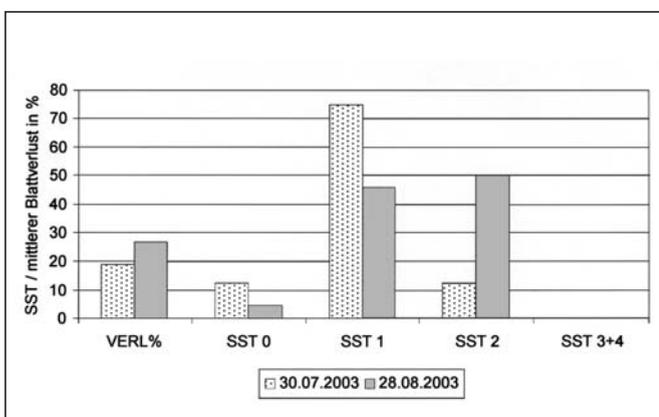


Abb. 1: Einfluss der Trockenheit auf den Kronenzustand der Eichen bei zwei Aufnahmen an der Waldklimastation in Freising

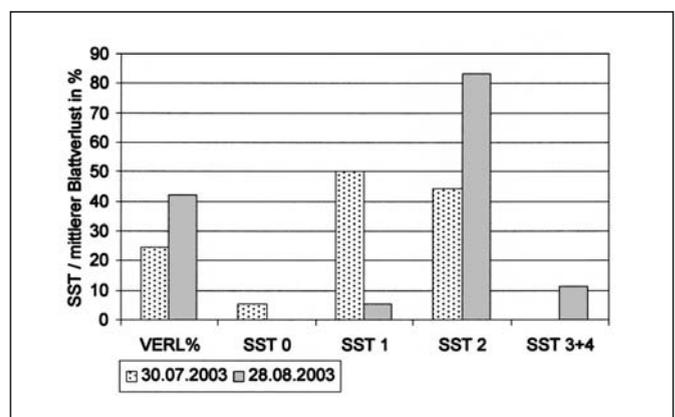
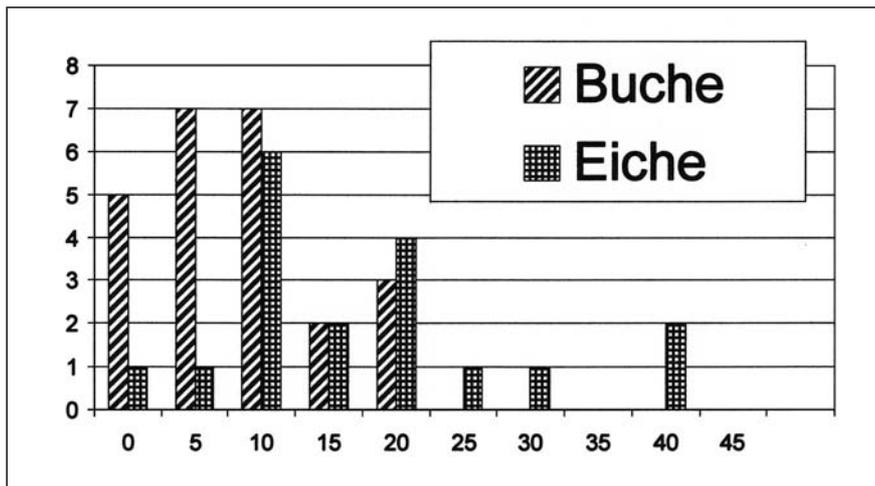


Abb. 2: Einfluss der Trockenheit auf den Kronenzustand der Buchen auf der Waldklimastation in Freising



zeigten und nur mit geringfügig höherem Blattverlust eingewertet wurden. Dies zeigt Abb. 3 mit einem einzelbaumweisen Vergleich zwischen Erst- und Zweitaufnahme.

In einem länderübergreifenden Projekt sollen solche Daten noch detaillierter ausgewertet werden.

DR. FRANZ JOSEF MAYER ist Mitarbeiter im Sachgebiet I (Zentrale Dienste und Forstpolitik) der LWF

Abb. 3: Unterschied des Blattverlustprozentes zwischen Erst- und Zweitaufnahme der Buchen und Eichen an der WKS Freising

Waldbrände 2003

Es hätte schlimmer kommen können...

von Matthias Wallrapp

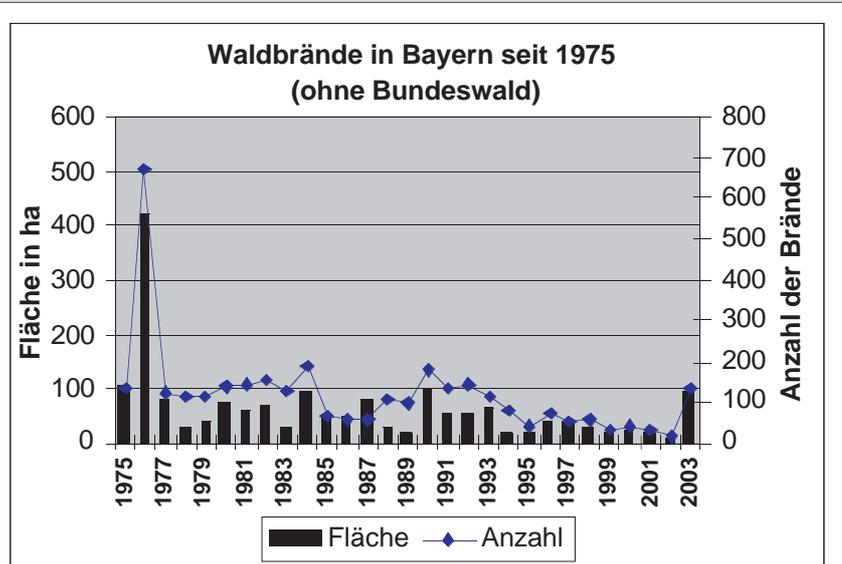
Das Waldbrandgeschehen 2003 war geprägt durch die seit Februar bis Ende August währende Trockenheit, die Bayern den heißesten und trockensten Sommer seit den ersten Aufzeichnungen der Wetterdaten 1901 beschert hat (siehe auch weitere Artikel in diesem Heft).

Dies hatte zur Folge, dass bereits im Frühjahr die Bodenstreu der Bestände völlig ausgetrocknet war, und so zusammen mit der anhaltend heißen Witterung ideale Bedingungen für das Auftreten von Waldbränden entstanden sind.

Im Jahr 2003 ereigneten sich demnach, im Vergleich zu den vorhergehenden 10 Jahren, deutlich mehr Waldbrände (134 mit einer Gesamtfläche von 96 ha).

Dass dieser Extremsommer vom Waldbrandgeschehen her dennoch relativ glimpflich verlaufen ist, zeigt sich in der meist geringen Ausdehnung der einzelnen Brandereignisse. Es kam trotz der extremen Trockenheit zu keinen größeren Katastrophen. Zum Vergleich: Das ähnlich heiße Trockenjahr 1976 hatte damals noch vier mal so viele Waldbrände zur Folge.

Das es nicht soweit kam, lag vor allem an der dauerhaften Überwachung besonders gefährdeter Waldflächen durch die Feuerwehren und das Forstpersonal vor Ort. Entstehende Brände konnten so rechtzeitig erkannt und sofort im Keim erstickt werden.



Aber auch der fortgeschrittene Waldumbau besonders feueranfälliger Kiefernreinbestände zu weniger brandgefährdeten Mischwäldern zeigt bereits erste Erfolge.

MATTHIAS WALLRAPP ist Mitarbeiter der Redaktion von LWFaktuell

Der Wald in Bayern hatte es schwer

Wenn schon im Sommer tonnenweise Blätter fallen

Baumentwicklung und Streufall

von Stephan Raspe, Christoph Schulz und Frank Kroll

Grünes, trockenes Laub und Nadeln am Waldboden waren im Spätsommer 2003 keine Seltenheit. Was der aufmerksame Waldbesucher während des letzten Sommers sehen konnte, hat die LWF mit ihrem Beobachtungsnetz der bayerischen Waldklimastationen wissenschaftlich ausgewertet. Besonders betroffen waren die Kiefern- und Buchenbestände auf trockeneren Standorten. Fichten reagierten dagegen nicht mit Nadelabwurf, waren aber durch den Borkenkäfer stark gefährdet.

An diesen Reaktionen werden die unterschiedlichen Strategien der Bäume im Umgang mit Trockenperioden sichtbar, aber auch die unterschiedliche Belastung an verschiedenen Standorten. Da das letzte Jahr gleichzeitig ein Vollmastjahr war, traf die Trockenheit die Wälder besonders hart.



Abb. 1: Grün abgeworfenes Buchenlaub war im Sommer 2003 häufig anzutreffen

Das phänologische Beobachtungsprogramm an den 22 bayerischen Waldklimastationen ermöglicht eine objektive Bestandsaufnahme der Reaktionen des Waldes auf den Rekordsommer 2003. Nach einem international standardisierten Verfahren bewerteten die Betreuer dieser intensiven Umweltbeobachtungsstationen jede Woche zuverlässig den Entwicklungszustand der Bäume und nehmen sichtbare Schäden auf. So können die subjektiven Eindrücke über sichtbare Erscheinungen im Wald in objektive Zahlen gefasst und langfristig dokumentiert werden.

Frühzeitig wurden Trockenschäden beobachtet

Bereits Mitte Juli 2003 meldete der Betreuer der Waldklimastation Würzburg auf seinem wöchentlichen Berichtsbogen: "Grüne Blätter fallen wegen Trockenheit teilweise ab." Damit begann eine kontinuierliche Reihe von Meldungen über Trockenschäden aus ganz Bayern.

Am 12. August meldete der Betreuer der Station Landau, dass sich wegen Trockenheit Eschenblätter einrollen und abfallen. Auch Stieleichen vergilbten und es kam zu vorzeitigem Blatt- und Fruchtfall. Dann ging es Schlag auf Schlag. Bis Anfang Oktober wurde jede Woche von einer anderen Waldklimastation von sichtbaren Reaktionen der Bäume auf die Trockenheit berichtet. Besonders betroffen waren zunächst die Buchenbestände, später folgten Eichen- und Kiefernbestände und schließlich die Fichtenstationen in den Forstämtern Zusmarshausen (2. September) und Sonthofen (7. Oktober). In Abb. 2 sind die Meldungen räumlich und zeitlich zugeordnet. Tendenziell breiteten sich die Trockenheitssymptome von Franken ausgehend über das süd- und ostbayerische Flachland bis zu den Mittelgebirgen und den Alpen hin aus.

Zusätzlich zu den beobachteten unmittelbaren Trockenreaktionen der Bäume wurde von vier Waldklimastationen Borkenkäferbefall gemeldet. Besonders betroffen hiervon war die Waldklimastation Goldkronach im Fichtelgebirge, auf der über zwei Drittel der Bäume gefällt werden mussten.

Vorzeitiger Laubfall wurde beobachtet und gemessen

Das ganze Ausmaß des frühzeitigen Laubabwurfs wird an den Streumengen deutlich, die an den Waldklimastationen im Abstand von 4 Wochen gemessen werden. Abb. 3 zeigt die in speziellen Sammlern im Zeitraum Mitte August bis Mitte September aufgefangenen Blatt- beziehungsweise Nadel-

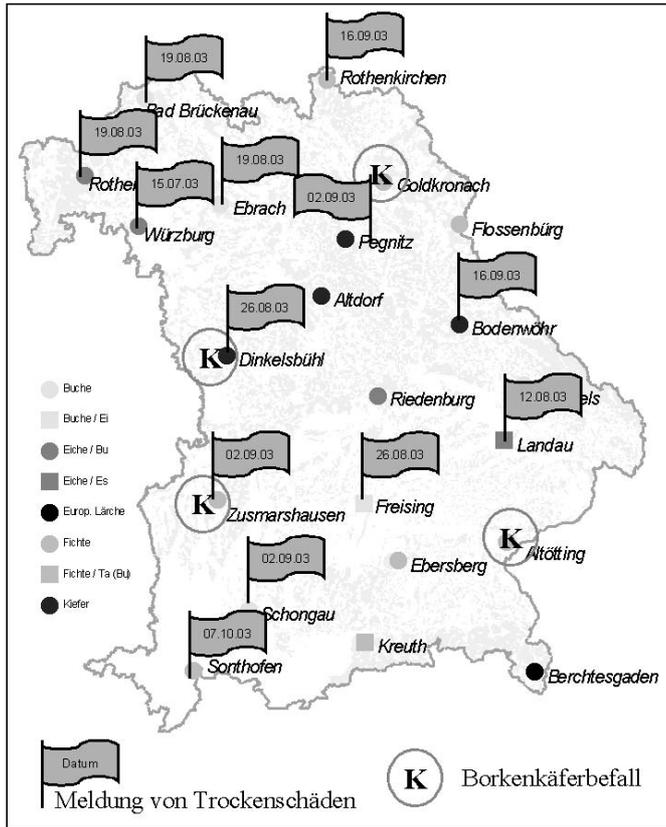


Abb. 2: Räumliche Verteilung der Meldungen über Trockenschäden und Borkenkäferbefall an den Waldklimastationen in Bayern

streumungen im Jahr 2003 und vergleicht sie mit dem Mittelwert der letzten sechs Jahre.

Kiefer

In allen beobachteten Kiefernbeständen fielen im letzten Sommer erheblich mehr Nadeln ab als üblich. Besonders hoch war der Streufall in Bodenwöhr, wo knapp 40 Prozent der regulären Nadelstreuenge bereits im August anfielen. Normalerweise fallen in diesem Zeitraum nur 10 Prozent. Ob es sich hierbei um einen zusätzlichen Nadelverlust durch die Trockenheit handelt oder ob die Nadeln nur früher als üblich abfielen, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht mit Sicherheit gesagt werden. Im September und Oktober fielen im letzten Jahr jedoch deutlich weniger Kiefernadeln auf den Boden als in den Jahren zuvor, so dass vieles auf eine reine Verschiebung des Streufallszeitpunktes bei im Jahresverlauf gleichbleibender Menge hindeutet. Ob dies die Bäume in ihrer Photosyntheseleistung beeinträchtigte, wird sich am Zuwachs der nächsten Jahre zeigen.

Laubbäume

Auch die Buchenbestände an den Waldklimastationen in Unter- und Mittelfranken warfen bereits im August letzten Jahres deutlich mehr Laub ab, als sie dies normalerweise im Sommer tun.

So setzte der Laubfall an der Waldklimastation Bad Brückenau im letzten Jahr rund zwei Monate früher ein als

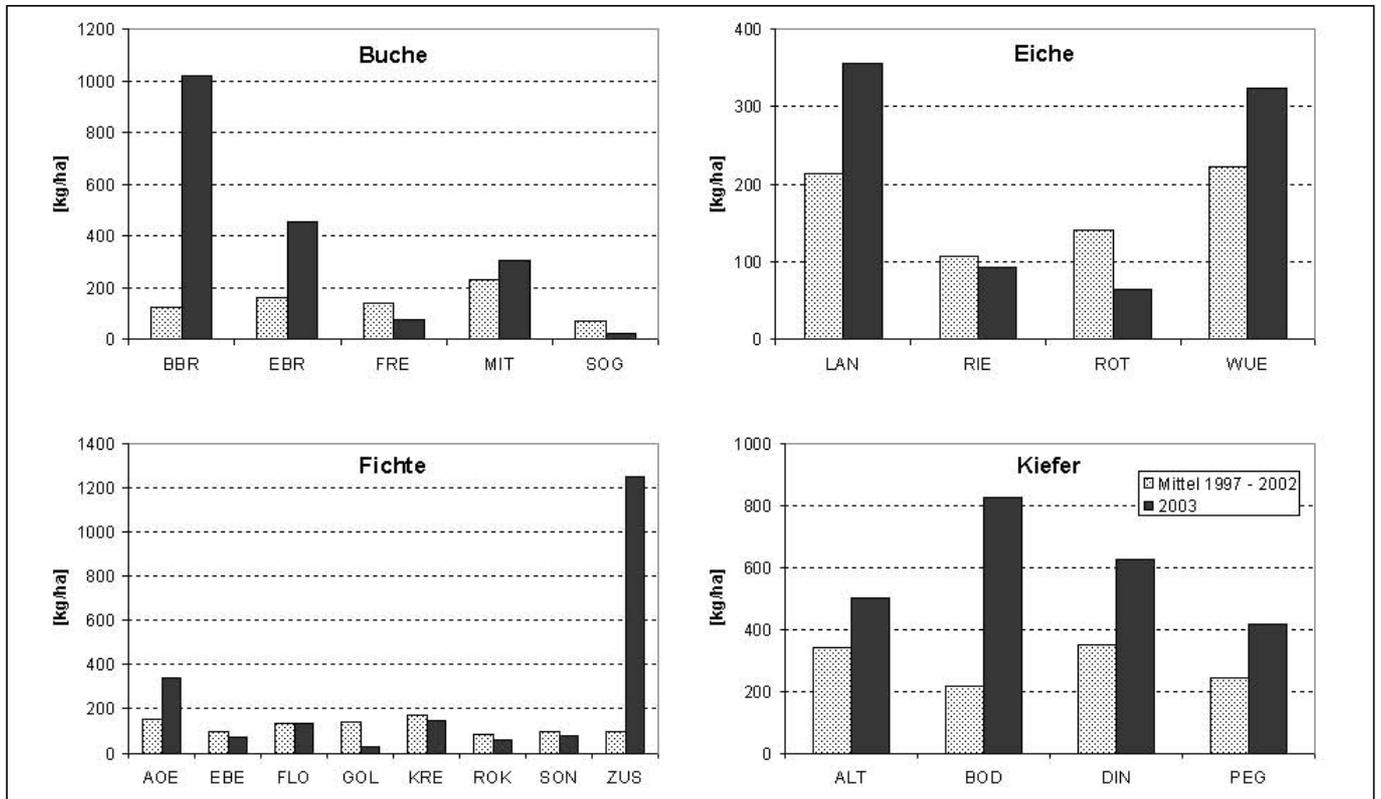


Abb. 3: Streumengen im Zeitraum Mitte August bis Mitte September im Jahr 2003 und im Mittel der Jahre 1997 bis 2002 gruppiert nach den Hauptbaumarten an den bayerischen Waldklimastationen

üblich. Bereits im August fielen mit knapp einer Tonne pro Hektar etwa ein Drittel des gesamten Buchenlaubs vorzeitig ab. Etwas geringer fiel die Reaktion in Ebrach aus. Hier setzte der Streufall Anfang September ein, gut einen Monat zu früh. Auch in Mitterfels setzte der herbstliche Laubfall bereits zwei Wochen früher, Anfang September ein.

Auf den mit Wasser besser versorgten Standorten in Freising und Schongau fiel das Buchenlaub dagegen nicht vorzeitig herunter. Dieser relativ geringe Streufall reichte jedoch offensichtlich aus, um bei der Wiederholung der Kronenzustandsansprache zu einem deutlich schlechteren Ergebnis zu kommen.

Auch an den Waldklimastationen mit Eichenmischbeständen fiel nur wenig Laub frühzeitig auf den Boden. Aus Landau wurde jedoch bereits Mitte August der Beginn des Laubfalls gemeldet und damit einen Monat früher als in den vergangenen Jahren. Allerdings handelte es sich dabei nur um geringe Streumengen. In Landau und Würzburg betrug die im Zeitraum August bis September gefallenen Laubmengen nur neun beziehungsweise sechs Prozent der gesamten Jahressumme.

Fichte

Die Fichten an den Waldklimastationen reagierten, im Gegensatz zu den Laubbäumen und zur Kiefer, nicht mit einem verfrühten oder erhöhten Nadelfall auf die Trockenheit. Nur nach Borkenkäferbefall fielen deutlich mehr Nadeln als üblich auf den Boden. In Zusmarshausen fiel dadurch in einem Monat über eine Tonne Nadelstreu pro Hektar an, was etwa einem Viertel der Gesamtmenge eines normalen Jahres entspricht. Wie oben erwähnt, war die Waldklimastation in Goldkronach besonders stark vom Borkenkäferbefall betroffen. Der Befall setzte jedoch schon früher ein, so dass vergleichbar hohe Nadelstreuungen wie in Zusmarshausen bereits im Juli gemessen wurden. Bis Ende August wurde die Fläche dann weitgehend durch Entfernung von Käferbäumen geräumt.

Vegetationszeit wegen Wassermangels vorzeitig beendet

Die beschriebenen Reaktionen auf die Trockenheit führten natürlich zu erheblichen Beeinträchtigungen während der Vegetationszeit. An vielen Standorten war die Dauer der Vegetationszeit im letzten Jahr deutlich kürzer als in den Jahren zuvor. Nach unseren bisherigen Untersuchungen endet zumindest das Wachstum von Buchen in der Regel mit dem Beginn der Herbstverfärbung. Auf den meisten Waldklimastationen setzte die Verfärbung letztes Jahr um ein bis drei Wochen früher ein als üblich. Allerdings dauerte es auch um bis zu einem Monat länger bis die Herbstverfärbung abgeschlossen war. Auch die Phase, in der das Laub von den Bäumen fiel, war in der Regel deutlich länger als in den Vorjahren. Das Ende der Vegetationszeit im Trockenjahr 2003 war daher nicht so scharf abzugrenzen wie es in Normal-

jahren möglich ist. Die Folgen für das Wachstum der Bäume werden in zwei weiteren Beiträgen in diesem Heft besprochen.

Zusätzlich Belastung durch starke Fruchtbildung

Unabhängig von der Trockenheit war das Jahr 2003 durch eine ausgesprochen intensive Blüte und Fruchtbildung nahezu aller Baumarten charakterisiert. So fielen an der Waldklimastation Freising knapp 2,5 Tonnen Bucheckern und Eicheln pro Hektar im Sommer und Herbst. In ähnlichen Größenordnungen fielen Bucheckern in Schongau (2,5 t/ha) und Mitterfels (1,7 t/ha) sowie Eicheln in Riedenburg (1,8 t/ha) und Rothenbuch (1,2 t/ha). Zum Vergleich: In einem Nichtmastjahr fallen deutlich unter 500 Kilogramm Früchte auf einen Hektar Boden. Aus Freising wurde allerdings berichtet, dass nahezu alle Eicheln vom Eichelwickler angebohrt waren und daher taub zu Boden fielen. Auch an der Waldklimastation Rothenbuch wurde trockenheitsbedingt ein verfrühter Fruchtfall beobachtet.

Egal ob die Früchte nun bis zur Samenreife gelangten oder nicht, ihre Bildung stellte auf alle Fälle einen ganz erheblichen Kraftaufwand der Bäume dar. Die Energiereserven, die sie in diese Früchte investiert haben, konnten die Bäume weder für die Bewältigung der extremen Witterung während des Sommers 2003, noch für das Wachstum verwenden. Sie waren daher in ihrer Abwehr gegenüber Schädlingen und Schadstoffen geschwächt. Insofern trafen Hitze und Trockenheit die Wälder in einem ungünstigen Moment der vollen Fruktifikation und damit besonders hart.

Ausblick

Die im letzten Jahr beobachteten Anomalien beim Laubfall werden sich auch in diesem und den kommenden Jahren auswirken. Durch den frühzeitigen Laubverlust und die verkürzte Vegetationszeit konnten die Bäume nur wenig Reservestoffe aufbauen. Hinzu kommen, vor allem bei der flachwurzelnenden Fichte, Feinwurzelschäden durch das extreme Austrocknen des Bodens. Damit starten die Bäume bereits geschwächt ins neue Jahr. Wir erwarten verringerte Blattmassen, verkürzte Triebe und eingeschränkten Zuwachs. Zu befürchten sind Störungen im Nährstoffhaushalt und erhöhte Anfälligkeit gegen Schädlinge und Witterungsstress.

DR. STEPHAN RASPE, CHRISTOPH SCHULZ und FRANK KROLL sind Mitarbeiter im Sachgebiet II (Standort und Umwelt) der LWF

Trockenjahr 2003

Trockenheit 2003 war nicht die einzige Ursache für starke Zuwachsverluste

Beobachtungen zur Reaktion von Baumkronen, Belaubung und Durchmesserzuwachs der Waldbäume im Jahr 2003

von Hans-Peter Dietrich, Stephan Raspe und Alfred Schubert

Durch die extreme Witterung im Sommer 2003 und die starke Blüte sind unsere Waldbäume stark geschwächt, markante Zuwachsminderungen sind die Folge. An den Waldklimastationen und Bodendauerbeobachtungsflächen zeigten besonders Fichtenbestände starke Einbußen bei Nadel-, Trieb- und Durchmesserwachstum, während die Laubbäume bis in den August weniger stark reagierten. Erst die kommende Vegetationszeit wird Aufschlüsse darüber geben, wie stark Leistungsvermögen und Vitalität der Waldbäume tatsächlich beeinträchtigt wurden.



Abb. 1: Fichtenblüte

Starke Blüte + Trockenheit = Zuwachsrückgang

An 12 von 13 Fichtenbeständen wurde extrem starke Blüte (Abb. 1) und teilweise starker Zapfenbehang registriert. Dies wirkte sich besonders bei Fichten negativ auf die Zweig- und Nadelneubildung aus. Das bestätigt frühere Beobachtungen. Ähnlich wie im Fruchtjahr 1992 blieben auch 2003 die Neutriebe kurz, die Nadeln daran klein und die Nadelgewichte einzelner Nadeln gering. Die gesamte Nadelmasse des produktivsten jüngsten Jahrganges war deutlich vermindert. Verglichen mit den Vorjahren war der Trieb- und Nadelzuwachs des Neuaustriebs 2003 sogar um mehr als 50 % reduziert (Tab. 2).

Zwei Gründe sind dafür verantwortlich: Fichten bilden häufig auch Blütenknospen an Zweigpositionen aus, an denen sonst Triebe entstehen würden (siehe Kasten S. 16). Gleichzeitig werden für die Blüte und Frucht Reservestoffe und

Energie aufgewendet, die dann für die Neuanlage von Trieben und Nadeln nicht mehr zur Verfügung stehen.

Zweigjahrgang 2003 bei Fichten stark unterentwickelt

Im Verzweigungssystem der Fichten ist die Triebgeneration 2003 stark unterentwickelt. Die "Minderzuwächse" eines einzelnen Nadeljahrganges werden während der Lebensdauer der Nadel nicht mehr ausgeglichen. Weil die Blütenknospen bereits im Vorjahr einer Fruktifikation gebildet und mit Reservestoffen versorgt wurden, scheidet die Trockenheit als alleiniger Auslöser dieser Phänomene aus (siehe Kasten).

Leistungs- und Zuwachsminderungen für den gesamten Baum sind in den Folgejahren unausweichlich. Der aufmerksame Waldbeobachter kann derzeit selbst an den Kronen frisch gefällter Bäume die kurzen neuen Triebe als Reaktion erkennen.

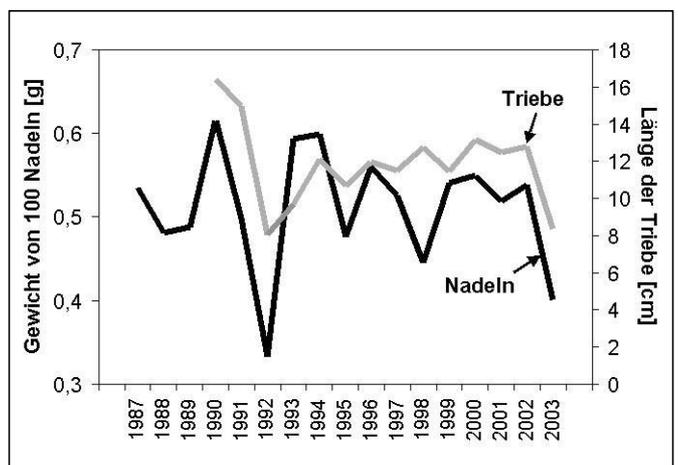


Abb. 2: Entwicklung der Nadelgewichte und Triebängen von Fichten an Waldklimastationen und Bodendauerbeobachtungsflächen

Früchte verkümmerten

Bei Sommerhitze und Trockenheit verkümmerten die Früchte und es fehlte die Kraft für die Neubildung von Nadeln und Knospen. Nicht überall und an jedem Baum hat die starke Blüte auch zu intensivem Zapfenbehang geführt. Nur an 6 von 12 WKS Standorten trat Vollmast an den beprobten Fichten auf. Wohl in Folge der Trockenheit fehlte aber oftmals die Energie für die Zapfenreife. Dies zeigt sich an kleinwüchsigen, häufig verkümmerten Zapfen. Selbst sonst niederschlagsreiche Standorte der Mittelgebirge (z.B. Goldkronach, Flossenbürg, Abb. 5 auf Rückseite) und der Alpen (Berchtesgaden) waren betroffen.

Fichtennadeln häufiger vergilbt als in Vorjahren

Häufig wurden blasse, vergilbte Nadeln an den jüngsten Trieben beobachtet, was sonst nur an älteren Nadeljahrgängen auftritt. Laboranalysen müssen zeigen, ob dies mit einer verringerten Nährstoffverfügbarkeit aufgrund der Trockenheit zusammen hängt.

Vermehrt war im Oktober „Nadelröte“ an älteren Nadeljahrgängen zu beobachten, was als physiologische Nadel-schütte, z.B. in Folge von Wassermangel gewertet wird (Abb. 6 auf Rückseite).

Nadel- und Triebentwicklung der Kiefern unbeeinträchtigt.

Anders als bei den Fichten waren an drei von vier beobachteten Kiefernbeständen die neuen Triebe länger als in den Vorjahren. Auch die Gewichte der jüngsten Nadeln waren dort nicht reduziert. Nur die Kiefern an der Waldklimastation Altdorf in Mittelfranken fruchteten stark (Ausbildung ein- und zweijähriger Zapfen). Dort waren auch die Zuwächse an Trieben und Nadeln geringer als in den Vorjahren.

Laubbäume reagierten weniger stark als Fichten.

Der Austrieb und die Blattentwicklung der Buchen und insbesondere der Eichen war deutlich weniger beeinträchtigt. Große Maitriebe an Ästen und Zweigen bei gleichzeitig starker Blüte und Fruktifikation signalisierten günstige Startbedingung für den Neuaustrieb in den beobachteten Laubbeständen. Sichtbare Reaktionen an der Verzweigung und den Blättern der Baumkronen wurden bis Mitte August 2003 nicht beobachtet.

Frühzeitige Vergilbung und Blattverfärbungen an Zweigspitzen traten in der ersten Augushälfte nur auf nährstoffarmen, höher gelegenen Standorten Ostbayerns bei gleichzeitig intensivem Fruchtbehang auf. Verkümmerte, häufig „taube“ und nicht selten von Parasiten befallene Früchte an Stiel- wie Traubeneichen sind wohl ein Indiz für fortschreitende Wasser- und Nährstoffknappheit.

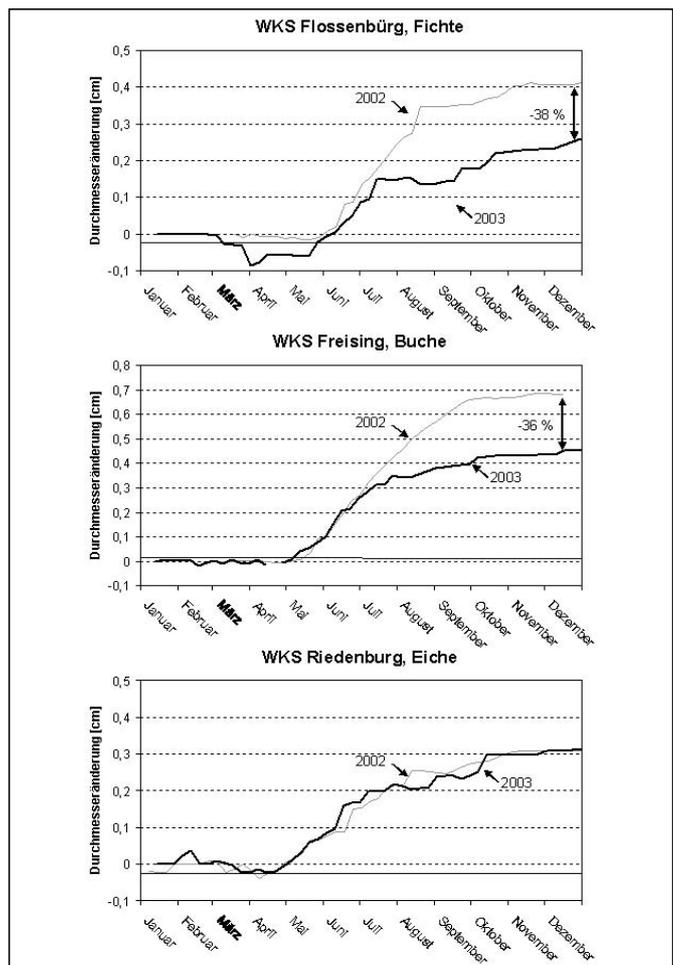
Die zumeist erst später im Herbst beobachteten

Phänomene des vorzeitigen Laubfalls oder der verfrühten Herbstverfärbung (siehe Beitrag von Raspe, Schulz und Kroll in diesem Heft) zeichneten sich bei der Probenahme im August noch nicht ab.

Durchmesserzuwächse bereits 2003 um bis zu 40 Prozent geringer.

Dass die Bäume in Trocken- und Fruchtsjahren mit schmalen Jahrringen reagieren, ist in der Waldwachstumskunde allgemein bekannt. Besonders auffällige Jahre waren die sogenannten "Weiserjahre" 1947 und 1976, deren Folge an Stammscheiben von Fichten deutlich zu erkennen waren. Doch welchen Einfluss haben Dürre und Frucht im letzten Sommer auf die Holzbildung der Waldbäume in Bayern?

Einen Hinweis darauf liefern die wöchentlichen Umfangmessungen an ausgewählten Bäumen auf den Bayerischen Waldklimastationen. An sechs Standorten werden hier jede Woche fest installierte Umfangmessbänder an bis zu zwanzig Bäumen auf ein zehntel Millimeter genau abgelesen. Diese Untersuchungen laufen seit zwei Jahren, so dass das Trockenjahr 2003 mit dem sehr feuchten Jahr 2002 verglichen werden kann (Abb. 3).



Tab. 3: Wöchentliche Änderungen des Brusthöhendurchmessers an den Waldklimastationen Flossenbürg (Fichte), Freising (Buche) und Riedenburg (Eiche)

Vor allem die Fichten auf der Waldklimastation Flossenbürg (im Oberpfälzer Wald) und die Buchen in Freising (Tertiäres Hügelland) reagierten auf das Zusammenreffen von Blüte und Trockenheit mit bis zu 40% vermindertem Jahresdurchmesserzuwachs im Vergleich zum Vorjahr.

Unter günstigen Voraussetzungen blieben Zuwachsverlust aus, wie das Beispiel des Eichenbestandes an der Waldklimastation Riedenburg (Oberpfälzer Jura) zeigt.

Nach Ende der Trockenheit im Oktober zeigten die Bäume einen deutlichen Durchmesseratrag. Wie sich die Zuwächse in den kommenden Jahren entwickeln werden bleibt weiterhin

spannend (siehe auch weitere Artikel in diesem Heft). Der Neuaustrieb 2004 und die noch ausstehenden Nährstoffanalysen und Zuwachserhebungen werden zeigen, ob nachhaltige Konsequenzen für Vitalität und Leistungsvermögen der Bestände durch die Extrembelastungen im Jahr 2003 eintreten.

HANS-PETER DIETRICH, DR. STEPHAN RASPE und ALFRED SCHUBERT sind Mitarbeiter im Sachgebiet II (Standort und Umwelt) der LWF

Wann entstehen Blüten und Triebe bei Fichten?

An das Jahr 2003 wird sich der Waldbauer als ein sehr warmes und trockenes Jahr mit ausgeprägter Frühjahrsblüte und starker Fruktifikation bei vielen Baumarten erinnern. Auch der Weinliebhaber wird die vorzüglichen Qualitäten des Traubensaftes noch in späteren Jahren loben. Leicht könnte man dabei übersehen, dass die Ursachen für eine starke Blüte und Fruchtbildung bei Waldbäumen nicht im gleichen Jahr ihres Auftretens, sondern im jeweiligen Vorjahr zu finden ist. Bereits die Witterung und die Nährstoffbedingungen des Vorjahres einer guten Blüte sind bei Waldbäumen entscheidend. Also längst bevor die Blüte hervorbricht wurde über Anzahl und Anlage von Blütenknospen wie Triebknospen entschieden. In den Knospen, den zentralen Energie- und Speicherorganen der Bäume wird die Zukunft eines neuen Triebes bereits gestaltet. Im Herbst des Vorjahres sind die Knospen schon vollständig ausdifferenziert und mit der notwendigen Energie in Form von Reservestoffen versorgt. In den Triebknospen sind bereits alle Nadeln erkennbar. Bei den Fichten geht die Bildung von männlichen und weiblichen Blütenknospen in der Regel stark zu Lasten vegetativer Triebknospen aus denen sich später die Zweige und Nadeln entwickeln. Schon in der Winterruhe beherbergt die Knospe alle „Organe“ der künftigen „Blüten- oder Triebgeneration“ und die bis dahin eingelagerten Energiereserven werden maßgeblich über das Wachstum und die Größe der neuen Triebe und Nadeln im kommenden Jahr entscheiden.

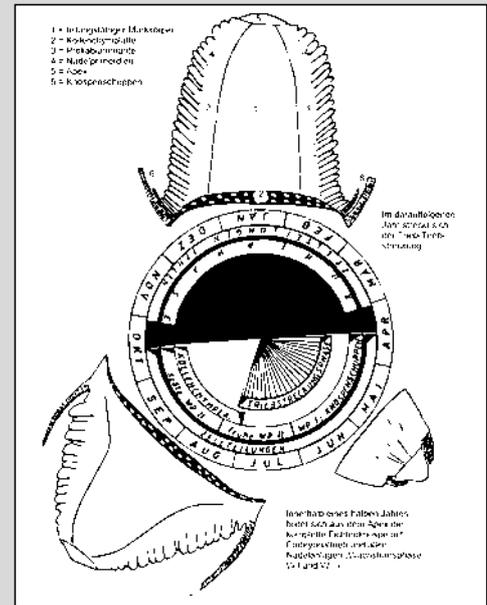


Abb. 4: Lebenszyklus einer Fichtenknospe nach GRUBER (1987)

Gefahr erkannt, Gefahr (fast) gebannt – der Waldbrandindex M-68

Die Gefährdungslage für das Auftreten von Waldbränden wird in Deutschland nach dem Waldbrandindex „M-68“ ermittelt. Dieser Index ist in fünf verschiedene Gefahrenstufen gegliedert, wobei Stufe 1 eine sehr geringe, Stufe 5 eine sehr hohe Waldbrandgefahr signalisiert.

Das relativ neue M-68 Modell ist mit seiner Methode der Gefahrenanalyse eine Mischung aus Baumgartner-Index und dem ehemaligen Ostdeutschen Waldbrandindex.

Neben meteorologischen Parametern wie Luftfeuchte, Lufttemperatur, Niederschlagssumme der letzten 24 Stunden und Windgeschwindigkeit spielt auch der Zustand der Bodenvegetation bei den Berechnungen eine entscheidende Rolle. Sie dient hierbei als Zeiger der Bodenfeuchte.

Im Hitzejahr 2003 galt über mehrere Wochen hinweg die Waldbrandstufe 4 für weite Gebiete Bayerns. Der intensiven Überwachung der Wälder durch das Personal vor Ort haben wir es zu verdanken, dass es nicht zu einer größeren Katastrophe gekommen ist.

Nur wenn die aktuelle Gefährdungslage allen Beteiligten und Verantwortlichen vor Ort bekannt ist, können auch wirksame präventive Maßnahmen getroffen werden, um so größere Waldbrände zu verhindern

Der deutsche Wetterdienst (DWD) führt deshalb in den Monaten März bis Oktober täglich Messungen zur Errechnung der aktuellen Stufe der Waldbrandgefährdung durch.

Die täglich aktualisierte Gefahrenlage für Ihre Region kann unter der Internet-Adresse des Deutschen Wetterdienstes kostenlos abgerufen werden:

<http://www.dwd.de/de/SundL/Landwirtschaft/Leistungen/waldbrand.htm>

Jahrringanalysen an Fichten und Buchen zeigen:

Das Trockenjahr 1976 bescherte langjährige Zuwachseinbrüche

von Heinz Utschig, Martin Bachmann und Hans Pretzsch

Das Trockenjahr 1976 scheint geeignet, um mögliche Konsequenzen des ungewöhnlich trockenen Sommer 2003 für Wälder in Bayern abschätzen zu können: Anhand einer Analyse der Jahrringbreiten von Fichten und Buchen konnte nachgewiesen werden, dass die Fichten aufgrund der Trockenheit des Jahres 1976 über mehrere Folgejahre hinweg starke Zuwachsrückgänge zeigten. Es zeigte sich weiterhin, dass der Zuwachs in Fichten-Buchen-Mischbeständen deutlich weniger absank.

Der trockene Sommer des Jahres 2003 gibt zu Spekulationen Anlass, wie die Reaktion der Waldbestände auf ein derartiges Ereignis sein wird. Ein annähernd vergleichbares Trockenjahr hat es letztmalig 1976 gegeben. Aus zahlreichen waldwachstumskundlichen Untersuchungen liegen Ergebnisse zu typischen Jahrringmustern vor, wie sie durch derartige Extremereignisse verursacht werden können (EICHKORN, 1985; AVEMARK UND SCHÖPFER, 1988). Zu bedenken ist allerdings, dass zu dieser Zeit die Waldbestände durch schwefelhaltige Immissionen stärker geschwächt waren als heute. Dagegen hat der Stickstoffeintrag bis heute hingegen eher zugenommen (WALDZUSTANDSBERICHT, 2003).

Fichten zeigten deutliche Zuwachseinbußen

Im Zuge der Untersuchungen von Zuwachsreaktionen auf Waldschäden (UTSCHIG, 1989) fanden in Bayern Auswertungen des Zuwachses von 3600 Fichten statt. Anhand von Bohrkernanalysen wurde das Auftreten abrupter Zuwachsänderungen untersucht (BACHMANN, 1988). Als abrupte Wachstumswechsel, Reduktionen oder Erholungen, gelten nach SCHWEINGRUBER (1983) Jahrringabfolgen, bei denen vier oder mehr Jahre eindeutig breiter oder schmäler sind als die vorausgehenden (mehr als 40%).

Phasen mit normalen Schwankungen wechseln bei den untersuchten Bäumen mit Phasen verstärkter Zuwachsreduktionen ab.

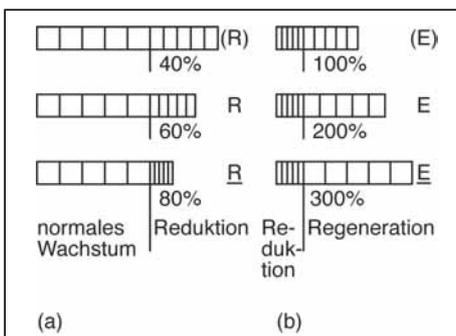


Abb. 1 a,b: Schematische Darstellung des Jahrringmusters bei (a) abrupter Zuwachsreduktion um 40, 60, und 80% und (b) Zuwachssteigerung um 100, 200 und 300% (PRETZSCH, 2002).

Die Jahre 1974 und 1976 treten dabei deutlich als Negativereignisse hervor, 1978-1980 erfolgt erneut ein deutlicher Zuwachsrückgang. Insgesamt sind 32% der insgesamt 3433 untersuchten Bäume davon betroffen.

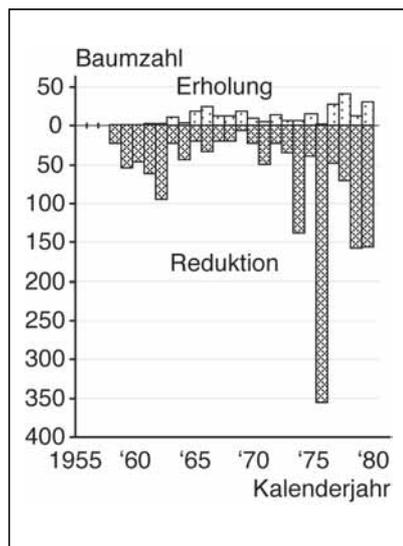


Abb. 2: Auftreten von Zuwachsereignissen auf den Fichten-Trendanalyseflächen in Bayern (UTSCHIG, 1989). An 32% der insgesamt 3433 untersuchten Fichten treten abrupte Zuwachsreduktionen auf (BACHMANN, 1988). Davon entfallen über 30% auf das Trockenjahr 1976. Es ist damit das stärkste Negativereignis, das im Untersuchungszeitraum 1958-1980 auftrat.

Es stellte sich heraus, dass mit sozial schwächerer Baumklasse nach Kraft der Anteil abrupter Zuwachsänderungen deutlich zunahm. Zwischen 24 (Baumklasse 1), 27 (Baumklasse 2) und 44% (Baumklasse 3) aller Bäume zeigten starke, länger anhaltende Zuwachseinbrüche. Im Anschluss an die drastische Reduktion der Jahrringbreiten fanden nur zögerliche Erholungsprozesse statt (Abb. 2). Am wenigsten betroffen davon war die Alpenregion, während der Bereich Nord- und Ostbayern besonders starke Zuwachsreduktionen zu verzeichnen hatte (UTSCHIG, 1989).

Von den über 1100 registrierten Zuwachsdepressionen fanden über 350, das sind mehr als 30%, im Trockenjahr 1976 statt. Ausgeprägte Absterbeprozesse nach 1976 konnten jedoch nicht beobachtet werden.

Fichten-Buchen-Mischbestände zeigen geringere Zuwachseinbrüche

Da die einzelnen Baumarten aufgrund ihrer Standortansprüche und Wuchseigenschaften unterschiedlich auf solche Extremereignisse reagieren, fällt die Zuwachsreaktion von Mischbeständen anders aus als solche von Reinbeständen. Beispielhaft zeigen das die Jahreszuwächse auf der Fichten-Buchen-Versuchsfläche Schongau 814 von 1960-1995 (Abb. 3). Auf das Trockenjahr 1976 reagiert die Fichte dort, im Unterschied zur Buche, mit einem drastischen Zuwachsrückgang.

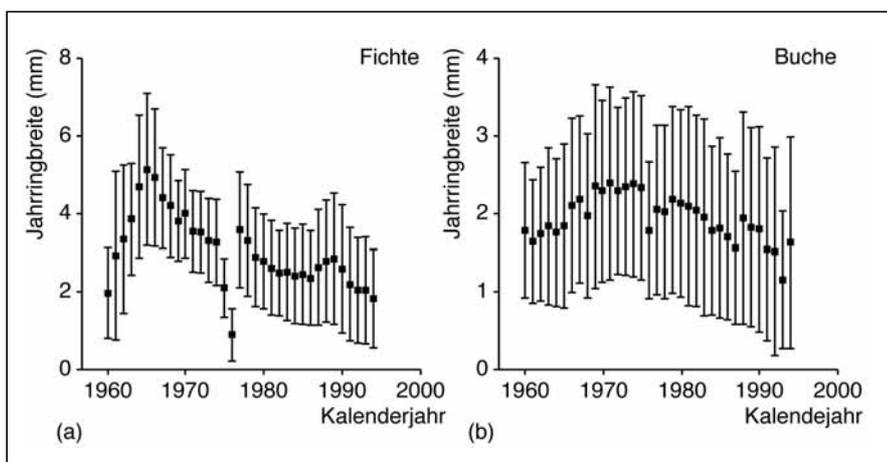


Abb. 3 a,b: Jahrringbreitenentwicklung von Fichten (a) und Buchen (b) auf der Mischbestands-Versuchsfläche Schongau 814. Dargestellt ist mittlere Jahrringbreite für die einzelnen Kalenderjahre (schwarzes Quadrat) und ihre Standardabweichung. Die Fichte reagiert wesentlich empfindlicher auf die Trockenheit im Jahr 1976 als die Buche.

In Fichten-Reinbeständen würde dies zu empfindlichen Produktionsverlusten führen. In Fichten-Buchen-Mischbeständen hingegen können solche Störungen abgepuffert werden, indem der Zuwachs auf die Buche umgelenkt wird (PRETZSCH, 2003).

Der Gesamtzuwachs sinkt somit nur wenig ab.

Langjährige Zuwachseinbußen sind zu befürchten

Extreme Ereignisse wie das Trockenjahr 1976 finden sich als typische Weiserjahre in den Jahrringkurven fast aller Bäume eines Untersuchungsgebietes wieder. Sie führen bei manchen Bäumen zu starken Zuwachseinbrüchen, von denen sich die Bäume nur bedingt erholen können.

Dass 1976 ein für viele Bäume besonders extremes Jahr war lässt sich an der Vielzahl der Zuwachsrückgänge ablesen (AVEMARK UND SCHÖPFER, 1988). Die Erholungsreaktionen erfolgten häufig sehr langsam, nur wenige Bäume erholten sich bereits in den nächsten Jahren wieder (ELLING, 1987).

Die Kombination mehrerer Arten in einem Bestand ist gleich bedeutend mit einer Risikostreuung. Mischbestände sind daher in der Regel weniger empfindlich gegenüber

Störungen (PRETZSCH, 2003). Normalerweise bedeutet auf einem geeigneten Standort der Ersatz der Fichte durch die langsamer wüchsige Buche eine beträchtliche Ertrags einbuße, ein ungestörtes Wachstum bis zur Ernte vorausgesetzt. Kalkuliert man aber die größere Stabilität gegenüber Störungen mit ein, so können sich Mischbestände aus Buche und Fichte vorteilhafter erweisen.

In solchen Extremsituationen zeigen Mischbestände ihren wahren Wert (PRETZSCH, 2001).

Literatur

AVEMARK, W., SCHÖPFER W., 1988: Abrupte Zuwachsänderung von Fichten und Tannen, *Forst und Holz*, 43.Jg, H 6, S. 123-128

BACHMANN, M., 1988: Zuwachsreaktionen geschädigter Fichten, erfaßt nach der Methode von Schweingruber, Diplomarbeit MWW-DA 63, LMU München, 66 S.

EICKHORN, TH.: Wachstumsanalysen an Fichten in Südwestdeutschland. *AFJZ*, 157. Jg, H. 7, S. 125-139.

ELLING, W., 1987: Eine Methode zur Erfassung von Verlauf und Grad der Schädigung von Nadelbaumbeständen *Eur.J.For.Path.*, 17.Jg, S. 426-440

PRETZSCH, H., 2001: Modellierung des Waldwachstums. Parey Buchverlag Berlin, 341 Seiten.

PRETZSCH, H., 2002: Grundlagen der Waldwachstumsforschung. Parey Buchverlag Berlin, 414 Seiten.

PRETZSCH, H., 2003: Diversität und Produktivität von Wäldern. *AFJZ*, 174. Jg., S. 89-96

SCHWEINGRUBER, F.H., 1983 :Der Jahrring. Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie, Haupt Verlag, Bern-Stuttgart, 234 S.

UTSCHIG, H., 1989: Waldwachstumskundliche Untersuchungen im Zusammenhang mit Waldschäden. Auswertung der Zuwachstrendanalyseflächen des Lehrstuhles für Waldwachstumskunde für die Fichte (*Picea abies* (L.) Ksarst.) in Bayern. *Forstl. Forschungsber. München*, Nr. 97, 198 S.

WALDZUSTANDSBERICHT, 1999: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising, 56 S.

DR. HEINZ UTSCHIG ist Mitarbeiter am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde an der TU München

DR. MARTIN BACHMANN war von 1991 bis 2002 an der LWF, zugewiesen an den Lehrstuhl für Waldwachstumskunde und arbeitet derzeit bei der FÜAK in Landshut

PROF. DR. HANS PRETZSCH ist Inhaber des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde an der TU München

Messergebnisse aus dem Högwald

Trockenjahre beeinflussen Sickerwasserchemie und Bodenversauerung

von Wendelin Weis

Sommerliche Trockenperioden können in Einzelfällen zu einer Akkumulation von Stickstoff im Humus und nachfolgend zu erhöhten Nitratausträgen, Versauerungsschüben und Verlusten an Nährstoffkationen nach Wiederbefeuchtung führen. Gegenüber den direkten negativen Einflüssen der Trockenheit auf Wälder, also Wassermangel und verringerte Nährstoffaufnahme in Folge der geringen Transpiration, nehmen diese Effekte aber eine nur untergeordnete Rolle ein.

Bereits in den achtziger Jahren, dem Jahrzehnt der intensiven Streitgespräche über sauren Regen und Waldsterben, wurde diskutiert, ob Trockenjahre möglicherweise den Nitrataustrag und die Bodenversauerung in Wäldern verstärken. Vor dem Hintergrund des sehr trockenen Sommers 2003 werden im Folgenden Ergebnisse einiger Studien zum Einfluss von Trockenjahren auf die Sickerwasser- und Bodenchemie erläutert.

Wie Trockenheit die Bodenversauerung verstärkt

In der Regel laufen die Stickstofffreisetzung aus organischer Materie (Mineralisation), die Nitratbildung (Oxidation reduzierter Stickstoffverbindungen, vor allem von Ammonium, zu Nitrat; Nitrifikation), und die Aufnahme von Stickstoff durch Bäume, Bodenvegetation sowie Mikroorganismen gleichzeitig ab. Dabei wirkt die Nitratbildung bodenversauernd, während die Aufnahme von Nitrat der Versauerung entgegen wirkt. Ein "stickstoffhungriges" System, in dem die Stickstoffeinträge den Bedarf von Pflanzen und Mikroorganismen nicht übersteigen, verliert wenig Stickstoff. In besonders trockenen Sommern können die Bäume häufig nur wenig Nährstoffe aufnehmen. Der sich im Laufe der Vegetationsperiode im Boden anreichernde Stickstoff steht dann nicht den Pflanzen zur Verfügung, sondern wird im Herbst, wenn der Nährstoffbedarf der Bäume gering ist, mit den ersten Niederschlägen in Form von Nitrat aus dem Wurzelraum ausgewaschen. Die Bodenversauerung nimmt zu.

Beobachtungen von Nitrat- und Versauerungsschüben nach experimentellen und natürlichen Trockenperioden

Nach der zufälligen Beobachtung vereinzelter Nitrat- und Versauerungsschübe in Folge sommerlicher Trockenheit (KREUTZER, HEIL 1989; MATZNER, THOMA 1983) wurden

Studien zu den Auswirkungen langer Trockenperioden während der Vegetationszeit neben Versuchen zur Düngung, Kalkung und Entsauerung von Waldökosystemen Ziel der "Dachprojekte" im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts EXMAN (Experimental Manipulation of Forest Ecosystems in Europe) (LAMERSDORF et al. 1998). An vier Standorten in Europa (Klosterhede/Dänemark, Ballyhooly/Irland, Solling/Deutschland und Högwald/Deutschland) wurde der Waldboden überdacht und auf diese Weise künstlich ausgetrocknet, um die Auswirkungen auf den Stoffhaushalt herauszufinden. Es ergab sich dabei kein einheitliches Bild. Direkt nach der Wiederbefeuchtung stiegen die Konzentrationen von Ammonium, Kalium, Phosphat oder wasserlöslichen organischen Verbindungen meist kurzzeitig an. Diese stammen aus der Mineralisation während der Trockenphase. Klare Versauerungs- und Nitrifikationsschübe traten jedoch nur vereinzelt auf. Am ehesten wurde die erwartete Reaktion am Standort Högwald beobachtet (WEIS 1997). Hier sammelte sich zu Beginn der künstlichen Austrocknung Stickstoff (vor allem als Ammonium) im Humus an (Abb. 1 a).

Nach Ende der Trockenphase fand sich davon ein großer Teil im Sickerwasser direkt unter der organischen Auflage wieder. Zeitlich versetzt stiegen auch die Nitratkonzentrationen im Humusausfluss an (Abb. 1 b). Für die Nitratkonzentration unterhalb des Hauptwurzelraumes (40 cm) zeigten sich deutlich erhöhte Werte erst zu Anfang der nächsten Vegetationsperiode (Abb. 1 c). Trotz der gegenüber einer Kontrollfläche signifikant erhöhten Nitratkonzentrationen nahm die Bodenversauerung nicht messbar zu, der Verlust basischer Kationen wie Kalium, Magnesium und Calcium blieb gering (nicht signifikant). Dies ist wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass der versauernd wirkende Stickstoff- und Schwefeleintrag auf der Austrocknungsfläche gegenüber der Kontrollfläche deutlich reduziert war. Natürliche sommerliche Trockenperioden wie im Jahr 2003 treten immer wieder auf. Im Högwald wird Sickerwasser seit 1984 untersucht. Eine starke Austrocknung des Waldbodens war

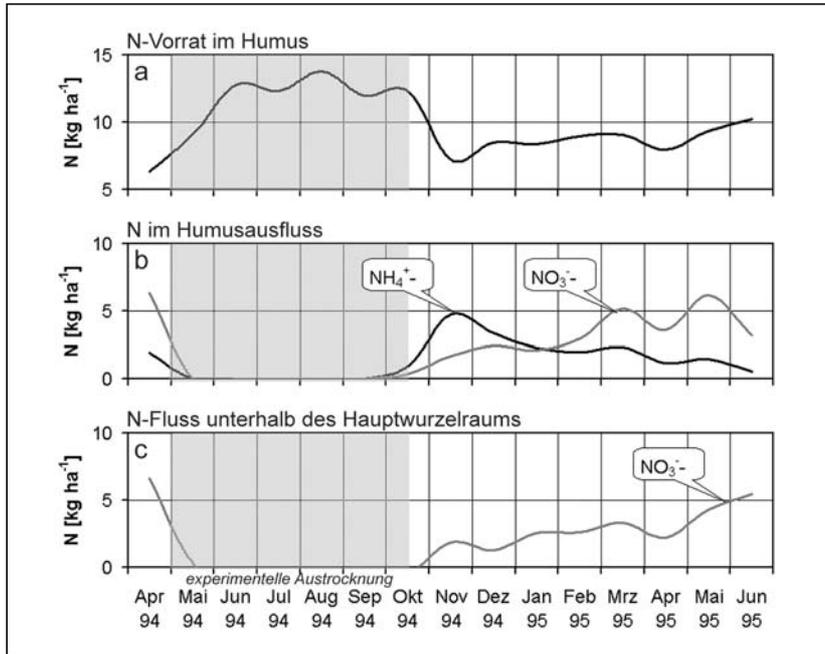


Abb. 1 a,b,c: Stickstoffhaushalt im Waldboden bei künstlicher Austrocknung am Standort Höglwald: a) N-Akkumulation im Humus durch Abbau organischer Substanz bei gehemmter N-Aufnahme der Bäume während der Trockenheit; b) Monatliche Ammonium- und Nitratflüsse unterhalb der Humusauflage, Auswaschung von Ammonium nach Ende der Trockenperiode; c) Monatliche Nitratflüsse unterhalb des Hauptwurzelsraums (40 cm), Anstieg der Stickstoffausträge erst zu Beginn der nächsten Vegetationsperiode

besonders in den Sommern 1994 und 1997 sowie zwischen 1988 und 1992 zu beobachten. Zur Identifikation von Trockenjahren wurde dabei die Differenz zwischen dem während der Vegetationsperiode (Mai bis Oktober) fallenden Niederschlag und der potentiellen Gesamtverdunstung

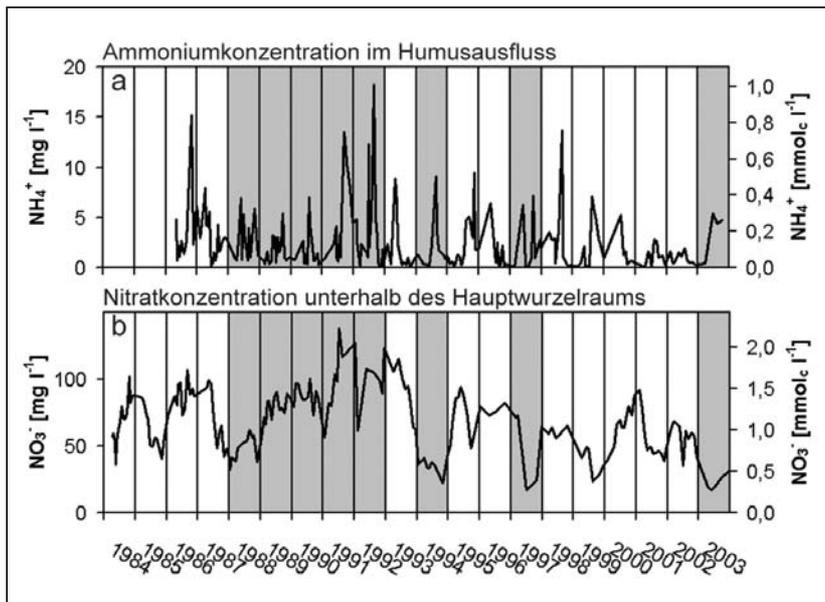


Abb. 2 a,b: Einfluss von Trockenjahren (grau hinterlegt) auf das Sickerwasser: a) Ammoniumkonzentration im Humusausfluss; b) Nitratkonzentration unterhalb des Hauptwurzelsraums (40 cm)

(Interzeptionsverluste plus potentielle Transpiration, berechnet über Wasserhaushaltsmodellierungen) benutzt. In den Trockenjahren fanden sich kurzzeitig hohe Ammoniumkonzentrationen im Humusausfluss (Abb. 2 a). Allerdings treten diese auch in anderen Jahren, möglicherweise nach kurzen Trockenphasen, auf. Durchgehend niedrige Ammoniumkonzentrationen zeigen dagegen die sehr feuchten Jahre 2001 und 2002. Unterhalb des Hauptwurzelsraums wurden in den trockenen Jahren 1994, 1997 und 2003 deutlich reduzierte Nitratkonzentrationen gemessen, gefolgt von einem Anstieg zu Beginn des nächsten Jahres (Abb. 2 b). Deutliche, auf Versauerungsschübe hinweisende Nitratspitzen entwickelten sich nicht. Für die ebenfalls trockenen Jahre 1988 bis 1992 ist davon auszugehen, dass die Frühjahrsstürme 1990, die hohe Streifallmengen und damit einen zusätzlichen Stickstoffeintrag in die Waldböden mit sich brachten, einen möglichen Trockeneffekt im Sickerwasser überprägten.

Literatur

KREUTZER, K.; HEIL, K. (1989): Untersuchungen zum Stickstoffhaushalt in einem Fichtenbestand (*Picea abies* Karst.) der Hochlagen des bayerischen Waldes. 1. Statusseminar PBWU Forschungsschwerpunkt "Waldschäden", GSF-Bericht 6/89, S. 51-60

MATZNER, E.; THOMA, E. (1983): Auswirkungen eines saisonalen Versauerungsschubes im Sommer/Herbst 1982 auf den chemischen Bodenzustand verschiedener Waldökosysteme. Allgemeine Forstzeitschrift 38, S. 677-683

LAMERSDORF, N. P. et al. (1998): Effect of drought experiments using roof installations on acidification/nitrification of soils. For. Ecol. and Manag. 101, S. 95-109

WEIS, W. (1997): Auswirkungen experimentell erzeugter Trockenperioden auf Wasser- und Stoffhaushalt im Boden eines Fichtenökosystems am Standort Höglwald. Hieronymus Verlag, München

DR. WENDELIN WEIS ist Mitarbeiter im Sachgebiet II (Standort und Umwelt) der LWF

Waldreaktionen bei Trockenheit

„...völlig verdorret und zu Grunde gegangen“

Eine Literaturstudie über historische Trockenereignisse von 1723 bis Heute

von Sebastian Höllerl

„Vor ein paar Jahren sind in Franken, bei trockener und heißer Witterung, viele Morgen, zehn, zwanzig bis dreißigjähriger Gehau, völlig verdorret und zu Grunde gegangen. Der Wurm konnte nicht daran Schuld seyn, weil er niemals in Holz von dergleichen Alter zu kommen gewohnt ist. Die alleinige Ursache war, die anhaltende Sommerhitze, durch welche die Wurzeln, so auf der Oberfläche des Bodens hinlaufen, ausgetrocknet sind.“
(WENZ 1792)

Berichte wie dieser sind in der forstlichen Literatur nicht selten. So wird beispielsweise beschrieben, dass in der Zeit zwischen 1706 und 1713 im Tharandter Wald 200 000 Bäume aufgrund von Trockenheit abstarben. Extreme Trockenjahre dieses Jahrhunderts waren in Bayern 1949 und 1976. Wie in anderen Beiträgen dieser Ausgabe zu lesen ist, übertrafen die klimatischen Extrema 2003 vielerorts sogar die Werte aus diesen Jahren.

In einer Literaturrecherche wurden deshalb die Reaktionen der Wälder auf historische Trockenereignisse festgehalten.

Schwere Schäden in Kulturen

Diese können durch zwei verschiedene Faktoren ausgelöst werden: zum einen können die Jungpflanzen aufgrund von *Überhitzung der Bodenoberfläche* absterben. Laut SCHWERDT-FEGER entsteht dies v.a. auf dunklen, humosen Böden, welche sich aufgrund der Farbe stark erwärmen, wie auch auf trockenen und lockeren Böden, in denen die Hitze nur langsam abgeleitet wird und deshalb auf der Oberfläche des Bodens steht. Eine weitere Ursache für Verjüngungsausfall ist die Trockenheit an sich: Vor allem ein trockenes Frühjahr führt hier zu großen Ausfällen.

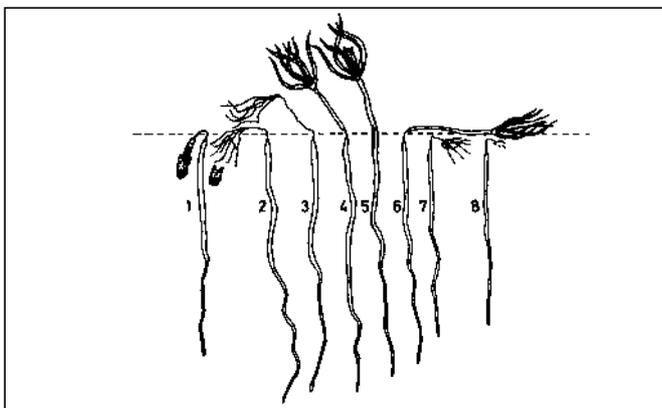


Abb. 1: Trockenheit an Sämlingen

Laut Untersuchungen von 1976/77 aus Baden-Württemberg und Hessen lag der Schadensschwerpunkt des Trockenjahres vor allem bei den frisch gepflanzten Kulturen: hier war die ausgefallene Fläche so groß wie bei den restlichen Kulturen zusammengenommen. Besonders geschädigt wurden dabei die Nadelhölzer Fichte und Tanne, sowie die in älteren Stadien sehr trockenheitsresistente Douglasie.

Wildlinge erwiesen sich aufgrund ihres geringen Feinwurzelanteils als besonders trockenheitsanfällig. Größere Schäden traten auch bei zu großen und unterschrittenen Baumschulpflanzen auf.

Douglasien-Kulturen zeigten Welke von oben nach unten, verbunden mit Einsacken des Rindengewebes um die trockenen Äste. Dies stellt mögliche Eintrittspforten für die gefährliche Rindenschildkrankheit (*phomopsis pseudotsugae*) dar.

Die Fichte ist am Stärksten betroffen

Im weiteren Verlauf der Bestandesalter nehmen die Schädigungen zum Dickungsstadium hin zunächst stark ab, steigen dann allerdings im Stangenholz und Baumholz wieder an. Bei der Fichte ergeben sich die stärksten Schädigungen nach dem Kulturstadium im Alter 60-80 (Auch begründet durch

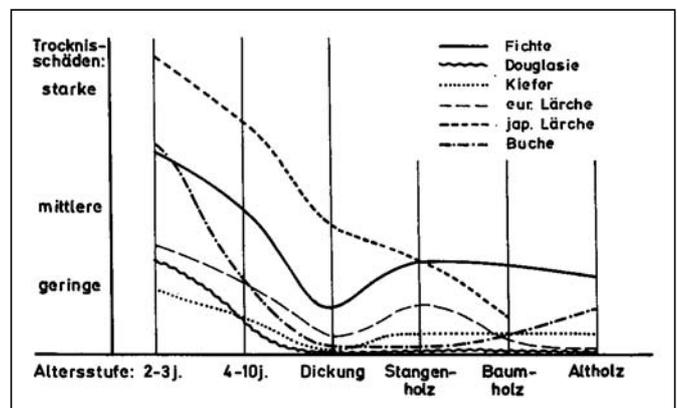


Abb. 2: Schädigung abhängig von Bestandesalter

Kupferstecher-, Buchdruckerbefall und Hallimasch).

Oft sind entweder stark vorwüchsige oder unterdrückte Fichten, welche einzeln in Laubholzbestände beigemischt sind, besonders betroffen. Dies mag auf den ersten Blick verwundern, da man sich gerade von gemischten Beständen einen besonderen Schutz der Fichten verspricht. SCHMIDT-VOGT geht jedoch davon aus, dass dies auf die Konkurrenz der tiefergehenden Laubholzwurzeln zurückzuführen ist. Sind die Bäume bei Dürre ausschließlich auf das kapillar im Boden aufsteigende Wasser angewiesen, so erreicht das Wasser zuerst die tieferreichenden Laubholzwurzeln.

WIEDEMANN kommt 1923 zu dem Ergebnis, dass sich bei einem monatlichen Niederschlag von unter 40 mm während der Vegetationsperiode deutliche Schädigungen bei der Fichte ergeben. Dieser Wert wird auch von aktuelleren Untersuchungen gestützt. Die 40 mm-Marke wurde auch 2003 im August an vielen Orten unterschritten.

Die Buche zeigt ab dem Alter 100 ein starker Anstieg der Schäden, resultierend aus einer höheren Anfälligkeit für Schleimfluß und Buchenrindennekrose.

Langjährige Zuwachsverluste als Spätfolge

WIEDEMANN stellte 1923 fest, dass aufgrund von Dürreperioden in Stangenhölzern zum Teil Zuwachsverluste von 40 fm pro Hektar und Jahrzehnt eintraten. Er begründet dies unter anderem durch das Absterben von Feinwurzeln und nur langsamer Erholung.

REBEL kam 1926 in Bayern auf ähnliche Werte. Der Schweizer FLURY beschrieb Schwankungen im Zuwachs zwischen trockenen und feuchten Zeitperioden von 40 % und mehr, was sowohl von der Niederschlagsmenge im selben Jahr als auch von der im Vorjahr beeinflusst wird.

Für die Ausbildung des Höhentriebes ist die Bodenfeuchtigkeit im Juli/September des Vorjahres entscheidend, da um diese Zeit die Reservestoffe für den nächstjährigen Aufbau gespeichert werden. Ein gewisser Ausgleich kann jedoch unter günstigen Bedingungen durch das Streckungswachstum im aktuellen Jahr erfolgen.

Während die Triebblänge noch dadurch beeinflusst werden kann, entscheidet sich die Nadel- oder Blattanzahl ausschließlich im Vorjahr. Als Folge von Trockenjahren zeigt sich demnach im nächsten Jahr meist eine deutlich kleinblättrige Belaubung bzw. Benadelung.

Dass zwischen Belaubungsdichte und Zuwachs ein deutlicher Zusammenhang besteht, wurde von LIU, NÜSLEIN und MÖBMER (1998) dargelegt.

Standort und Höhenlage sind entscheidend

Trockenschäden treten sowohl auf trockenen als auch auf nassen Standorten auf, entscheidend ist die Gründigkeit des Standortes. Wenn diese durch Gestein, Verdichtung oder Stauwasser zumindest zeitweise eingeschränkt ist, konzentriert sich die Bewurzelung auf die obere Schicht, welche am schnellsten austrocknet.

Windexponierte Süd- und Westlagen, Kuppen und Bestandesränder, sind besonders gefährdet. Einerseits durch die

höhere Transpiration und Austrocknung, andererseits durch Hitzeschäden. Größere Schäden entstehen auch, wo einzelne Kronen durch Bestandeslücken oder Überhalt der Strahlung und dem Wind besonders ausgesetzt sind.

Oft sind Kulturen an Südrändern von Baumhölzern aufgrund der Strahlungsreflexion der Altbäume besonders geschädigt. Dass diese Strahlungsreflexion erheblichen Einfluss hat, stellte PFEIL schon 1859 fest, nachdem er „eine Anzahl gleicher Thermometer“ in unterschiedlichen Entfernungen zu einer Linde und einem Perückenbusch im Hohenheimer Schlosspark aufhängte.

Bezüglich der Höhenlage stellt bis etwa 600 m das Wasserangebot den Zuwachslimitierenden Faktor dar. Daran schließt sich ein Übergangsbereich bis etwa 800 m an. In höheren Lagen wie den Mittelgebirgen oder Alpen sind Wärme- und Strahlungsangebot ausschlaggebend für den Radialzuwachs (FLURY 1927, DITTMAR & ELLING 1999). Hier sind trockene und damit warme Jahre also eher zuwachs-fördernd!

Waldbauliche Empfehlungen

Aus der Literaturanalyse lassen sich demnach folgende waldbauliche Hinweise für einen trockenheitsangepassten Waldbau ableiten:

KULTURBEGRÜNDUNG

- ▶ Entscheidend ist eine standortangepasste Baumartenwahl
- ▶ Pflanzmaterial mit hohem Feinwurzelanteil verwenden
- ▶ Schutzwirkung des Altbestandes ausnützen, aber Wurzelkonkurrenz und Strahlungsreflexion beachten
- ▶ Pflanzverfahren mit wenig Störung des Bodengefüges (Rhodener-, Buchenbühler-, Hohlspaten) anwenden: die Wasserleitfähigkeit des Bodens wird so erhalten
- ▶ Form der Kultur so wählen, dass möglichst wenig trockengefährdete Ränder an der Kultur entstehen

PFLEGE:

- ▶ JP: Durch Auskesseln wird konkurrierende Begleitvegetation entfernt, wobei der Seitenschutz bleibt
- ▶ Auflockerung in der Fichte zur Herabsetzung der Interzeption
- ▶ Jungdurchforstung: rechtzeitige Pflege erhöht nicht nur die Stabilität sondern auch die Widerstandskraft gegen Trockenheit

VERJÜNGUNG:

- ▶ Plötzliche Freistellungen empfindlicher Baumarten vermeiden
- ▶ Nach Trockenheit wertvolle Buchenbestände regelmäßig auf Schleimfluss kontrollieren

Literaturliste beim Verfasser.

SEBASTIAN HÖLLERL ist Mitarbeiter am Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung an der TU München

Wie waren die Sommer der letzten 500 Jahre?

„Wetternachhersage“ - ein Blick in die Vergangenheit

von Joachim Hamberger und Annette Menzel

Anhand von Analysen historischer Aufzeichnungen und Beobachtungen zu Wetter und Erntezeitpunkten ist es möglich, die Witterung vergangener Jahrhunderte zu rekonstruieren. Dabei zeigt sich: das Jahr 2003 war extrem, im Verlauf der letzten 500 Jahre aber nicht einzigartig.

Gutes Wetter war überlebenswichtig

Der Witterungsverlauf und außergewöhnliche Klimaereignisse oder Extreme haben zu allen Zeiten eine besondere Rolle gespielt. Gerade Gewitter und lange Trockenphasen im Sommer stellten eine Gefahr für die Nahrungsmittelerzeugung und damit für das Überleben der Bevölkerung im Winter dar. Denn das Verhältnis von ausgesäeter und geernteter Kornmenge war ausgesprochen eng, es gab kaum Rücklagen. Heiße Sommer mit langen Dürrezeiten ließen auch das Wasser knapp werden und das Gras vertrocknen. Damit war

dem Vieh die Lebensgrundlage entzogen, Notschlachtungen waren in solchen Zeiten unumgänglich. Die Reste der Herden wurden mit „Grün“ aus dem Wald über den Sommer gebracht. Dazu wurden Blätter von den Bäumen abgestreift oder Zweige abgeschnitten, vorzugsweise von Pappeln und Weiden aber auch von Buchen und sogar von Eichen. Das „Schneiteln“ erfolgte durch Besteigen der Bäume und führte zu ganz eigenen Baumformen.

Der Blick auf den Witterungsverlauf in der Vergangenheit wäre zunächst begrenzt, denn selbst die wenigen sehr langen meteorologischen Messreihen in Europa gehen nur bis Mitte

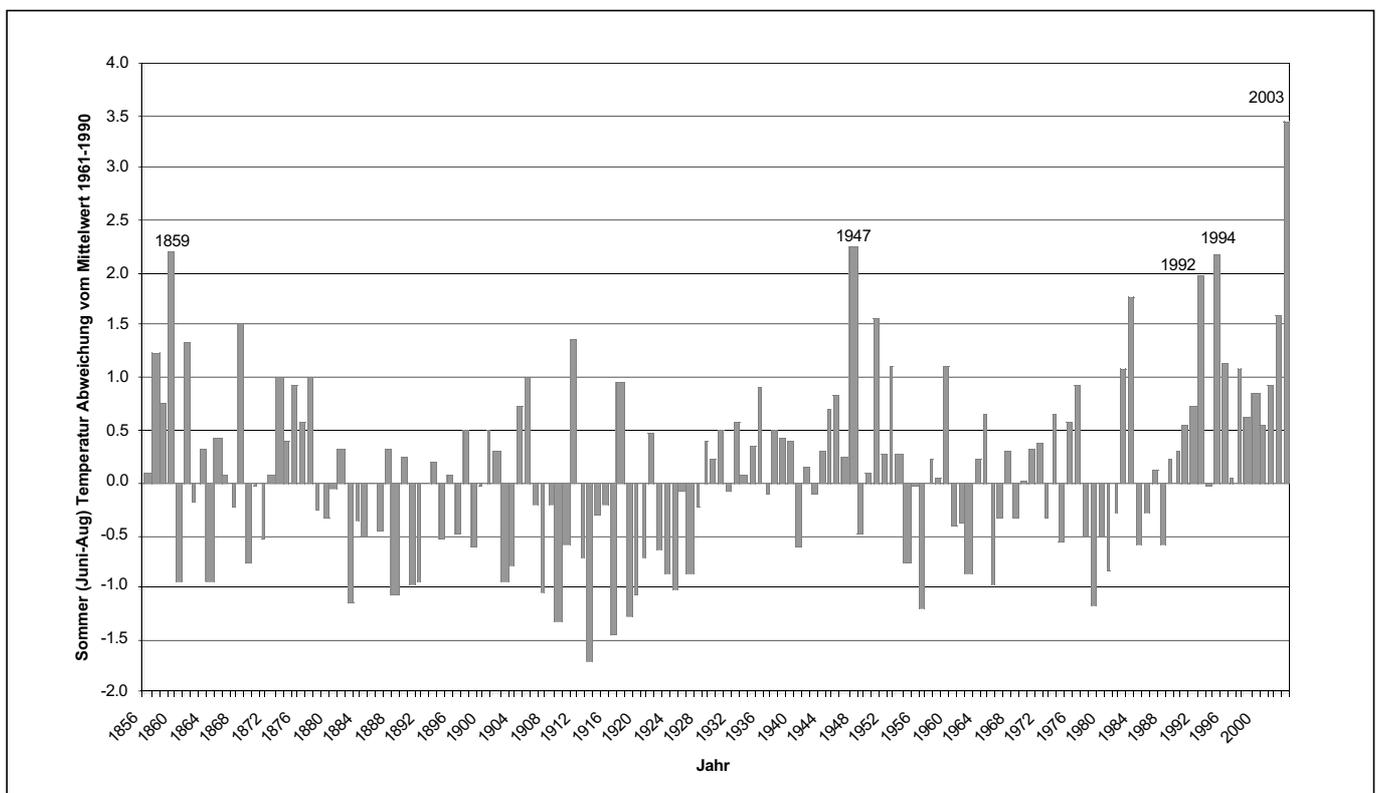


Abb. 1: Sommeranomalien (Mittel aus Juni, Juli und August, Abweichungen vom Mittelwert 1961-1990) der bodennahen Lufttemperatur für die Region 5°-15° Ost sowie 45°-55° Nord (~ Deutschland) (Daten <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>)

des 18. Jahrhunderts zurück. So hat die Klimageschichte bzw. die Paläoklimatologie in den letzten Jahren einen Auftrieb erfahren, weil mit ihren Methoden die Witterung und Klimageschichte noch weiter zurückliegender Zeiträume abgeleitet werden kann und Klimaänderungen so besser ablesbar sind (siehe Kasten S. 25). Witterungsverlauf, Niederschlagsmengen und Temperaturen kann man so relativ genau aus der Vergangenheit rekonstruieren.

Waren die Sommer in der Vergangenheit ähnlich heiß wie der Sommer 2003?

Was meteorologische Messungen angeht, so haben SCHÖNWIESE et al. (2003) die Flächenmittel der bodennahen Lufttemperaturen aller Sommer seit 1761 in Deutschland berechnet und den Wert auf die Periode 1961-1990 bezogen. Für den Zeitraum 1761-1890 beruhen diese Temperaturanomalien auf den Messungen an 4 Stationen, von 1891-1951 an 31 Stationen und von 1951-2003 an 75 und mehr Stationen. Von den inzwischen vergangenen 243 Sommern waren 14 um mindestens +1,5 Grad wärmer als der Durchschnitt dieser Referenzperiode. Der Sommer 2003 wich mit +3,4 Grad mit Abstand am deutlichsten vom Referenzwert ab. Die herausragende Dürreperiode des 20. Jahrhunderts, der Sommer 1947, liegt mit einem Maximum von + 2,2 Grad als zweitheißeste Anomalie deutlich dahinter.

Dieser große Abstand unterstreicht das singuläre Ereignis von 2003, das statistisch gesehen als nahezu „unmögliches“ Ereignis gilt, wenn man die Häufigkeitsverteilung der Sommerdaten analysiert.

In Abb. 1 sind die Temperaturabweichungen der Sommer-temperatur (Juni – August) vom Referenzwert 1961-1990 aufgetragen, wie sie von JONES et al. veröffentlicht werden - hier gemittelt für die geographische Region 5°-15° Ost sowie 45°-55° Nord, was Deutschland mit Teilen angrenzender Länder entspricht. Die herausragenden Hitzesommer 2003, 1947, 1994, 1992, 1983 und 1859 entsprechen, wenn auch in leicht geänderter Rangfolge (siehe Tab. 1), der Rekonstruktion von SCHÖNWIESE et al. In der Bewertung der beiden herausragenden Sommer 2003 und 1947 stimmen die zwei Temperaturzeitreihen in Tab. 1 überein.

Die Weinlese als Schlüssel zur Sommertemperatur

Eine Möglichkeit der Rekonstruktion vergangener Klimaereignisse bieten dabei phänologische Aufzeichnungen, beispielsweise über die Termine der Weinlese.

Der Zeitpunkt der Traubenreife hängt sehr stark von den Temperaturen des Sommers ab. Setzt man für einen Zeitraum, in dem sowohl Temperaturmessungen wie auch phänologische Beobachtungen vorliegen, die Weinlese in Beziehung zu

Rangplatz	Sommer (Juni, Juli, August) (1761 bis 2003) (SCHÖNWIESE et al.)	Sommer (Juni, Juli, August) (1856 bis 2003) (nach JONES et al.)	Temperaturanomalie im Vgl. zum Mittel der Periode 1961-1990 (1856-2003)
1	2003	2003	3.46
2	1947	1947	2.26
3	1994	1859	2.22
4	1992	1994	2.18
5	1826/1834	1992	1.99
6	1826/1834	1983	1.78
7	1983	2002	1.62
8	1859	1950	1.58
9	1781	1868	1.53
10	1846	1911	1.38
11	2002	1861	1.36
12	1807	1857	1.23
13	1783	1995	1.14
14	1811	1952	1.13
15	1868	1959	1.12

Tab. 1: Hitzesommer seit 1761 bzw. 1856 in Deutschland

gemessenen Monatsmitteltemperaturen, so zeigt sich, dass die Temperaturen der Vegetationsperiode entscheidend für den Erntezeitpunkt der Trauben sind.

Eine Temperaturerhöhung in der Vegetationsperiode um 1°C führt zu einer Verfrühung der Weinlese um 7 bis 10 Tage. Auf diese Weise können beispielsweise die Temperaturen vergangener Jahrhunderte rekonstruiert werden. Der Sommer des Jahres 2003 stellt eine Besonderheit in den letzten 150 Jahren dar. Viele heiße Sommer aus Tab. 1 weisen auch frühe Weinlesestermine auf, so z. B. 1947, 1781, 1846, 1811 oder 1868. Davor stehen - aus unserer Weinlese-Rekonstruktion - die Sommer der Jahre 1718, 1684, 1637, 1616, 1559, 1556, 1540, 1536 und 1516 heraus. Nimmt man die Klimageschichte Mitteleuropas von GLASER zu Hand, findet man in den von ihm zusammengestellten historischen Aufzeichnungen für diese oben genannten Jahre folgende Informationen:

1516 „Sommer zu heiß und dürr“, 1536 „Sommer wies Rekordhitze und Trockenheit auf, ... Heuschreckenschwärme überzogen die Felder, .. Stillstand der Mühlen, Austrocknen der Brunnen“, 1540 „eines der herausragendsten Jahre des Jahrtausends, .. extreme Wärme und außergewöhnliche Trockenheit“, 1556 „extreme Sommertrockenheit“, 1559 „Sommer kann als sehr trocken klassifiziert werden“ und 1616 „sehr heißer und extrem trockener Sommer, Weinlese einen ganzen Monat früher als üblich“.

Der Sommer 2003 – Extrem aber nicht einzigartig

Auf den langen Zeitraum von 500 Jahren bezogen ist der Sommer 2003 in seinen Auswirkungen mit einigen anderen des 16. Jahrhunderts vergleichbar. Etwa mit dem Sommer von 1540, von dem wir aus Archivalien wissen, dass diese Hitzewelle in ganz Europa Flüsse zum Versiegen und Wälder zum Brennen brachte (PFISTER 1999).

Für den Zeitraum der meteorologischen Messungen (seit 1761) muss der Sommer 2003 (Monate Juni – August) dagegen aber als äußerst extremes Ereignis gewertet werden.

Literatur

- GLASER, R. (2001): Klimageschichte Mitteleuropas: 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen Darmstadt : Primus-Verlag, VIII, 227 S.
- JONES et al. Temperaturdaten der Climate Research Unit, University of East Anglia, <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>
- PFISTER, C. (1999): Wetternachhersage: 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496 - 1995) / Bern [u.a.]: Haupt., - 304 S.
- PLOCHMANN, R., HIEKE, C. (1986): Schadereignisse in den Wäldern Bayerns – eine Zusammenstellung der forstlichen Literatur seit Beginn des 18. Jh./München: Forstwiss. Fak. d. Univ. München: Bayer. Forstl. Versuchs- u. Forschungsanst. (Forstliche Forschungsberichte München; 71)
- SCHÖNWIESE, C.-D., STAEGER T., UND TRÖMEL S.: Der Hitzesommer 2003 in Deutschland. Einige vorläufige Ergebnisse einer statistischen Zeitreihenanalyse. J.W. Goethe-Universität, Institut für Meteorologie und Geophysik, Frankfurt a.M., Eingereicht bei „Meteorologische Zeitschrift“ (in englischer Sprache, Sept. 2003) (<http://www.uni-frankfurt.de/IMGF/meteor/klima/deklim/Sommerstudie.htm>)

DR. JOACHIM HAMBERGER ist Redakteur von LWFaktuell

PD DR. ANNETTE MENZEL ist Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Ökoklimatologie der TU München

Proxydaten: wie das Wetter früherer Zeiten rekonstruiert wird

Um den Witterungsverlauf vergangener Jahrhunderte rekonstruieren zu können, ist man auf Informationen aus der Vergangenheit angewiesen. Diese findet man in menschlichen und in natürlichen Archiven.

In historischen Schriften finden sich Aufzeichnungen von Menschen zu dem von Ihnen erlebten Wetter. Vor allem wenn es sich um Zeitreihen von mehreren Jahren handelt, sind die Aufzeichnungen für die Klimageschichte wertvoll.

Auch die Natur zeichnet Wetterinformationen auf: Jahrringbreiten von Bäumen, Sedimente in Seen oder Bohrkerne aus

Gletschern geben Auskunft über vergangenes Wettergeschehen. Solche Informationen stellen keine meteorologischen Größen dar. Deshalb müssen über Transferfunktionen Klimaparameter abgeleitet werden. Man spricht von Proxydaten, weil diese Informationen das historische Klima stellvertretend (engl. proxy = Stellvertreter) wiedergeben. Durch Kombination von Messreihen, auch räumlicher Interpolation, ergeben sich quasimeteorologische Messreihen, die uns wertvolle Auskünfte über das Klima in der Vergangenheit liefern.

Der „Käfersommer“ 2003

Ein Rückblick auf das Befallsgeschehen

von Gabriela Lobinger

Der „Jahrhundertsummer“ 2003 mit Rekordtemperaturen und Trockenheit über mehrere Monate hinweg wurde für Bayerns Wälder zu einem „Käfersommer“. Wärme und Trockenheit führten einhergehend mit der Schwächung der Bäume zu massiven Befall von Fichte und Lärche durch Borkenkäferarten. Für das Jahr 2004 steht uns wahrscheinlich eine weitere Ausweitung des Befalls bevor.



Abb. 1: Fraßbild des Kupferstechers

Erst Kupferstecher, dann Buchdrucker

Die meisten Insektenarten profitieren von Trockenheit und Wärme. Sie reagieren mit gesteigerter Aktivität, schneller Entwicklung der Brut und hohen Überlebensraten. Borkenkäfer sind unter günstigen Witterungsbedingungen zu explosionsartigen Massenvermehrungen befähigt. Das vergangene Jahr hat wieder einmal gezeigt, mit welchem enormem Zerstörungspotenzial wir es dann zu tun haben.

Im Frühjahr begann der Schwärmflug von Buchdrucker und Kupferstecher bereits in der zweiten Aprilhälfte. Hohe Temperaturen und Trockenheit (siehe Beitrag von Gietl in diesem Heft) führten dazu, dass innerhalb von wenigen Tagen der Befall erfolgte. Dabei ergab sich eine ungewöhnliche Konstellation:

Der **Buchdrucker**, üblicherweise besonders gefürchtet, wies in weiten Bereichen Bayerns niedrige bis leicht erhöhte Dichten auf und verursachte in der ersten Schwärmwelle meist nur geringe Schäden.

Dagegen kam es zu massivem Befall stehender Altfichten durch den **Kupferstecher**. Bereits zu Beginn der Schwärmperiode waren in Pheromonfallen auffallend erhöhte Anflugzahlen gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen. Der Kupferstecher konnte sich offenbar in den vergangenen Jahren in Resthölzern, die nach Holzernte oder Windwürfen in den Beständen verblieben waren, erheblich vermehren.

Die anhaltend günstige Witterung förderte seine Befallsaktivität auch in der Folgezeit. Diese Borkenkäferart orientiert sich – im Gegensatz zum Buchdrucker – gezielt an Duftsignalen geschwächter Bäume. Aufgrund mangelhafter Wasserversorgung war deren Abwehr in Form von Harzfluss schnell erschöpft. So konnten die nur 2 mm großen Käfer stehende Altfichten im Kronenraum besiedeln.

Die Brut entwickelte sich bei den kontinuierlich hohen Temperaturen sehr schnell – 6 Wochen nach Befall schwärmte bereits die erste Jungkäfergeneration aus. In der Folge kam es in manchen Bereichen zu flächigem Stehendbefall.

Dabei wurde i.d.R. der Kupferstecherbefall erst wahrgenommen, als die Bäume durch Rotfärbung der Krone von oben her zeichneten. Dies geschieht aber in der Regel erst dann, wenn die Jungkäfer bereits ausgeschwärmt sind.

Häufig fiel ein „verschwenderisches“ Befallsverhalten des Kupferstechers auf: besonders in jüngeren Beständen kam es zu großflächigem Stehendbefall bei nur geringer Brutdichte.

Auch der **Buchdrucker** profitierte im Verlauf des Sommers von dem zusätzlich anfallenden Brutmaterial. Er erreichte vielerorts Populationsdichten, die ihn zum Stehendbefall befähigten.

Käfernester weiteten sich durch Buchdruckerbefall oder Mischbefall Buchdrucker/Kupferstecher immer weiter aus. Dabei wurden zunächst Auflichtungen, Bestandeslücken durch Windwurf oder Schneebruch sowie süd-/südwestexponierte Bestandesränder bevorzugt besiedelt. Im weiteren Verlauf der Gradation jedoch traten Befallsherde auch im Inneren der Bestände auf.

Jeden befallenen Baum einschlagen!

Fast in allen Befallsgebieten brachten beide Käferarten 3 Nachkommengenerationen nebst mehreren Geschwisterbruten hervor. Nachstehendes Zahlenbeispiel für den Buchdrucker vermittelt einen Eindruck von dem unglaublichen Vermehrungspotenzial:

Geht man von nur 60 Nachkommen pro Weibchen aus, so beträgt dessen Nachkommenschaft bei 3 Generationen + Geschwisterbruten mehr als 100.000 Käfer!

Folgendes Szenario lässt erlauben, welche Folgen das Übersehen befallener Bäume für das weitere Befallsgeschehen haben kann:



Diese Rechnung zeigt, wie wichtig es ist, auch einzelne befallene Fichten möglichst frühzeitig zu erkennen und zu entfernen.

„Saubere Wirtschaft“ tut Not!

Nach wie vor stehen für eine effiziente Borkenkäferbekämpfung nur die Maßnahmen der „sauberen Wirtschaft“ zur Verfügung:

- regelmäßige Befallskontrolle durch Bohrmehlsuche (nur beim Buchdrucker zuverlässig)
- zeitnahe Entnahme befallener Bäume - Entrindung oder Abfuhr
- Brutraumzug für beide Borkenkäferarten durch Vernichtung bruttauglicher Resthölzer

Die besondere Risikosituation aufgrund der Kupferstecher-Massenvermehrung macht einen erheblichen Kontroll- und Arbeitsaufwand erforderlich (s. LWFaktuell 11/2003, Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 43/03).

Gipfelstücke, Äste und Abraum auf den Rückegassen müssen durch Mulchen, Hacken oder Verbrennen brutuntauglich bzw. bereits vorhandene Käferbrut unschädlich gemacht werden. Untersuchungen zeigen, dass Material aus Herbst-/Winteraumarbeitung im Frühjahr noch bruttauglich ist bzw. die vorhandene Käferbrut ohne große Einbußen zur Entwicklung kommen kann.

Nach wie vor sind diese Arbeiten noch nicht ganz abgeschlossen. Immer wieder ist festzustellen, dass an Rändern bereits aufgearbeiteter Stehendbefallsherde neue Bäume durch Braunfärbung der Krone oder Abfallen der Rinde einen Befall anzeigen.

Noch mehr Käfer...

Auch viele andere Borkenkäferarten konnten von den günstigen Witterungsbedingungen profitieren.

So wurde mehrfach beobachtet, dass der **doppeläugige Fichtenbastkäfer, *Polygraphus polygraphus***, kleinräumig stark erhöhte Dichten aufbaute und ebenfalls am Primärbefall beteiligt war.

Auch ein vermehrtes Auftreten des **Großen Lärchenborkenkäfers, *Ips cembrae***, war zu verzeichnen. Besonders an Bestandesrändern wurden Lärchen befallen und starben noch innerhalb des Jahres 2003 ab (s. LWF aktuell 11/2003). Diese Borkenkäferart muß man in der kommenden Vegetationsperiode ebenfalls besonders im Auge behalten.

An Buche fiel verbreitet Befall durch den **Kleinen Buchenborkenkäfer, *Taphrorychus bicolor*** auf – erkennbar an schrotschussähnlichen Einbohrlöchern, meist umgeben von schwarzen Schleimflussflecken. Häufig zusammen mit dem Kleinen Buchenborkenkäfer trat auch der holzbrütende **Laubnutzholzborkenkäfer, *Trypodendron domesticum***, an Buche auf.

Keine Entwarnung für 2004

In der kommenden Schwärmperiode im Frühjahr wird sich zeigen, ob die ergriffenen Maßnahmen und die aufgewendete Sorgfalt ausreichend waren, um die Massenvermehrung der Borkenkäfer unter Kontrolle zu halten.

Ein nasses und kühles Frühjahr kann helfen, einen weiteren Dichteanstieg zu verhindern. Durch verzettelten Schwärmflug reicht dann häufig das Angriffspotenzial für Stehendbefall nicht aus. Allerdings kann erfahrungsgemäß bei einer bereits angelaufenen Massenvermehrung nicht mit einem Zusammenbruch der Populationen durch schlechte Witterungsbedingungen gerechnet werden. Die Käfervermehrung wird durch geringeren Befallserfolg und langsame Brutentwicklung lediglich gebremst. Bei anschließend günstigen Bedingungen kann die Gradation sofort wieder aufflammen.

Mischwald ist wie so oft die beste Vorsorge

Ein notwendiges Fazit aus der Situation ist, dass im Hinblick auf die Gefährdung durch Borkenkäferbefall der Anbau reiner Fichtenbestände generell in Frage zu stellen ist. Besonders jedoch gilt dies jedoch:

- für exponierte und flachgründige Standorte, wo die Stresseinwirkung durch Trockenheit und Sonneneinstrahlung die Bäume für einen Befall durch Borkenkäfer disponiert
- in Befallsgebieten der Kleinen Fichtenblattwespe und der Fichtengespinntblattwespe, wo es gehäuft zu Sekundärbefall durch Borkenkäfer kommt.

Die Situation 2003 hat gezeigt, dass Borkenkäfer unter günstigen klimatischen Voraussetzungen landesweit und sogar länderübergreifend erhebliche Schäden verursachen, die nur mit enormem Aufwand bewältigt werden können.

Eine standortgerechte Baumartenwahl und die Begründung und Erziehung stabiler Mischbestände mit hohem Laubbaumanteil können dieses Risiko deutlich entschärfen.

PD DR. GABRIELA LOBINGER ist Mitarbeiterin im Sachgebiet V (Waldökologie und Waldschutz) der LWF

„Brotbaum“ Fichte besonders gefährdet

Waldbauliche Anpassung der Wälder an den Klimawandel jetzt beginnen

von Herbert Borchert und Christian Kölling

Das Jahr 2003 sprengte zwar klimatisch alle Rekorde. Wenn auch nur die mildesten Prognosen der Klimaforscher zutreffen, werden jedoch noch weit extremere Jahre auf uns zukommen. Dadurch wird die Forstwirtschaft schon jetzt dazu gezwungen, den Wald von heute dem Klima von morgen anzupassen.

Das Klimatische „Superjahr 2003“ wird nicht lange außergewöhnlich bleiben

Falls weiterhin soviel Kohlendioxid und andere klimawirksamen Spurengase emittiert werden, wird für die kommenden 100 Jahre im globalen Mittel ein Anstieg der bodennahen Temperaturen von 1,4 bis 5,8 °C erwartet (SCHÖNWIESE et al. 2003). Nach regionalen Klimaprognosen für Bayern werden die Temperaturen im Winter nur geringfügig zunehmen, für die Sommermonate ist dagegen mit einem erheblichen Temperaturanstieg zu rechnen, in einigen Gebieten um bis zu 6 °C (Bayerischer Klimaforschungsverbund, 1999).

Was diese Zahlen für unsere Umwelt wirklich bedeuten, lässt sich nur schwer abschätzen, weil uns ein Vergleichsmaßstab fehlt. Mit dem „Superjahr 2003“ (Deutscher Wetterdienst) haben wir jetzt einen solchen Maßstab bekommen: Nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes war die Jahresmitteltemperatur 2003 aller deutschen Stationen um 1,2° C wärmer als üblich und im Durchschnitt aller Stationen fielen 25% Niederschlag weniger als im langjährigen Mittel.

Diese Werte erscheinen nicht sonderlich extrem. Dennoch war der Sommer 2003 der heißeste seit Beginn der Klimaaufzeichnungen in Deutschland. Die Sommertemperaturen lagen dabei um 3,4° C über dem langfristigen Durchschnitt (siehe auch Artikel von GIETL in diesem Heft). Der Vergleich dieser Rekordwerte von 2003 mit den zum Teil wesentlich höher liegenden Prognosewerten zeigt, dass im „Superjahr 2003“ die Untergrenze dessen, was die Klimaforscher für die nächsten Jahrzehnte als neuen Durchschnitt erwarten, noch gar nicht erreicht wurde. Sollte auch nur das mildeste Szenario der Klimaforscher eintreten, ist das Jahr 2003 erst der Auftakt einer Entwicklung, in der sog. „Superjahre“ häufig aufeinander folgen werden.

Die Prognosewerte der Klimaforscher werden noch anschaulicher, wenn wir an den Temperaturgradient von 0,65° C auf 100 m Höhenunterschied denken. Eine Temperaturzunahme von 1,4° C würde dem schwäbischen Donautal die Temperaturen des Weinbauklimas des 200 m tiefer gelegenen Würzburg beschenken. Bei einem Plus von 3° C wäre Weinbau

wohl auch im Allgäu eine echte Alternative zur Milchwirtschaft.

Die Klimaerwärmung ist unaufhaltsam: Wer sich nicht anpasst, muss weichen

Für die Forstwirtschaft ist zudem von großer Bedeutung, dass die Klimaforscher neben der weiteren Erwärmung auch eine Zunahme von extremen Wetterereignissen, wie Orkanen, Hagelschlägen, Starkregen und Dürreperioden erwarten.

Selbst wenn die Emissionen der klimawirksamen Gase heute umgehend auf ein vorindustrielles Niveau zurückgeführt würden, wäre die Klimaerwärmung in den kommenden Jahrzehnten nicht abwendbar. In den Weltmeeren ist, wie in einer gigantischen Wärmeflasche, die Energie der vergangenen Jahrzehnte eingefangen. Dieser Speicher heizt die Atmosphäre in den nächsten Dekaden auf jeden Fall weiter auf. Unsere Gesellschaft ist deshalb gut beraten, neben den unbedingt notwendigen Vermeidungskonzepten (CO₂-Reduktion, Kyoto-Protokoll) auch Anpassungsstrategien an den Klimawandel zu entwickeln.

Aufgrund der langen Generationsdauer der Waldbäume können Anpassungen in der Forstwirtschaft, sofern sie einen Baumartenwechsel erfordern, nur sehr langsam durchgeführt werden. Der Forstwirtschaft ist daher ganz besonders zu empfehlen, bereits heute in ihren waldbaulichen Entscheidungen die Klimaänderung zu berücksichtigen.

Risiko für den Brotbaum: Rechtzeitig Fichtenbestände umbauen

Das Zusammenwirken von Trockenheit und Borkenkäferbefall im Jahr 2003 führte auch den Laien vor Augen, wie gefährdet ausgerechnet unser „Brotbaum“, die Fichte angesichts des Klimawandels ist. Die Bayerische Staatsforstverwaltung hat sich während der letzten Jahrzehnte intensiv bemüht, Nadelholzreinbestände in standortgemäße Mischwälder umzuwandeln. Im Privat- und Körperschaftswald wurde die Mischwaldbegründung finanziell gefördert. Die

gegenwärtige Entwicklung bestätigt, wie berechtigt die Bemühungen um standortgemäße Wälder waren und sind. Die Umwandlung von Fichtenwäldern in laubholzbetonte Mischwälder gelingt am leichtesten, wenn dafür ausreichend Zeit zur Verfügung steht, möglichst mehrere Jahrzehnte. Auf besonders kritischen Standorten ist jedoch eine rasche Auflösung der Fichtenbestände zu befürchten und es ist sinnvoll, in diesen Bereichen die Umwandlung in Mischwälder aktiv zu beschleunigen. Dies ist auch wirtschaftlich sinnvoll, da Zwangsnutzungen i.d.R. mit hohen Wertverlusten verbunden sind. Damit stellt sich zunächst die Frage, welche Waldbestände ganz besonders gefährdet sind und daher zügig umgebaut werden sollen.

Hitze, wenig Regen und leere Speicher: Wenn das Wasser knapp wird

Abb. 1 zeigt eine Einteilung Bayerns in Klimatypen. In den trocken-warmen Gebieten ist die Fichte besonders gefährdet. Diese trocken-warmen Landschaften erscheinen zunächst sehr ausgedehnt. Da diese Gebiete aber vergleichsweise gering bewaldet sind, ist die Waldfläche aller drei Klimabereichen in etwa gleich groß.

Die Einteilung in Abb. 1 stützt sich auf die gegenwärtigen Klimaverhältnisse. Werden regionale Prognosewerte einbezogen, könnten die Gefährdungsbereiche noch besser differenziert werden. Die LWF hat deshalb bereits Kontakt zum Institut für Meteorologie und Klimaforschung - Atmosphärische Umweltforschung des Forschungszentrum Karlsruhe aufgenommen, um die aktuellste Simulation für Bayern für forstliche Zwecke aufzubereiten.

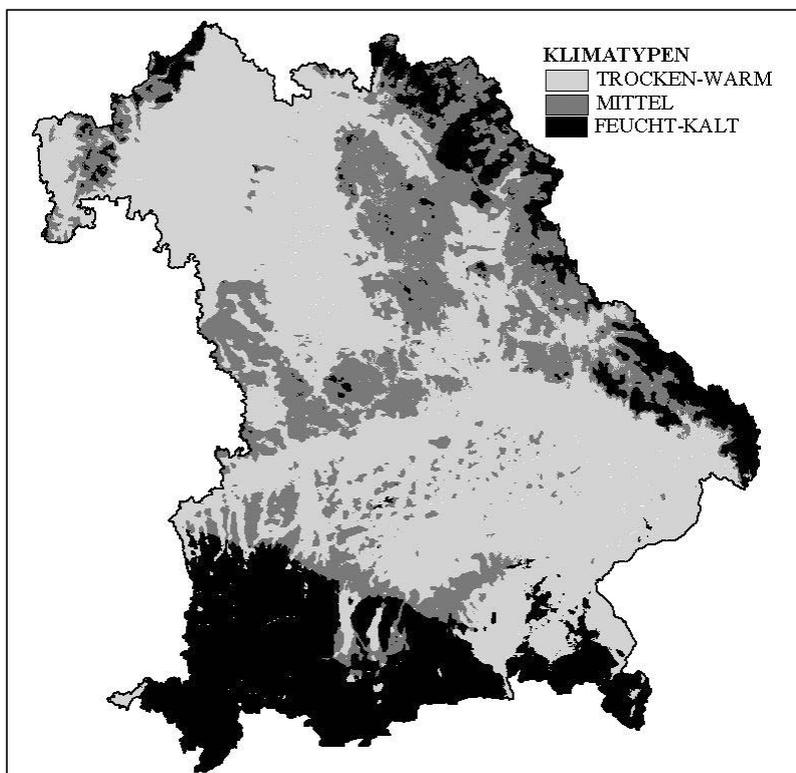


Abb. 1: Die Einteilung Bayerns in Klimatypen

Ein für das Wachstum der Bäume und ihre Gefährdung durch Borkenkäfer entscheidender Umweltfaktor ist die Wasserversorgung. Dort wo ein warm-trockenes Klima und Böden mit geringem Wasserspeichervermögen zusammen vorkommen, ist die Fichte besonders gefährdet. Diese Risikostandorte können anhand der Standortskarten, die inzwischen für einen Großteil der Waldfläche außerhalb des Hochgebirges vorliegen, ausgewählt werden.

In den klimatisch warm-trockenen Gebieten gehören alle trockenen, mäßig trockenen und mäßig frischen Böden zu den Risikostandorten. In den mittleren Klimabereichen zählen nur trockene und mäßig trockene Böden dazu.

Unabhängig vom Klimatyp sind alle wechselfeuchten Böden Risikostandorte für die Fichte. Auf diesen Standorten ist nicht nur das Sturmwurfrisiko besonders groß. Aufgrund der geringen Durchwurzelungstiefe wird dort auch die Wasserversorgung der Fichte bei Dürreperioden rasch eingeschränkt.

In reinen Fichtenwäldern und in Fichten-Kiefern-Beständen auf Risikostandorten sollte bereits frühzeitig (ab ca. einem Alter von 50 Jahren) mit der Verjüngung begonnen werden.

Auf der sicheren Seite: Baumarten der Natürlichen Waldgesellschaften

Sind die am stärksten gefährdeten Waldbestände erst ausgewählt, stellt sich die Frage, welche Baumarten als Alternative zur Fichte in Frage kommen. Weil die Standorte sich im Zuge des Klimawandels verändern, können Baumarten, die bisher als standortgemäß galten, künftig womöglich nicht mehr geeignet sein.

In LWFaktuell 37 haben wir beschrieben, welche Ansätze bestehen, um Baumarten zu identifizieren, die an veränderte Standortbedingungen angepasst sind. Wir empfehlen, sich bei der Baumartenwahl an den gegenwärtigen und künftigen natürlichen Waldgesellschaften zu orientieren. Von Natur aus wären die meisten Gebiete Bayerns mit Buchenwald oder Buchenmischwald bedeckt. Die ökologische Amplitude der Buche ist so weit, dass sie in den meisten Gebieten Bayerns bei der gegenwärtigen Klimaerwärmung zumindest noch lange Zeit nicht überschritten wird.

Nur an wenigen Stellen in Bayern stößt die Buche bereits heute an ihre Grenzen, so dass sie dort nicht die vorherrschende Baumart wäre. Die Bereiche, an denen die Buche ihre Trockengrenze erreicht (Abb. 2), werden sich vergrößern. Natürlicherweise finden sich in diesen Gebieten Eichen-Hainbuchen-Mischwälder. Die natürlichen Baumarten dieser Waldgesellschaft (Eichen, Hainbuchen und Edellaubbaumarten) sind hier auch forstlich interessant, wenngleich die Ertragsleistung dieser Wälder auf diesen Standorten niedrig ist und bei einer Klimaänderung noch weiter zurückgehen dürfte. Die natürliche Höhengrenze

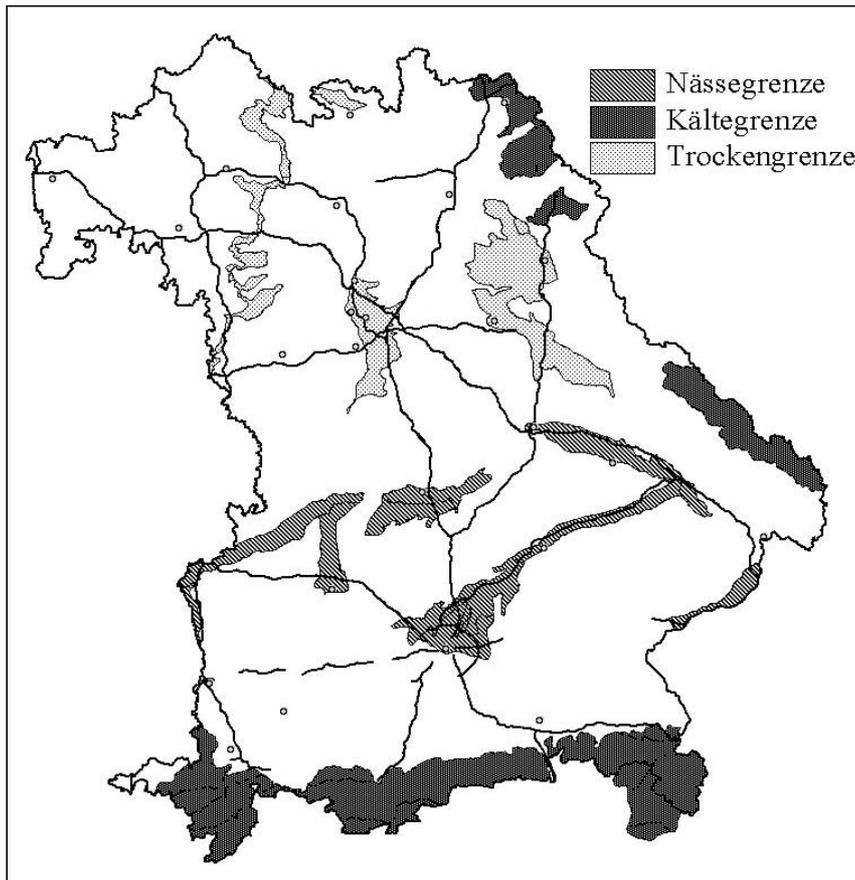


Abb. 2: Gebiete in Bayern, in denen die Buche an ihre Grenze stößt und deshalb in der natürlichen Waldgesellschaft nicht vorherrschend wäre.

der Buche in den bayerischen Gebirgen wird sich weiter nach oben verlagern. Ebenso wird in der Zone des Bergmischwaldes (Buche, Tanne, Fichte) der natürliche Anteil der Fichte zurückgehen. In der forstlichen Praxis kann dieser Prozess auch aktiv gefördert werden.

Douglasie und Tanne: Ökonomische Alternativen zu Fichte und Kiefer

Aus ökonomischen Gründen werden auch künftig zu den Baumarten der natürlichen Waldgesellschaft Nadelbäume beigemischt werden. In der Vergangenheit waren dies vor allem Fichte und Kiefer.

Die **Fichte** wird auf den Risikostandorten im Wege der natürlichen Verjüngung auch in den Folgebeständen beteiligt sein. Die klimarobuste **Kiefer** ist zumindest auf einigen trockenen Standorten Teil der natürlichen Waldgesellschaft. Sie kommt gut mit der Klimaänderung zurecht, liefert jedoch nur relativ geringe Erträge.

Als ertragreiche Alternative zu Fichte und Kiefer kommt die **Douglasie** in Betracht. Bestimmte Herkünfte der Douglasie sind gut an warm-trockene Sommer angepasst. Mittlerweile gibt es in Deutschland umfangreiche Erfahrungen beim Anbau der Douglasie. Probleme treten jedoch häufig in der Jugendphase auf, da die Douglasie hier sehr trocken-

empfindlich ist. Als ökonomisch motivierte Beimischung zur Buche sollte die Douglasie stärker als bisher in die Überlegungen einbezogen werden.

Auf nicht zu trockenen Standorten kommt in bestimmten Regionen Bayerns auch die **Tanne** in Frage, die aufgrund ihres Wurzelsystems auch tiefer im Boden gelegene Wasservorräte erschließen kann. Die Tanne ist als einzige Nadelbaumart auch in tieferen Lagen Mischbaumart der natürlichen Buchenwaldgesellschaften. Unglücklicherweise hat die Tanne bei ihrer nacheiszeitlichen Rückwanderung Nordwestbayern (Spessart und Rhön) nicht mehr erreicht, so dass sie sich in diesen Gebieten als natürliche Mischbaumart nicht bewähren konnte.

Die europäische **Lärche** ist in Bayern nur im Hochgebirge Teil der natürlichen Waldgesellschaft. Im Tiefland ist ihr Anbau nur auf Standorten zu empfehlen, die nicht zu trocken sind. Sie ist eher an kontinentale Klimaverhältnisse angepasst. Aufgrund ihres hohen Lichtbedürfnisses sollte sie auch nur an exponierten Stellen angepflanzt werden. Im 19. Jahrhundert sind viele Lärchen-Anbauversuche im Tiefland schon im Stangenholzalder durch Befall des Lärchenkrebses gescheitert (SCHOBER, 1949).

Sofern es die Besitzgröße erlaubt, sollte demnach durch die Mischung unterschiedlicher Baumarten das Risiko gestreut werden, insbesondere wenn andere Arten als die der natürlichen Waldgesellschaft beteiligt werden.

Literatur

BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND (Hrsg.) (1999): Klimaänderungen in Bayern und ihre Auswirkungen. München: Hans Lindner Verlag. 91 S.

SCHOBER, R. (1949): Die Lärche. Hannover: Schaper Verlag.

SCHÖNWIESE, C.-D. u.a.: Klimastatement der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft (DMG), der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie (ÖGM) und der Schweizerischen Gesellschaft für Meteorologie (SGM), aktualisierte Fassung September 2003. Homepage des Deutschen Wetterdienstes.

DR. HERBERT BORCHERT ist Mitarbeiter im Sachgebiet III (Waldbau und Forstplanung) der LWF

DR. CHRISTIAN KÖLLING ist Mitarbeiter im Sachgebiet II (Standort und Umwelt) der LWF

Einkommensverluste von mehr als 130 Mio. Euro

Ökonomische Folgen des Trockenjahres 2003 und Kosten des Waldumbaus

von Herbert Borchert

Die direkten Einkommensverluste der Forstwirtschaft in Bayern durch das Trockenjahr 2003 können durchaus 150 Mio. Euro betragen. Werden die Zuwachseinbußen noch hinzu gerechnet, erhöhen sich die finanziellen Schäden auf mehrere hundert Millionen Euro. Die Anpassung der Wälder an den Klimawandel ist teuer und sollte durch finanzielle Anreize unterstützt werden.

Zuwachseinbruch von 50% nicht unrealistisch

Trockenjahre können die Waldbesitzer finanziell ganz erheblich belasten. Während die Ertragsausfälle in der Landwirtschaft im Trockenjahr schon offensichtlich werden, können die Zuwachseinbußen im Wald erst nach Analyse des Jahrringaufbaus von Bäumen quantifiziert werden (siehe den Beitrag von UTSCHIG et al). Abb. 1 zeigt den Durchmesserzuwachs von Buchen in einem Bestand nahe Würzburg. Im Jahr 1976 war der Zuwachs um 43% geringer als er nach dem bis dahin bestehenden Trend in diesem Jahr zu erwarten gewesen wäre. Nachwirkungen in den Folgejahren gab es bei diesem seinerzeit noch jungen, vitalen Bestand nicht. Vergleichen wir die Niederschlags- und Temperaturwerte des Jahres 2003 (Ende der Zeitreihen) mit denen von 1976, so ist zu erkennen, dass der Niederschlag in 2003 fast so gering war wie 1976, die Jahrestemperatur jedoch erheblich höher. Im

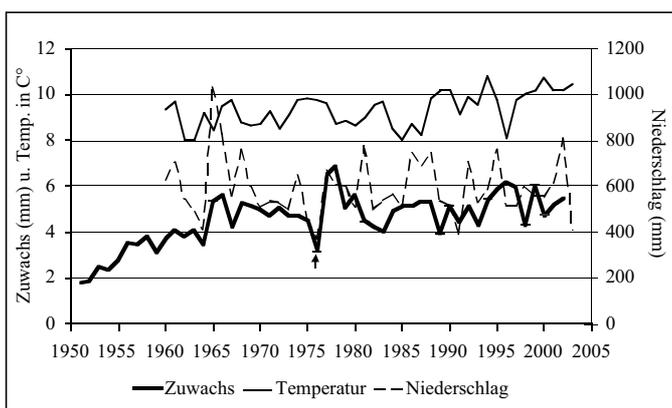


Abb. 1: Der mittlere Durchmesserzuwachs von 10 Buchen eines Bestandes in der Nähe von Würzburg sowie der Jahresniederschlag und die Mitteltemperatur an der Klimastation Würzburg. Die waagerechten Striche markieren die Jahre, in denen die Veränderung gegenüber dem Vorjahr bei allen 10 Bäumen gleichgerichtet war. Das Weiserjahr 1976 ist mit einem Pfeil markiert. Die 10 Bäume decken das gesamte Durchmesserpektrum ab.

Jahr 2003 könnte der Zuwachs deshalb auch noch deutlich stärker eingebrochen sein.

Mehrere hundert Millionen Euro Einbußen durch Zuwachsverluste

Nehmen wir an, die Zuwachseinbußen im Jahr 2002 betragen nur 50% und der im Mittel nutzbare Zuwachs in den Wäldern Bayerns entspricht dem Holzeinschlag des Jahres 2002 von ca. 16 Mio. Fm. Bei einem möglichen Durchschnittserlös von 45 Euro/Fm errechnen sich dann Einbußen im Umfang von 360 Mio. Euro für die Forstwirtschaft in Bayern. Bei einem Zuwachsverlust von 80% ergeben sich gar Einbußen von fast 580 Mio. Euro. Davon abzuziehen ist noch der Aufwand für Fremdleistungen und Material, welcher durch die Holzernte verursacht worden wäre.

Dieser Rechnung kann entgegen gehalten werden, dass Zuwachseinbrüche infolge Trockenheit zum normalen Betriebsrisiko der Forstwirtschaft gehören. Diesen Einbrüchen stehen schließlich auch überdurchschnittlich hohe Zuwächse in klimatisch günstigen Jahren gegenüber. Außerdem wäre bei Buchen und Eichen der Zuwachs aufgrund der starken Fruktifikation im Jahr 2003 ohnehin gering gewesen. Wenn sich jedoch extreme Trockenjahre häufen, dann schränkt dies die Produktivität der Forstwirtschaft ein und führt zu substantiellen Belastungen.

Preiseinbruch durch Überangebot von Käferholz bewirkt direkte Einkommensverluste

Unmittelbare finanzielle Verluste erfahren die Waldbesitzer durch die Holz mengen, die aufgrund des Befalls mit Borkenkäfer unplanmäßig geerntet werden müssen.

Zum einen sinken die Holzpreise infolge des Überangebots von Käferholz. Zum anderen wird im Sommer eingeschlagenes Holz häufig durch Verfärbungen entwertet. Der Einfluss des Überangebots von Rohholz auf den Holzpreis wird an folgenden Beispielen deutlich: Nach den Schnee-

bruchschäden 1981/82 lagen die Durchschnittserlöse der Fichte im Staatswald in den folgenden drei Jahren (1982-1984) real um 19% unter denen der vorausgegangenen drei Jahre. Nach den Orkanshäden 1984 waren sie in den folgenden drei Jahren nochmals um 10% geringer. Nach den Orkanen Vivian und Wiebke lagen die Erlöse bei der Fichte im Durchschnitt der folgenden drei Jahre gar um real 47% unter denen der Jahre 1988 bis 1990. Der Erlöseinbruch nach dem Orkan Lothar Ende 1999 betrug 17% in den Jahren 2000 bis 2002.

Kalkulieren wir mit einem Preisrückgang beim Fichtenholz von 20% infolge der durch die Trockenheit induzierten Borkenkäfer-Massenvermehrung. Nehmen wir weiter an, der Käferholzanfall erreicht den Umfang eines halben Jahreseinschlags von Fichte. Dies wären etwa 5 bis 6 Mio. Festmeter, wenn wir einen Anteil der Fichte am Gesamteinschlag eines normalen Jahres von 70% unterstellen. Bei einem Ausgangspreis von 60 Euro/Fm für Fichte errechnet sich für dieses Volumen von Käferholz bei dem Preisrückgang von 20% ein Einkommensverlust von 60 bis 70 Mio. Euro für die bayerische Forstwirtschaft.

Der Preiseinbruch betrifft allerdings auch das regulär geerntete Holz. Der planmäßige Einschlag kann aus betrieblichen und häufig aus finanziellen Gründen nicht vollständig angepasst werden. Kalkulieren wir für das frische Fichtenholz mit einem Preisverfall von 10% und einer Menge von 7 Mio. Fm, so erhöhen sich die Verluste um 42 Mio. Euro.

Finanzielle Schäden durch Ausfall von Forstkulturen und wegen zusätzlicher Kulturmaßnahmen

Diese Einkommenseinbußen erhöhen sich noch erheblich, wenn die aufgrund der Trockenheit ausgefallenen Anpflanzungen und die infolge der Käferschäden zusätzlichen Kulturmaßnahmen berücksichtigt werden. Wenn wir annehmen, dass etwas weniger als ein halbes Prozent der Waldfläche jährlich im Wege der Pflanzung verjüngt werden muss, das sind ca. 10.000 ha. Der Größenordnung nach könnten von diesen Kulturen im Jahr 2003 die Hälfte zugrunde gegangen sein. Werden für die Nachbesserungen 4.000 Euro je ha veranschlagt, müssen für die Erneuerung der Kulturen rund 20 Mio. Euro aufgewendet werden.

Aufgrund der unplanmäßigen Holzernte bei Käferbefall werden zusätzliche Pflanzungen erforderlich, die durch Ausnutzen natürlicher Verjüngung ansonsten hätten vermieden werden können. Angenommen durch die Käferschäden entstehen unplanmäßig Kulturflächen im Umfang der halben normalen Jahreskulturen, wovon ein Viertel nunmehr zusätzlich künstlich verjüngt werden muss. Bei Kosten von 5.000 Euro je ha entstehen dann zusätzliche Aufwendungen in Höhe von rund 6 Mio. Euro. Zinsverluste sollen hier unberücksichtigt bleiben. Diese entstehen deshalb, weil viele der vom Borkenkäfer befallenen Bäume noch nicht hiebsreif waren.

Die unmittelbaren Einkommensverluste der bayerischen Forstwirtschaft können somit durchaus 130 Mio. Euro betragen.

Da alle Arten von extremen Witterungsereignissen im Zuge des Klimawandels zunehmen und die Wälder dabei stets belastet werden, ist die Forstwirtschaft einer der vom Klimawandel am stärksten betroffenen Sektoren.

Anpassung an den Klimawandel ist teuer

Soll die Forstwirtschaft nun beginnen, sich durch Waldumbaumaßnahmen auf den Klimawandel einzustellen, sind dafür erhebliche Investitionen nötig.

Die an veränderte Klimabedingungen besser angepassten Baumarten müssen schließlich im Wege der Pflanzung oder Saat künstlich eingebracht werden. Die Anpflanzung von Buchen oder Eichen, als Baumarten der natürlichen Waldgesellschaften, ist dabei besonders teuer. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass diese Laubbaumarten vergleichsweise geringe Erträge in Aussicht stellen.

Wenn es vermieden werden soll, dass die Waldeigentümer nunmehr vorrangig auf Gastbaumarten, wie die Douglasie, setzen, müssen finanzielle Anreize im Wege der Förderung geboten werden. Diese bestehen zwar bereits in den entsprechenden Förderprogrammen, diese Programme müssen jedoch auch entsprechend ausgestattet werden.

Abb. 2 zeigt die Entwicklung der finanziellen Förderung für Maßnahmen der Waldverjüngung während der letzten 10 Jahre. Die Förderung war im Jahr 2002 auf weniger als ein Fünftel des Volumens von 1993 zusammengeschrumpft.

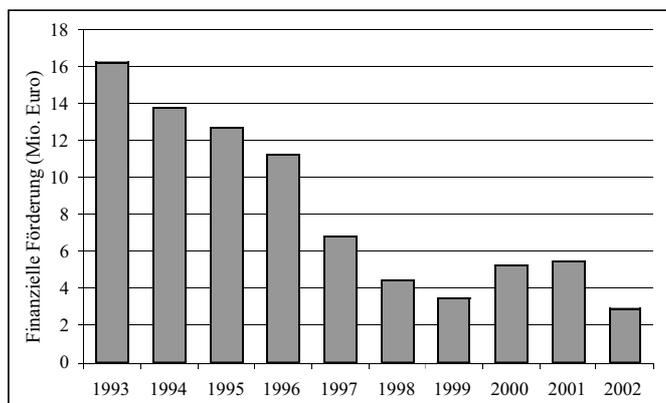


Abb. 2: Die finanzielle Förderung privater und körperschaftlicher Waldbesitzer für Maßnahmen der Waldverjüngung (Verjüngung, Wiederaufforstung, Umbau, Unterbau, Vorbau und Nachbesserungen)

Diese Entwicklung entspricht zwar der politischen Intention zum Subventionsabbau. Es gilt jedoch zu bedenken, dass die Forstwirtschaft nicht Verursacher des Treibhauseffektes ist, sondern im Gegenteil durch die Festlegung von Kohlendioxid in den Wäldern dem ein Stück entgegen wirkt. Vorsorgemaßnahmen, um eine intakte Landschaft trotz des Klimawandels zu erhalten, können nicht zum Nulltarif geleistet werden.

DR. HERBERT BORCHERT ist Mitarbeiter im Sachgebiet III (Waldbau und Forstplanung) der LWF

Borkenkäfersituation im Nationalpark Bayerischer Wald – 2003

Buchdrucker im Nationalpark profitierte vom Jahrhundertsommer

von Angelika Weißbacher

Das Jahr 2003 im Nationalpark Bayerischer Wald war aus der Sicht des Buchdruckers ein optimales Jahr: Zum einen sorgten Stürme im Herbst des Vorjahres und zu Beginn des Jahres 2003 für ein reiches Brutraumangebot, zum anderen waren die Witterungsbedingungen hervorragend.

Ideale Schwärm- und Brutbedingungen

Der Schwärmflug begann – wie auch in den meisten Jahren zuvor – Ende April (25.4.). Erste unbedeutende Anflüge wurden bereits Mitte April registriert. Die Schwärmaktivität in den wärmebegünstigten unteren Lagen wurde witterungsbedingt kaum unterbrochen. Von Mai bis August wurde dort an 91% aller Tage mindestens der Schwellenwert für Flugaktivität von 16,5° C erreicht. Im Schnitt war das Angebot an Schwärmstunden in allen Höhenlagen im Vergleich zum Mittelwert der letzten fünf Jahre um 50 Prozent erhöht. Die Borkenkäferbrut profitierte von der trocken-warmen Witterung dieses Jahrhundertsommers und von einer geringeren Parasitierung: die mittlere Reproduktionsrate betrug das 1,7-fache vom Mittelwert der letzten fünf Jahre bei einem Rückgang der Anzahl parasitierter Käfer auf ein Fünftel des Vergleichswertes. Der mittlere Reproduktionserfolg lag bei 74 Käfern pro 250 cm² Rindenfläche. Das Geschlechterverhältnis der Jungkäfer im Brutbild war ausgeglichen.

Zunahme von Fangzahlen und Stehendbefall ab Mitte des Jahres

Die Fangzahlen an Buchdrucker-Pheromonfallen im Rachel-Lusen-Gebiet sind seit 1998 kontinuierlich zurückgegangen. Auch 2003 waren die Anflugzahlen zu Beginn des Schwärmjahres deutlich niedriger als in den Vorjahren. Dies ist im Randbereich dem Bekämpfungserfolg der letzten Jahre zuzuschreiben. In der Naturzone stand die Falle in Konkurrenz zu frisch befallenen Windwürfen.

Im Mai und Juni wurde aufgrund der Attraktivität der Windwürfe kaum Stehendbefall gefunden. Im Juli jedoch nahmen Fangzahlen und Stehendbefall im Vergleich zu den Vormonaten deutlich zu. Als Folge der hohen Reproduktionsrate und der guten Schwärmbedingungen ist im Juli die erste Generation in beachtlichem Umfang ausgeflogen. Im Schnitt waren die Anflugzahlen hier mehr als doppelt so hoch wie im

Mai oder Juni. Ab Mitte August bis Mitte September ist teilweise noch eine zweite Generation ausgeflogen.

Langanhaltende Schwärmaktivität

Das Schwärmjahr endet gewöhnlich im August, einzelne Anflüge können noch bis Ende September beobachtet werden. 2003 jedoch ereigneten sich v.a. in der Naturzone noch Anfang und Mitte September zwei markante Schwärmwellen. Der kritische Wert für Stehendbefall von 1000 Käfern pro Falle und Tag wurde jedoch bei diesem späten Schwärmgeschehen nicht erreicht. Selbst Anfang September ausgelegte Fanghölzer wurden nicht mehr befallen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Flugaktivität im September in erster Linie dazu dient, Winterquartiere aufzusuchen. Die Gefahr von Stehendbefall ist dagegen nicht zu erwarten.

Der Kupferstecher spielte, anders als im restlichen Bayern, keine Rolle. Die Anflüge an Referenzfallen fielen sehr gering aus und betrugen im Vergleich zu den Fangzahlen im Jahr 2001, das den Höhepunkt einer Kupferstecher-Gradation im Nationalpark darstellte, nur noch ca. 1%.

Zunahme der Populationsdichte prognostiziert

Die Entwicklungen im Jahr 2003 lassen für heuer, bei für den Käfer günstigen Witterungsbedingungen, eine Zunahme der Buchdruckerpopulation und des jährlichen Zugangs an Totholzflächen in der Naturzone im Vergleich zum Vorjahr erwarten.

ANGELIKA WEIßBACHER ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der FH Weihenstephan

Waldschutzsituation 2003 in Bayern und Prognose für 2004

Hitze, Trockenheit, Kupferstecher und Buchdrucker

von Gabriela Lobinger, Markus Blaschke, Ulrich Skatulla und Hans-Jürgen Gulder

Witterungsextreme prägten das Jahr 2003. Wärme und Trockenheit begünstigten Entwicklung und Ausbreitung von Insekten und Pilzen. Die Populationen einiger forstschädlicher Insekten konnten sich rasch vergrößern. Triebsterben hervorrufende Pilze schädigten vor allem Schwarzpappeln, Kiefern und Fichten. Auch für das laufende Jahr lässt die Situation bei den Borkenkäfern an der Fichte keine Entspannung erwarten. Besondere Aufmerksamkeit ist Schwammspinner und Eichenprozessionsspinner zu widmen.

Witterung

Selten brachte ein Jahr so viele Witterungsextreme und neue Rekorde wie 2003, vor allem einen „Sommer der Superlative“ bis in den September hinein mit extremer Hitze und Trockenheit. Die Jahresdurchschnittstemperatur lag rund 1 Grad über dem langjährigen Mittel. Die Niederschlags-summe erreichte vielerorts nur etwa die Hälfte des langjährigen Durchschnitts. Insbesondere in Franken gingen vereinzelt bedeutsame Hagelschauer nieder. Im Voralpengebiet hinterließ ein Sommersturm einen Streifen der Verwüstung.

Schadinsekten an Nadelbäumen

In einigen Kiefernwäldern Mittelfrankens trat die **Kieferneule** (*Panolis flammea*) in erhöhter Dichte auf und verursachte stellenweise leichte bis mittlere Fraßschäden. Bei Puppensuchen zeigte sich dort jedoch eine sehr hohe Parasitierung von über 80%, die vor allem in der warmen, trockenen Witterung des vergangenen Jahres begründet ist. Die beginnende Gradation kann demnach bis auf kleinere Flächen als rückläufig angesehen werden.

Der **Kiefernspanner** (*Bupalus tiniarius*) sowie die **Kiefernbuschhornblattwespe** (*Diprion pini*) befinden sich weiterhin in der Latenz. Bei letzterer stiegen örtlich die Kokonzahlen im Vergleich zu den Vorjahren leicht an.

Die **Nonne** (*Lymantria monacha*) trat wiederum nur in geringer Dichte auf. Trotz optimaler Witterungsbedingungen während der Fraßzeit der Raupen sowie der Schwärmzeit der Falter waren an Pheromonfallen (siehe Abb. 1) in der Regel nur wenige Anflüge zu finden. Nur in einigen

Bereichen Oberfrankens wurden Anflugzahlen ermittelt, die auf einen leichten Anstieg der Populationsdichte hinweisen.

Fraßschäden der **Fichtengespinstblattwespe** (*Cephalcia abietis*) wurden nicht beobachtet. Die absolute Dichte wie auch die zu erwartenden Schlüpfzahlen der Pronymphen lagen weit unter dem kritischen Wert.

Die von der **Kleinen Fichtenblattwespe** (*Pristiphora abietina*) hervorgerufenen Schäden sowie die Gesamtbefallsfläche nahmen im vergangenen Jahr deutlich zu. Begründet war dies in dem optimalen zeitlichen Zusammenfallen von Fichtenaustrieb und dem Schwärmen der Weibchen sowie der warmen Witterung während der Fraßzeit der Raupen. Bei annähernd günstigen Witterungsverhältnissen wird die Blattwespe in den südostbayerischen Befallsgebieten auch in der kommenden Vegetationsperiode unvermindert stark auftreten.

Die warme und trockene Witterung über die gesamte Vegetationsperiode 2003 begünstigte Schwärmflug, Befalls-

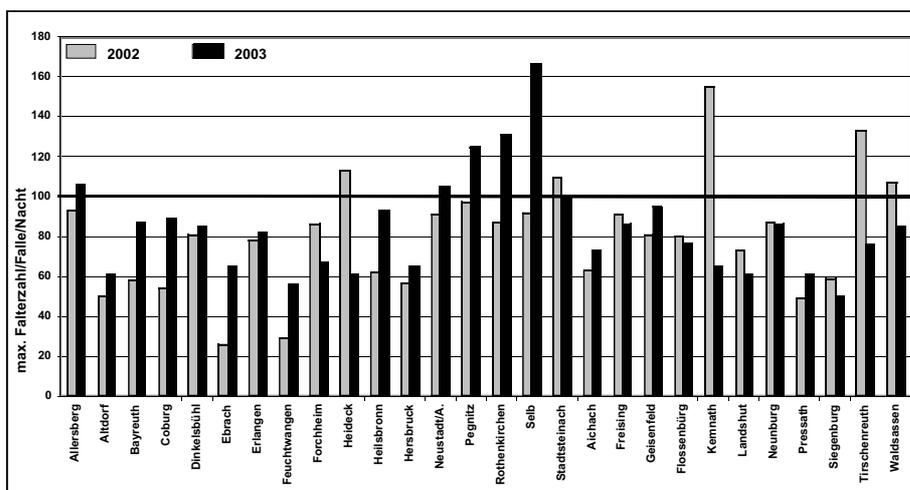


Abb. 1: Ergebnisse der Nonnenpheromon-Prognose 2002 und 2003 (ab 100 Falter/Falle/Nacht erhöhte Dichte)

aktivität und Entwicklung von **Buchdrucker** (*Ips typographus*) und **Kupferstecher** (*Pityogenes chalcographus*) an der Fichte. Bayernweit entstanden erhebliche Schäden. Dabei verursachte - bei regional unterschiedlicher Gewichtung - meist der Kupferstecher den ersten massiv auftretenden Stehendbefall. Der Buchdrucker war häufig erst in der zweiten Schwärmwelle Mitte Juni maßgeblich am Befallsgeschehen beteiligt. Beide Käferarten brachten drei Folgegenerationen sowie mehrere Geschwisterbruten hervor, die zu einem sprunghaften Anstieg der Dichte führten.

Die Schwerpunkte des Befalls lagen im Bereich der Münchener Schotterebene, in Schwaben, Niederbayern, im Oberpfälzer Wald, im Fichtelgebirge und Frankenwald sowie im westlichen Mittelfranken. In Unterfranken konzentrierten sich die Schäden auf einige Befallsherde im Spessart. Derzeit ist ein Ende der Massenvermehrung noch nicht abzusehen. Der Erfolg der intensiven Bekämpfungsaktivitäten im Herbst und Winter 2003 wird sich zu Beginn des Schwärmfluges 2004 zeigen. Sicher wird auch dieses Jahr ein enormer Aufwand für die Überwachung und Bekämpfung von Buchdrucker und Kupferstecher erforderlich sein, um eine weitere Vermehrung der Käfer einzudämmen und die Ausweitung der Befallsherde zu verhindern. Ein Merkblatt zu den Fichtenborkenkäfern wird von der LWF demnächst erscheinen.

Ebenso begünstigten die Witterungsverhältnisse den **Großen Lärchenborkenkäfer** (*Ips cembrae*). Vor allem an Bestandesrändern wurde teilweise massiver Stehendbefall der Lärche beobachtet. Die Bäume starben größtenteils noch im Verlauf des Winters ab.

Schadinsekten an Laubbäumen

Sowohl der **Eichenwickler** (*Tortrix viridiana*) als auch **Kleiner und Großer Frostspanner** (*Operophtera brunata* bzw. *Erannis defoliaria*) kamen in der vergangenen Vegetationsperiode nur in sehr geringer Dichte vor, merkliche Fraßschäden waren nicht zu beobachten.

Auf der Fränkischen Platte im Bereich Wiesentheid, Gerolzhofen, Schweinfurt, Würzburg wurde im Sommer ein zum Teil äußerst intensiver Falterflug des **Schwammspinners** (*Lymantria dispar*) festgestellt. Gelegezählungen im Herbst zeigten sich örtlich sehr hohe Dichten (bis zu 30 Gelege im unteren Stammbereich bis 2m Höhe). Auf Grund dieser Ergebnisse ist hier 2004 mit starken Fraßschäden auf einer Fläche von etwa 3.000 ha zu rechnen.

Die Massenvermehrung des **Eichenprozessionsspinners** (*Thaumetopoea processionea*) wird sich auch in diesem Jahr mit steigender Tendenz schwerpunktmäßig auf der Fränkischen Platte fortsetzen. Zwar sind örtlich hohe Parasitierungsgrade festzustellen, jedoch deuten Probezählungen von Eigelegen im Winter noch auf eine sehr hohe Populationsdichte hin.

Neben den Eichen in öffentlichen Grünanlagen (Autobahnparkplätze, Parkanlagen, Solitäranlagen in Ortschaften) wird im Wald eine Schadfläche von etwa 500 ha erwartet. Problematisch ist dieser Schmetterling insbesondere auch wegen seiner hygienischen Folgen. Die Raupenhaare können

bei Menschen mitunter schwere Allergien hervorrufen. Die LWF wird demnächst ein Merkblatt zum Eichenprozessionsspinner herausgeben.

Der **Eichenprachtkäfer** (*Agrilus biguttatus*) trat in einigen wegen Raupenfraß vorgeschädigten Eichenbeständen in Unterfranken punktuell in Erscheinung. Der zu erwartende Fraß des Schwammspinners und Eichenprozessionsspinners wird den Eichenprachtkäfer sicher begünstigen, so dass mit einer deutlichen Zunahme des Schädlings in den kommenden zwei bis drei Jahren zu rechnen ist.

Pilze

Im Frühjahr traten insbesondere massive Schäden an Schwarzpappeln und Schwarzpappelhybriden auf, die der **Dothichiza-Rindenbrand der Pappel** (*Cryptodiaporthe populea*) hervorgerufen hatte. Zahlreiche Zweige der Pappeln waren bis auf den Stamm hinunter abgestorben.

Die heftigen Hagelschauer in einigen Gebieten Frankens verursachten vor allem an der Kiefer, aber auch an an zahlreichen Baumarten mechanische Schäden. Das **Diplodia-Triebsterben der Kiefer** (*Sphaeropsis sapinea*) konnte sich über die von den Hagelkörnern verursachten Wunden etablieren, drang selbst bei Altbäumen in den Stamm ein und führte zum Absterben. Hinzu kam noch der ungünstige Umstand, dass der Pilz eine massive und tief ins Holz eindringende Blaufärbung hervorrief. In Unterfranken wurden durch das Triebsterben auch viele Schwarzkiefernbestände geschädigt.

Im Bayerischen Wald wurden Flächen mit dem **Sirococcus-Triebsterben** (*Sirococcus conigenus*) erfasst. Betroffen sind dabei sowohl die Altbestände als auch in einem enormen Maß die Naturverjüngung der Fichte. Die am stärksten befallenen Bestände erinnern mit ihren deutlich aufgelichteten Kronen an Bilder der neuartigen Waldschäden.

In mehreren Regionen fiel auch ein Absterben von Buchen auf. Die beteiligten Schaderreger reichten dabei von der Gattung **Phytophthora** über **Nectriapilze** (massiver Befall) und den **Brandkrustenpilz** (*Ustilina deusta*) bis hin zum **Zunderschwamm** (*Fomes fomentarius*). Bereits im August waren beispielsweise im südostbayerischen Raum zahlreiche Buchen weitgehend verfärbt bzw. blattlos.

Die Schäden durch die **Erlen-Phytophthora** stagnieren auf einem sehr hohen Niveau.

Ein erschreckendes Bild brachte die Untersuchung zahlreicher sturmgeworfener Fichten auf der oberbayerischen Altmoräne. An fast allen Wurzelstöcken wurde **Hallimasch** (*Armillaria spec.*) nachgewiesen. Auch wenn der Pilz noch nicht unmittelbar bei allen Fichten zu einer Stammfäule geführt hatte, so waren doch zahlreiche Senkerwurzeln befallen und regelrecht abgefällt. Dadurch hatten die Bäume ihren mechanischen Halt im Boden weitgehend verloren.

PD DR. GABRIELA LOBINGER, MARKUS BLASCHKE und PROF. DR. ULRICH SKATULLA sind Mitarbeiter im Sachgebiet V (Waldökologie und Waldschutz) der LWF, HANS-JÜRGEN GULDER leitet das Sachgebiet

Waldschutz aktuell:

Phytophthora schädigt Buchenbestände in ganz Bayern

Symptome konnten in vielen untersuchten Beständen bestätigt werden

von Thomas Jung

Bei einer bayernweiten Untersuchung von Buchenbeständen auf Phytophthora-Befall konnten die typischen Symptome wie Stammnekrosen, Schleimfluss und Wurzelfäule in 54 von 57 untersuchten Beständen nachgewiesen werden. Der Pilz hat dabei von der Witterung der letzten beiden Jahre profitiert. Die aufgefundenen Schädigungen sind zum Teil immens, allerdings besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

Die Anfälligkeit der Rotbuche gegenüber wurzelschädigenden Phytophthora-Arten ist insbesondere auf wechselfeuchten Standorten bereits seit langem bekannt (Day 1938). In Bayern wurde erstmals 1996 über das Vorkommen von *Phytophthora cambivora*, *P. citricola* und anderer *Phytophthora*-Arten in erkrankten Buchenbeständen berichtet (JUNG UND BLASCHKE 1996).

In verschiedenen Versuchsreihen erwiesen sich sowohl das Wurzelsystem (JUNG *et al.* 2003) als auch die Stammrinde der Rotbuche (JUNG UND BLASCHKE 1996; BRASIER UND JUNG 2003) im Vergleich mit Stiel- und Traubeneiche als deutlich anfälliger gegenüber *P. cambivora* und *P. citricola*.

Rindennekrosen, Wurzelfäulen und Schleimfluß als Zeichen des Befalls

Zwischen Juni 2003 und Februar 2004 wurden bayernweit insgesamt 57 Buchenbestände, darunter zahlreiche Bergmischwaldbestände im Alpenraum, auf typische Schadsymptome untersucht. Dabei wurden in 54 Beständen bei Einzelbäumen oder Baumgruppen Rindennekrosen festgestellt, welche äußerlich durch orangebraune bis schwärzliche Schleimflussflecken und eingesunkene Rindenpartien im älteren unteren Bereich der Nekrose erkennbar waren. Bei den meisten Buchen gingen die Schäden zungenförmig von den Hauptwurzeln oder dem Wurzelhals aus (Abb. 1 und 2, hintere Umschlagseite). Diese Wurzelhalsfäulen erstreckten sich in der Regel bis 2 m, in Einzelfällen jedoch bis 7 m Stammhöhe.

In 17 Beständen traten zusätzlich isolierte Rindennekrosen bis in Stammhöhen von 16 m auf (Abb. 3 und 4, hintere Umschlagseite). Die durch *Phytophthora* geschädigten Rindenpartien wurden meist bereits im Jahr der Erstinfektion von parasitischen und saprophytischen Pilzen sowie rindenbrütenden Borkenkäfern (v.a. *Taphrorychus bicolor*) besiedelt.

Am stehenden Baum ergibt sich bei mehrjähriger Erkrankung oftmals folgendes Erscheinungsbild: Die zwei Jahre alten und älteren Bereiche der Rindennekrose sind von

Pilzfruchtkörpern bedeckt (v.a. Buchenschleimrübling, Zunderschwamm, Rotrandiger Baumschwamm...), die Rinde blättert großflächig ab (Abb. 4). Die letztjährigen Bereiche der Nekrose sind eingesunken und beginnen aufzureißen. Ausgehend von letztjährigen Rindennekrosen treten neue Nekrosen mit frischen Schleimflussflecken auf (Abb. 3).

Symptome ähneln der Buchenschleimflusskrankheit

In mehreren Beständen ähnelte das Schadbild der sogenannten Buchen-Schleimflusskrankheit. In den von uns untersuchten Beständen konnte jedoch in mehreren Fällen *Phytophthora citricola* als primärer Verursacher der Krankheit festgestellt werden, dem *Nectria coccinea* in z.T. wenigen Zentimetern Entfernung nachfolgt.

Bei Buchen mit *Phytophthora*-Wurzelhalsfäule traten häufig der Brandkrusten-Pilz (*Ustulina deusta*) bzw. der Hallimasch (*Armillaria sp.*) als Besiedler der *Phytophthora*-Nekrosen auf. Beide verursachen eine intensive Holzersetzung (Weißfäuleerreger) im Stock- und unteren Stammbereich.

An 110 Buchen in 48 Beständen wurden insgesamt sechs *Phytophthora*-Arten isoliert. Die drei häufigsten Arten (*P. citricola*, *P. cambivora*, *P. cactorum*) wurden sowohl in Rindennekrosen am Stammfuß als auch in Bodenproben nachgewiesen. Die isolierten Rindennekrosen an Buchenstämmen gingen jedoch fast ausschließlich auf Befall durch *Phytophthora citricola* zurück.

Phytophthora ist nicht wählerisch...

In 10 *Phytophthora*-geschädigten Beständen war es schon vor dieser Untersuchung zu gruppenweisen bis flächigen Sturmwürfen gekommen. Dies könnte auf eine höhere Sturmwurfgefährdung von Buchenbeständen mit Wurzelschäden hinweisen.

Die bisher erfolgten stichprobenartigen Untersuchungen

zeigen, dass *Phytophthora*-bedingte Wurzel- und Stammsschäden auf einem weiten Spektrum an geologischen Substraten und Böden in ganz Bayern auftreten können. Die Krankheit wurde bisher bis in 870 m Meereshöhe festgestellt und trat in Bergmischwäldern auch auf Steilhängen mit skelettreichen Rendzinen auf.

Günstige Witterung beschleunigt Ausbreitung und Befall

Bei der Erklärung der Schadensursache gehen wir von folgender Arbeitshypothese aus: Normalerweise besteht bei Bäumen vor der Kulmination ihres Zuwachses auf gut drainierten Standorten ein natürliches Gleichgewicht zwischen der Feinwurzelneubildung und der Zerstörung von Feinwurzeln durch *Phytophthora*-Infektionen. Mit zunehmendem Alter nimmt jedoch die Reaktionsfähigkeit ab und das Gleichgewicht wird zugunsten der Krankheitserreger verschoben. Dadurch kommt es durch Feinwurzelverluste zu chronischen Kronenschädigungen. Ist zusätzlich der Witterungsverlauf besonders günstig für das Überleben der Dauersporen (milde, feuchte Winter) und die Verbreitung der Zoosporen von *Phytophthora* (hohe Bodenfeuchte, Häufung von Starkregen-Ereignissen, Wechsel zwischen ausgeprägter Trockenheit und Starkregen bzw. langdauernden Regenperioden), so kann sich dieser chronische Prozess dramatisch beschleunigen.

2002 und 2003 waren „Phytophthorajahre“

Die lange anhaltenden hohen Niederschläge des Sommers 2002 führten bayernweit zu hoher Bodennässe, welche *Phytophthora*-Arten ideale Bedingungen für die Verbreitung über begeißelte Zoosporen ermöglichte. Daher kam es mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer weitreichenden Zerstörung der Feinwurzelsysteme anfälliger Baumarten auf zahlreichen Standorten.

Zudem wurde bei den nässeempfindlichen Buchen durch die langanhaltende Bodennässe in diesem Sommer die Abwehrfähigkeit herabgesetzt, so dass *Phytophthora* vielfach bis in die empfindliche Rinde des Stammfußes vordringen und sich teilweise bis 14 m Stammhöhe ausbreiten konnte. Für diese These spricht, dass die meisten der untersuchten Rindennekrosen auf das Jahr 2002 datiert werden konnten.

Im Jahr 2003 wirkte sich die extrem trockene Witterung des Frühjahres und insbesondere des Sommers auf die vorgeschädigten Buchen in zweierlei Weise tragisch aus: Einerseits konnten die Bäume den Feinwurzelschaden des nassen Vorjahres nicht regenerieren, andererseits litten sie aufgrund des durch *Phytophthora* stark zerstörten Feinwurzelsystems unter besonders starkem Trockenstress. Dies führte bei vielen Buchen bereits ab der zweiten Julihälfte 2003 zum Vertrocknen und zum Abwerfen des Laubes. Die nun stark geschwächten Bäume werden zum Teil ein Opfer sekundärer Schädlinge wie z.B. dem Hallimasch, dem Brandkrustenpilz oder rindenbrütender Käfer.

Es besteht weiterer Forschungsbedarf

Um die Arbeitshypothese abzusichern, besteht weiterer dringlicher Forschungsbedarf. Dazu gehören Feinwurzeluntersuchungen auf einem weiten Standortsspektrum und Erhebungen zur Verbreitung in Forstbaumschulen.

Forstleute und Waldbesitzer werden gebeten, Buchenbestände mit *Phytophthora*-verdächtigen Krankheitssymptomen (siehe hintere Umschlagseite) zu melden an:

Dr. Thomas Jung, Tel. 08161 714804,
e-mail: jun@lwf.uni-muenchen.de

Literatur

- BRASIER, C. M. & JUNG, T. (2003): Progress in understanding *Phytophthora* diseases of trees in Europe. In: '*Phytophthora in Forests and Natural Ecosystems*'. (McComb, JA, Hardy, G and Tommerup, I, Hrsg.), S. 4-18. Murdoch University Print, Perth
- DAY, W. R. (1938): Root-rot of sweet chestnut and beech caused by species of *Phytophthora*. I. Cause and symptoms of disease: Its relation to soil conditions. *Forestry* 12: 101-116
- JUNG, T. UND BLASCHKE, H. (1996): *Phytophthora* root rot in declining forest trees. *Phyton (Austria)* 36: 95-102
- JUNG, T. UND BLASCHKE, M. (2003): Ausmaß und Verbreitung der *Phytophthora* – Erkrankung der Erlen in Bayern, Ausbreitungswege und mögliche Gegenmaßnahmen. *Forst und Holz* 58: 246-251
- JUNG, T., NECHWATAL, J., COOKE, D.E.L., HARTMANN, G., BLASCHKE, M., OBWALD, W.F., DUNCAN, J. M. UND DELATOUR, C. (2003): *Phytophthora pseudosyringae* sp. nov., a new species causing root and collar rot of deciduous tree species in Europe. *Mycological Research* 107: 772-789

DR. THOMAS JUNG ist Mitarbeiter im Sachgebiet V (Waldökologie und Waldschutz) der LWF

Borkenkäfer – ein gefragtes Thema

von Gabriela Lobinger

Angesichts der heuer angespannten Borkenkäfersituation in Fichtenbeständen ist es wichtig, dass alle Waldbesitzer möglichst umfassend über Biologie und Befallsverhalten von Buchdrucker und Kupferstecher informiert sind. Nur bei guten Kenntnissen über den Schädling kann man das Befallsrisiko richtig einschätzen, rechtzeitig und mit den richtigen Maßnahmen reagieren, und so eine weitere Ausbreitung der Schäden verhindern. Deshalb wurden hier immer wieder auftretende Fragen und Unsicherheiten zu diesem Thema zusammengetragen und im Folgenden kurz beantwortet.

Wo überwintern Borkenkäfer?

Buchdrucker und Kupferstecher überwintern in allen Entwicklungsstadien (Larven, Puppen, erwachsene Käfer) in der Rinde befallener Bäume.

Erwachsene Käfer ziehen sich manchmal auch zur Überwinterung in die Bodenstreu zurück. Allerdings ist nicht hinreichend geklärt, wie hoch dieser Anteil an Bodenüberwinterern ist und welche Faktoren dies fördern.

Sterben Borkenkäferbruten im Winter ab?

Eier und junge Larvenstadien reagieren empfindlich auf Temperaturen unter -10 bis -15°C über mehrere Tage hinweg. Dagegen können ältere Larven, Puppen und Käfer auch lange Kälteperioden ohne große Verluste überstehen.

Wann und unter welchen Bedingungen beginnt im Frühjahr der Käferflug ?

Buchdrucker und Kupferstecher schwärmen im Frühjahr ab Mitte/Ende April aus ihren Winterquartieren aus. Beide Käferarten fliegen bei Temperaturen ab $16,5^{\circ}\text{C}$ und trockener Witterung.

Schwärmen Borkenkäfer bei entsprechenden Temperaturen bereits vor April aus ?

Nein. Es reicht nicht aus, dass die Temperaturschwelle von $16,5^{\circ}\text{C}$ erreicht wird – was durchaus auch im Winter vorkommen kann. Die Käfer sind dann zwar unter der Rinde aktiv, verlassen aber die Winterquartiere nicht vor Mitte/Ende April. Für Schwärmflug und Befallsaktivität muss eine bestimmte Temperatursumme erreicht sein.

Welche Bäume werden bei Stehendbefall bevorzugt?

Der **Buchdrucker** bevorzugt vitale Alt-fichten. Die ersten Pionierkäfer wählen ihre Wirtsbäume nach bisher nicht vollständig geklärten Kriterien aus bzw. fliegen sie zufällig an. Durch den beim Einbohren ausgelösten Harzfluss werden einzelne Käfer abgetötet - bei ausreichender Angriffsdichte (wenige hundert Käfer/Baum) jedoch kommt die Abwehr der Bäume zum Erliegen. Sobald sich einige Käfer erfolgreich eingebohrt haben, produzieren sie Lockstoffe für ihre Artgenossen - es kommt zum massiven Befall des Stammes.

Der **Kupferstecher** hat eine andere Befallsstrategie: Er reagiert auf Duftsignale geschädigter Bäume und befällt diese gezielt. Bei Massenvermehrung allerdings attackiert er auch gesunde, vitale Alt-fichten mit Erfolg. Besonders betroffen waren daher im Jahr 2003 Fichten mit fortgeschrittenen Trockenschäden. Im Gegensatz zum Buchdrucker bevorzugt er normalerweise Schwachholz.

Wie erkennt man Borkenkäferbefall?

Buchdruckerbefall lässt sich bereits zu Beginn des Befallsgeschehens am Auswurf braunen Bohrmehls erkennen, das sich am Stammfuß, in Rindenschuppen, Spinnweben und auf der Bodenvegetation sammelt.

Späte (für die Bekämpfung zu späte) Befallskennzeichen sind Spechtabschläge, Abfallen der Rinde, Kronenverfärbung von unten nach oben oder Nadelverlust der Krone im grünen Zustand.

Bei **Kupferstecherbefall** in Altbeständen gibt es keine Möglichkeit der frühen Befallsdiagnose. Meist dauert es mehrere Monate, bis die befallenen Bäume zeichnen - die Krone verfärbt sich vom Gipfel abwärts rotbraun, die Nadeln fallen ab.

Wie hoch ist die Vermehrungsrate von Borkenkäfern?

Ein Weibchen des Buchdruckers legt im Verlauf der Vegetationsperiode bis zu 150 Eier ab. Rechnet man Verluste mit ein, so kann 1 Käferweibchen in Jahren wie 2003 mit 3 Jungkäfergenerationen und 2 Geschwisterbruten mehr als 100.000 Nachkommen erzeugen

Gibt es außer „sauberer Wirtschaft“ noch andere Bekämpfungsmöglichkeiten?

Derzeit nicht. Zahlreiche Bemühungen, Borkenkäfer mit Mikroorganismen (z.B. Pilzen) zu bekämpfen, sind fehlgeschlagen bzw. nicht praxisreif.

Der Einsatz von Insektiziden beschränkt sich auf walddgelagertes Holz und kann bzw. soll nur in begrenztem Umfang angewandt werden. Aufgrund der meist unvollständigen Benetzung bleibt zudem ein Restrisiko, das bei Borkenkäfer-Massenvermehrungen nicht zu unterschätzen ist. Sinnvolle Alternative zur Befügung ist die Entrindung.

Geht von Resthölzern (Gipfelstücken, Astmaterial) nach Aufarbeitung eine Gefahr aus?

Ja – wenn eine erhöhte Kupferstecherdichte vorliegt, bergen diese Resthölzer ein enormes Gefahrenpotenzial.

Der Kupferstecher kann dieses Material über mehrere Monate als Brutraum nutzen. Ist es bereits befallen, so kommt es i.d.R. auch zur erfolgreichen Entwicklung der Brut und zum Ausschwärmen der Jungkäfer.

Da eine frühe Befallsdiagnose und damit gezielte Bekämpfung (wie beim Buchdrucker) hier nicht möglich ist, muss dem Kupferstecher unter allen Umständen bruttaugliches Material entzogen werden und die Population durch Beseitigung bereits befallenen Materials abgeschöpft werden.

Stellen die Bruten und Käfer in geschälter Rinde noch ein Risiko dar?

Von Larven, Puppen und sehr hellen Jungkäfern, die der mechanischen Zerstörung bei der Entrindung entgangen sind, geht keine Gefahr aus. Die geschälte Rinde trocknet aus und die Tiere können ihre Entwicklung nicht beenden.

Jungkäfer, die bereits ihren Reifefraß durchgeführt haben (dunkle Färbung), können ausfliegen und Befall verursachen. Dem kann man durch Aufwerfen von Rindenhaufen begegnen. In den Anhäufungen entstehen hohe Temperaturen und intensives Pilzwachstum, durch welche die Käfer abgetötet werden.

Eignet sich die Fangbaummethode als Bekämpfungsmaßnahme?

Fangbäume stellen sowohl im begifteten, wie auch im

unbegifteten Zustand keine wirksame Bekämpfungsmethode dar.

- Fangbäume können nur eine verhältnismäßig geringe Zahl von Käfern aufnehmen – der Aufwand für Fällung und Überwachung steht in keinem Verhältnis zum Nutzen.
- Sie stellen, sobald sie von Borkenkäfern befallen wurden, eine gefährliche Lockstoff-Quelle mitten im Risikogebiet dar.

Welche Einsatzmöglichkeiten gibt es für Pheromonfallen?

Pheromonfallen eignen sich zur Überwachung von Borkenkäferpopulationen:

- Sie liefern Informationen über den Schwärmverlauf (Beginn, Höhepunkte) und damit Einblick in die Anzahl der Folgegenerationen.
- Sie geben bei mehrjähriger Beobachtungszeit einen Eindruck davon, wie sich regional die Käferdichte entwickelt.

Wichtig ist dabei immer die sachkundige Auswahl des Fallenstandorts. Ein Einsatz der Fallen zur Borkenkäferbekämpfung bringt keinen Erfolg.

Welchen Einfluss haben natürliche Feinde auf die Käferdichte?

Es gibt zahlreiche natürliche Feinde von Borkenkäfern, z.B. Räuber (Ameisenbuntkäfer, Jagdkäfer), Parasitoide (Erz-, Schlupfwespen), Krankheitserreger (Pilze, Viren etc.). Sie können in großer Zahl auftreten – jedoch ist ihr Einfluss i.d.R. nicht ausreichend, um den Zusammenbruch von Massenvermehrungen herbeizuführen.

Wann ist der günstigste Zeitpunkt für Pflege- und Holzerntemaßnahmen in Jahren mit erhöhtem Borkenkäferisiko?

Bei Borkenkäfermassenvermehrung ist zu erwägen, solche Maßnahmen generell auszusetzen. Andernfalls empfiehlt es sich, die Arbeiten möglichst im Spätsommer, nach Beendigung des Käfer-Schwärmfluges durchzuführen. Bei hoher Kupferstecherdichte muss besondere Sorgfalt auf die Vernichtung aller Resthölzer bzw. allen befallenen Materials verwendet werden (Verbrennen, Häckseln). Gipfelstücke, Äste und Reisigmatratzen nach Harvestereinsatz behalten über viele Monate ihre Bruttauglichkeit für den Kupferstecher.

PD DR. GABRIELA LOBINGER ist Mitarbeiterin im Sachgebiet V (Waldökologie und Waldschutz) der LWF

LWF, SDW und BN laden ein

Die Weißtanne – Stiefkind oder Hoffnungsträger?

Tagung zur Weißtanne in Gunzenhausen am 2./3. Juli 2004-02-05

Noch vor 250 Jahren war die Tanne über weite Teile Bayerns hinweg weit verbreitet und ein zuverlässiges Mitglied vieler Waldgesellschaften. Von allen unserer heimischen Baumarten erbrachte sie höchste Wuchsleistungen und wuchs zu den imposantesten Baumpersönlichkeiten heran. Dennoch ist seit dem 18. Jahrhundert die Tannenfläche dramatisch zurückgegangen. Die gleichaltrigen Altersklassenforste der klassischen Forstwirtschaft bieten keine tannengerechte Umwelt, die hohe Luftschadstoffbelastung im 20. Jahrhundert führte zu starken Verlusten bei Alttannen und übermäßiger Wildverbiss verhindert seit Jahrzehnten den Nachwuchs. Das Schicksal der Tanne offenbarte schwerwiegende Fehlentwicklungen im Forst- und Jagdwesen ebenso wie folgenschwere Umweltprobleme der Industriegesellschaft. Das Ziel der Forstleute in den zurückliegenden 150 Jahren, Mischwälder mit Tannen zu erhalten oder wieder aufzubauen, wurde sehr häufig nicht erreicht. Um von diesen Problemen abzulenken, wurde sie schließlich als überempfindliche und äußerst sensible Baumart, ja geradezu als „Mimose unter den Waldbäumen“ bezeichnet.

Wegen der globalen Klimaerwärmung hat die Fichte vielerorts keine Zukunft. Deshalb werden gefährdete Fichtenforste

in überlebensfähige Mischwälder umgebaut. Dabei setzen viele Forstleute große Hoffnungen auch auf die Tanne, da sie mit einem Mehr an Wärme gut zurecht kommt. Sie hat ein tief in den Boden dringendes Wurzelwerk, mit dem sie besser als die Fichte längere Trockenzeiten überdauern, aber auch entscheidend zur Stabilität der Wälder gegen Sturmgefahren beitragen kann. Zudem ist sie gegen biotische Schäden wie Borkenkäfer- und Pilzbefall deutlich unempfindlicher als die Fichte und leistet dabei hohen Zuwachs. Ist die Tanne gar eine Alternative zur Fichte?

Auf unserer Tagung stellen wir eine Baumart vor, die im Wald von morgen eine wichtige Rolle spielen könnte. Die Weißtanne hat weltweit ein sehr begrenztes Areal mit einem ausgeprägten Schwerpunkt in Deutschland. Wir haben daher auch aus der Verpflichtung zur Erhaltung der natürlichen Artenvielfalt eine hohe Verantwortung für sie.

Die Tagung zum diesjährigen Baum des Jahres ist eine gemeinsame Veranstaltung der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald Landesverband Bayern und des Bundes Naturschutz in Bayern.

Waldschutz vor einem schwierigen Jahr

Das Waldschutzteam der LWF braucht Ihre Hilfe

von Hans-Jürgen Gulder

Im Sachgebiet Waldökologie und Waldschutz der LWF steht den Forstbehörden seit vielen Jahren ein kompetentes Team zur Seite. Es beantwortet alle schriftlichen Anfragen und Einsendungen zum Waldschutz und steht auch für telefonische Beratung jederzeit zur Verfügung. Die Qualität und Effizienz der Beratungen und Prognosen hängen allerdings ganz wesentlich davon ab, ob wir zeitnah und umfassend über Schadereignisse informiert sind.

Manchmal jedoch kommt die jährliche „Meldung über die tierischen und pilzlichen Forstschädlinge“ zu spät. Die Insekten sind bereits wieder verschwunden, die Fruchtkörper der Pilze zersetzt. Eine wertvolle Gelegenheit wurde vertan.

Bitte setzen Sie sich daher bei auffälligen Erscheinungen sofort mit uns möglichst telefonisch in Verbindung. Unser Team ist fast das ganze Jahr über in allen Landesteilen unterwegs. Ein Abstecher in Ihren Wald ist daher jederzeit möglich.

Melden Sie uns auch bekannte Schädlinge, wenn diese sich besonders auffällig verhalten.

Viele Anzeichen deuten darauf hin, dass wir vor einem schwierigen Waldschutzjahr stehen. Daher ist Ihre Mithilfe besonders dringlich.

Ihre Ansprechpartner:

- Borkenkäfer: Frau Dr. habil. Gabriela Lobinger
08161/71-4902 (lob@lwf.uni-muenchen.de)
- Sonstige Insekten: Prof. Dr. Ulrich Skatulla
08161/71-4928/4936 (ska@lwf.uni-muenchen.de)
- Pilze: FR Markus Blaschke
08161/71-4935 (bls@lwf.uni-muenchen.de)
- Mäuse: FR Stefan Müller-Kroehling
08161/71-4927 (mkr@lwf.uni-muenchen.de)

HANS-JÜRGEN GULDER ist Leiter des Sachgebietes V (Waldökologie und Waldschutz) der LWF

Der Krummzähne Tannenborkenkäfer

Eine Gefahr für die Tanne – auch bei uns?

Ein Blick zurück in die Geschichte

von Michael Mößnang

In diesem Jahr erwarten unsere Fichten einen Großangriff des Buchdruckers und seines „kleinen Bruders“, des Kupferstechers. Ausgangspunkt dieser kritischen Entwicklung war der ungewöhnlich heiße und niederschlagsarme Sommer 2003. Wie die Fichte hat auch unsere Weißtanne „ihre“ Borkenkäfer: Krümmzähner Weißtannenborkenkäfer (*Pityokteines curvidens*) und seine verdächtigen Kumpanen (*Pityokteines spinidens* und *P. vorontzovi* sowie *Cryphalus piceae* alias Kleiner Tannenborkenkäfer). Ihr Ruf ist nicht viel besser als der des Buchdruckers.

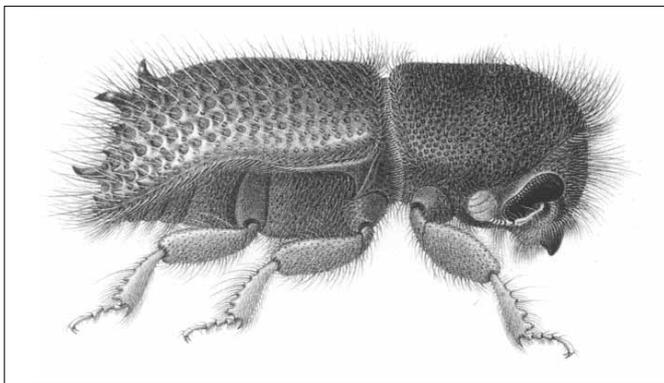


Abb. 1: Tannenborkenkäfer, Imago

Tatort: Schweiz, im Jahre 1947.

Vorausgegangen war ein sehr heißer und trockener Sommer. *P. curvidens* raubte in den 2 nachfolgenden Jahren 236.000 m³ Tannenholz. Betroffen waren v.a. das schweizerische Mittelland und der Schweizer Jura. Große Schadflächen traten jedoch nur auf Standorten auf, auf denen die Tanne nicht standortstauglich war, wie z.B. flachgründige Humuskarbonatböden in Südlage oder aber dort, wo die Tannen entgegen ihrem Naturell in Reinbeständen ohne vertikale Schichtung erwachsen waren. Alles in allem waren die Schäden zwar beachtlich; wo die Weißtanne aber standortsgemäß war, konnte sie dem Angriff erfolgreich Widerstand leisten.

Steckbrief: Krümmzähner Tannenborkenkäfer (*Pityokteines curvidens*, auch *Ips curvidens*, *Tomicus curvidens*)

2,5 bis 3 mm lang, schwarzbraun, Flügeldeckenabsturz mit 3 großen Zähnen, vorzugsweise an Tanne. Polygam: je ein Weibchen bohrt von einer gemeinsamen Begattungskammer

aus einen klammerförmigen doppelarmigen Quergang. Unter dickerer Rinde. Puppenwiegen bis 6 mm tief im Splint. 2-3 Generationen und Geschwisterbruten. Gefährlichster Schädling der Tanne.

Derzeit können unsere Tannen wohl guten Mutes sein: Ein vergleichbar massives Auftreten der Tannenborkenkäfer wie damals in der Schweiz ist zum jetzigen Zeitpunkt wohl nicht zu erwarten. Sowohl Bestandaufbau als auch Standort der meisten bayerischen Tannenbestände lassen vermuten, dass unsere Tannen einem solchen Schädling auch nach Trockenjahren gewappnet sein werden.

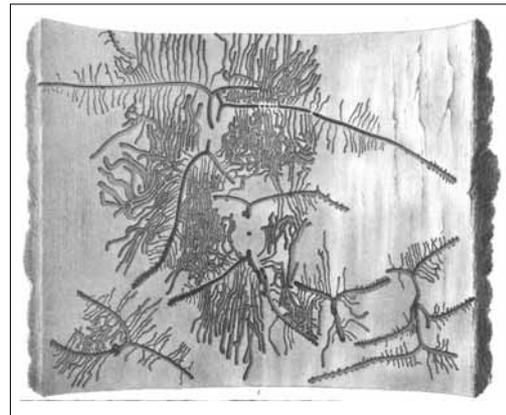


Abb. 2: Fraßbild des Tannenborkenkäfers

Literatur

J. MAKSYMOW, 1950: Untersuchungen über den krummzähnen Weißtannenborkenkäfer *Ips curvidens* Germ. während seiner Massenvermehrung 1947-49 in der Schweiz. Mitteilungen aus der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen. 26. Band, Heft 2; S.499-581.

MICHAEL MÖßNANG ist Mitarbeiter im Sachgebiet III (Waldbau und Forstplanung) der LWF

Deutsch-französische Tagung in Straßburg zum Trockenjahr 2003

Am 25. März 2003 findet in Straßburg eine deutsch-französische Fachtagung zur extremen Trockenheit des Sommers 2003 statt.

Diese Zusammenkunft von Wissenschaftlern und Entscheidungsträgern beider Länder soll einen Überblick über das Ausmaß der derzeit bereits sichtbaren Trockenschäden im Wald und den diesbezüglichen Wissensstand der Forschung geben.

Darüber hinaus sollen die erwarteten Folgen der Sommerdürre auf Wälder und Forstwirtschaft beider Länder diskutiert und mögliche Handlungsempfehlungen aufgezeigt werden.

Im Laufe des Jahres 2004 sollen die gewonnenen Ergebnisse dann in einer binationalen Expertise präzisiert werden und für den Praktiker und Wissenschaftler zur Verfügung stehen.

Fast 10.000 Menschen zeigen bei Demonstration Solidarität mit der Forstverwaltung

Am 10.12.2003 trafen sich knapp 10.000 Menschen in der Münchner Innenstadt, um gegen die im Rahmen der Verwaltungsreform geplante Auflösung der Einheitsforstverwaltung zu demonstrieren. Aufgerufen dazu hatte das Bürgerwaldforum, ein Zusammenschluss von Interessensverbänden wie z.B. dem Bund Naturschutz oder dem Alpenverein, die über 3 Millionen Mitglieder repräsentieren.

Aus ganz Bayern reisten Naturschützer, Waldbesitzer, Waldarbeiter, Förster, Büroangestellte, Studenten und Professoren an, um ihre Meinung zu den geplanten Maßnahmen zu artikulieren. Von den Demonstranten wird befürchtet, dass ein privatisiertes Staatsforst-Unternehmen den vielfältigen Ansprüchen der Allgemeinheit an den Wald nicht mehr Folge leisten kann, und der Weg einer vorbild-

lichen, allgemeinwohlorientierten Bewirtschaftung verlassen wird.

Viele Passanten, schlossen sich spontan der Demonstration vom Odeonsplatz zur Staatskanzlei an.

Die zahlreich anwesenden Waldbesitzer waren darüber beunruhigt, dass die kostenlose Privatwaldberatung auf ein Minimum zurückgefahren werden soll. Sie befürchten dadurch starke Einbußen bei der Qualität der Privatwaldbewirtschaftung und sehen die ersten Erfolge beim Waldumbau hin zu standortgemäßen Wäldern gefährdet.

Die Teilnehmer der Demonstration bildeten am Abend eine Lichterkette vom Ministerium für Landwirtschaft und Forsten zur Staatskanzlei um ihrer Sorge um die Zukunft des Waldes Ausdruck zu verleihen.

Die LWF zu Besuch bei der FVA: Gespräche über Zusammenarbeit

Leitung und Sachgebietsleiter der LWF besuchten im Februar 2004 die forstliche Versuchsanstalt Baden-Württemberg in (FVA) in Freiburg. Dabei wurde ausgelotet, in welchen Bereichen eine Zusammenarbeit beider Anstalten möglich und sinnvoll ist.

Die FVA ist anders strukturiert als die LWF. Sie hat acht Abteilungen (LWF fünf Sachgebiete) und ca. 200 Mitarbeiter (LWF 120).

Es wurde über ein gemeinsames Fachinformationssystem für die Forstwirtschaft im Internet gesprochen, in das auch die forstlichen Forschungsanstalten der Schweiz und Österreichs einbezogen sind. Auch im Bereich der Publikationen, z.B.



gemeinsame Merkblätter, wurde eine engere Zusammenarbeit diskutiert.

Staatspreis für vorbildliche Waldbewirtschaftung 2003

Dieses Jahr wurde vierten Male der „Staatspreis für vorbildliche Waldbewirtschaftung“ verliehen. Die Preisverleihung dient dazu, den Stellenwert der privaten und körperschaftlichen Waldwirtschaft innerhalb der bayerischen Forstpolitik hervor zu heben und öffentlich bekannt zu machen.

Die Ehrung umfasst die Aushändigung einer Urkunde mit Verleihung der Staatsmedaille und Würdigung der Leistungen aller Geehrten in einer Broschüre.

Für das Jahr 2003 wurde er an folgende kommunale und private Waldbesitzer vergeben:

Gemeinde Kaufering

Herr Bürgermeister Dr. Klaus Bühler

Stadt Ebersberg

Herr Bürgermeister Walter Brilmayer

Waldbesitzer

Herr Hans Schrickler, Ortenburg

Waldbesitzer

Herr Rudolf Vierling, Weiden/OPf.

Freiherrlich von Crailsheim'scher Familienstiftungswald

Herr Thomas Rabe, Burgwindheim

Waldgenossenschaft Frankenhofen

Herr Karl Beck, Weitingen

Waldbesitzer

Herr Friedrich Bauer, Lichtenau

Gemeinde Grafenheinfeld

Herr Altbürgermeister Robert Gießübel

Stadt Bad Königshofen

Herr Bürgermeister Clemens Behr

Fürstl. und Gräfl. Fuggersches Stiftungsforstamt

Herr Hartmut Dauner, Laugna

– Verleihung Urkunde: Hartmut Dauner

– Verleihung Medaille: Graf Albert Fugger von Glött

Zweckverband Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum

Herr Franz Meissner, Nürnberg

Wo kann man sich über Holzheizungen informieren?

Eine gute Gelegenheit, sich unabhängig über Holzheizungen zu informieren, bietet die Dauerausstellung des Technologie- und Förderzentrums für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing. Angeboten wird ein Vortrag zu „Wärmegewinnung aus Biomasse“ und die Möglichkeit, eine Ausstellung mit ca. 100 Exponaten von über 50 Herstellern zu besuchen. Gezeigt und erläutert werden Einzelfeuerstätten, Küchenherde, Scheitholzfeuerungen, Hackgutfeuerungen, Pelletfeuerungen und Holzspalter.

Wann: Oktober bis April an jedem Dienstag des Monats; In den Sommermonaten Mai bis September nur jeweils am ersten Dienstag in Monat

Beginn: 9:30 Uhr (Dauer des Vortrags „Wärmegewinnung aus Biomasse“: 9.30 - ca. 11 Uhr; Dauer der Führung durch die Ausstellung „Biomasseheizung“: ca. 11 - 12.30 Uhr)

Wo: Technologie- und Förderzentrum (TFZ)
Schulgasse 18, 94315 Straubing; Tel.: 0 94 21/3 00-210,
Fax: 0 94 21/3 00-211

Zusätzliche Hinweise

- An jedem ersten Dienstag im Monat sind auch Firmenvertreter anwesend, die zu speziellen Problemen Auskunft erteilen.
- Die Teilnahme ist kostenlos.
- Eine Anmeldung ist nur bei größeren Besuchergruppen (über 20 Personen) erforderlich.

Für Fragen und Anmeldung wenden Sie sich bitte an:
Klaus Reisinger, Tel.: 0 94 21/3 00-114,
E-Mail: klaus.reisinger@tfz.bayern.de

Zum Tode von Frau Dr. Margret Feemers



Am 23.12.2003 verstarb Frau Dr. Margret Feemers. Die Nachricht von ihrem Ableben erschütterte uns alle zutiefst.

Frau Dr. Feemers wurde am 04.10.1957 in Mönchengladbach geboren. 1981 schloss sie ihr Studium der Forstwissenschaften in München ab.

Bereits in ihrer Diplomarbeit beschäftigte sie sich mit einem entomologischen Thema, nämlich der fraßhemmenden Wirkung von Blatinhaltsstoffen der Wildbirne auf Schwammspinnerrauen. Das Interesse zur Forstzoologie und zur Entomologie ließ sie am Lehrstuhl für Angewandte Zoologie der LMU 1985 mit einem Thema zur Kernpolyedervirose der Gespinnstmotten bei Prof. Dr. Schwenke promovieren.

In den folgenden Jahren erwarb sie sich am Lehrstuhl für Angewandte Zoologie unter der Leitung ihres Doktorvaters bei den bayerischen Forstleuten ihren hervorragenden Ruf als Ansprechpartnerin in Waldschutzfragen.

Folgerichtig wurde sie ab 1988 an der damaligen FVA und jetzigen LWF angestellt.

Frau Dr. Feemers war fachlich und menschlich eine wesentliche Stütze unserer Landesanstalt.

Ihre hohe Fachkompetenz, ihr großes Interesse an Forstinsekten und den Zusammenhängen von Populationschwankungen von Forstschädlingen ließ sie in ihrem Fachbereich mit großem Engagement und hoher Motivation arbeiten. Durch ihre Hilfsbereitschaft und Liebenswürdigkeit hat sie sich bei ihren Kollegen wie auch bei Ratsuchenden größter Sympathie erfreut.

Der Waldschutz in Bayerischen Wäldern ist seit rund 1 1/2 Jahrzehnten aufs Engste mit dem Namen von Frau Dr. Feemers verbunden.

Aufgrund ihrer großen Einsatzfreude und ihrer Leistungen wurde sie im Jahre 1997 mit dem Hanskarl-Goettling-Förderpreis ausgezeichnet.

Sie vertrat Bayern in mehreren bundesweiten Gremien des Waldschutzes und führte die Schriftleitung der international anerkannten Zeitschrift für Angewandte Entomologie. Frau Dr. Feemers wird uns sehr fehlen.

Olaf Schmidt
Präsident der
Bayerischen Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft

Armin Troycke
Vorsitzender des
Personalrates der LWF

LWF aktuell

DAS MAGAZIN DER BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT

IMPRESSUM

LWFaktuell erscheint viermal jährlich plus Sonderausgaben. Erscheinungsdatum der vorliegenden Ausgabe: März 2004
Namentlich gezeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder.

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Verantwortlich: Olaf Schmidt, Präsident

Redaktion: Dr. Joachim Hamberger (Schriftleitung), Matthias Wallrapp, Dr. Alexandra Wauer

Layout, Gestaltung: Grafik Design Rothe, Langenbach

Druck: Print Medien Niedermayer, Au i. d. Hallertau **Auflage:** 5.500

Bezug: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Am Hochanger 11, 85354 Freising

Tel. / Fax: 08161-71-4881 / -4971 **URL:** www.lwf.bayern.de

E-mail: redaktion@lwf.uni-muenchen.de oder poststelle@fo-lwf.bayern.de

ISSN 1435-4098

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie fotomechanische und elektronische Wiedergabe sind erwünscht, aber bitte nach Rücksprache mit dem Herausgeber oder Autor. Gleiches gilt für die Einspeicherung oder Verarbeitung in elektronischer Form.

Dem Wald zuliebe  aus heimischem Holz
chlorfrei gebleicht

Titelseite: Ausgetrockneter Weiher im Juli 2003
(Foto: Norbert Luksch)

Der Forstliche Mondkalender 2004

Verwendungszweck des Holzes	Richtiger Zeitpunkt (allgemein für Holzeinschlag)	Für das Jahr 2004 besonders günstige Termine = fett normal günstig = normal	Effekte durch Beachtung dieser Termine
1. Waldroden oder Auslichten (Durchforsten der Bestände)	<ul style="list-style-type: none"> an den letzten 3 Tagen im Februar, wenn abnehmender Mond herrscht am 3.4., 22.6. oder 30.7. besonders bei abnehmendem Mond! an den Marien-Fiertagen 	entfällt für 2004 3.4., 22.6., 30.7. 15.8., 8.9.	Abgeholzte Bäume und Sträucher wachsen nicht mehr nach (keine Stockausschläge der Laubhölzer).
2. Bretter- und Bauholz	<ul style="list-style-type: none"> die ersten 8 Tage nach dem Dezember-Neumond im Tierkreiszeichen Wassermann k oder Fische l oder bei zunehmendem Mond im Zeichen Fische l 	14.a.-18. , 13.-22.12. 24.-25.1.; 21.-22v.2. 26.-27.9., 23.-24.10. 19n.-21n.11., 17.-18.12.	Das Holz verzieht sich nicht, trocknet nicht auseinander und behält sein Volumen. Kein Befall mit Schädlingen; man kann sich Holzschutzmittel sparen.
3. Möbel- und Werkzeugholz	<ul style="list-style-type: none"> Neumond im Tierkreiszeichen Skorpion h oder am 26. Februar bei abnehmendem Mond Skorpiontage im August 	14.10.; 12.11. entfällt für 2004 21.-22.8.	Die Sämme sind sofort zu entrinden.
4. Nicht faulendes Holz	<ul style="list-style-type: none"> am 1., 7. oder 31. Januar; 1. oder 2. Februar am 30. oder 31. März bei abnehmendem Mond im Tierkreiszeichen Fische l alternativ: warme Sommertage bei zunehmendem Mond 	1.1., 7.1., 31.1.; 1.-2.2. entfällt für 2004 18.-30.6.; 1.7.; 18.-30.7.; 17.-29.8	Holz fault nicht und wird nicht von Schädlingen (Würmern) befallen; man kann auf Schutzmittel verzichten.
5. Besonders hartes Holz	<ul style="list-style-type: none"> am 1. oder 31.1.; 1.-2.2. warme Sommertage bei zunehmendem Mond 	1.1., 31.1., 1.-2.2. siehe «Nicht faulendes Holz»	Wird mit zunehmendem Alter steinhart (Venedig wurde auf solchen Holzfundamenten erbaut).
6. Feuerbeständiges Holz	<ul style="list-style-type: none"> am 1. März, am besten nach Sonnenuntergang an den letzten 2 Tagen vor März-Neumond bei Neumond im Tierkreiszeichen Waage g am letzten Tag vor Dezember-Neumond 	1.3. 18.-19.3. entfällt für 2004 11.12.	Holz wird zwar schwarz, aber verbrennt nicht. Für Holzöfen, Holzkamine, Ofenbänke, Brotschaukeln u. ä.
7. Schwundfreies Holz	<ul style="list-style-type: none"> am 21. Dezember zwischen 11 und 12 Uhr an Februar-Abenden nach Sonnenuntergang bei abnehmendem Mond am 27. September am 15. August und 8. September (= «Frauentage») bei Mond im Tierkreiszeichen Krebs d monatf. die 3 Tage nach Neumond im Krebs d bei Neumond im Zeichen Waage g 	21.12 7.-19.2 27.9. -- 21.5.; 18.-19.6. 15.9.	Das Holz erleidet keine Verringerung des Volumens.
8. Brennholz	<ul style="list-style-type: none"> die ersten 7 Tage nach dem Oktober-Neumond 	15.-22.10.	Die Stockausschläge (bei Laubholz) wachsen gut nach.
9. Brücken- und Bootsholz	<ul style="list-style-type: none"> bei Neumond im Zeichen Krebs d bei abnehmendem Mond in den Tierkreiszeichen Krebs d oder Fische l (ab Juli) 	17.7. 8.1.; 18a.-20.3. 15.-16.4.; 12.-13.5. 8.-10n.6.; 6.-7.7. 15.-16.7.; 2.-3.8. 11a.-13.8.; 8.-10v.9. 5.-7n.10.; 1a.-3.11. 28.-30.11.; 26a.-28n.12	Fault und verrottet nicht und ist trittsicher.
10. Schnitzholz	<ul style="list-style-type: none"> am 25. März, 29. Juni oder 31. Dezember an den 3 Tagen vor dem November-Neumond 	25.3.; 29.6.; 31.12. 9.-11.11	Das Holz springt und reißt nicht. Allerdings muss der Wipfel noch einige Zeit am Stamm gelassen werden.
11. Reißfestes Holz (z. B. nach Brand)	<ul style="list-style-type: none"> bester Termin: am 24. Juni zwischen 11 und 12 Uhr MEZ in den 3 Tagen vor November-Neumond 25. März, 29. Juni und 31. Dezember 	24.6. 11 bis 12 Uhr MEZ 9.-11.11 25.3.; 29.6.; 31.12	Das Holz kann sofort bearbeitet werden.
12. Christbäume (Weihnachtsbäume)	<ul style="list-style-type: none"> an den 3 Tagen vor dem 11. Vollmond des Jahres (meist im November, manchmal im Dezember) generell bei zunehmendem Mond 	11. Vollmond: 25.-27.10. 12. Vollmond: 23.-25.11. 13.-25.11.; 13.-25.12	Die Tannen behalten die Nadeln jahre- bis jahrzehntelang. Die Fichten verlieren ihre Nadeln viel später als sonst.
13. Neupflanzung und Aufforstung	<ul style="list-style-type: none"> bei zunehmendem Mond am besten im Tierkreiszeichen Jungfrau f 	6.3. ; 1.-5./21.-31.3. 2.-3./29n-30n/1.-4./ 20.-30.4. 1./27.-28./2.-3./20.-31.5. 15.-27.10. 13.-25.11. 13.-25.12.	Rasche Bildung neuer Wurzeln; das Gehölz wächst zuverlässig an Wichtig: Wurzeln nie der prallen Sonne aussetzen!

Symbolerklärung:

Mond in a = Widder, e = Löwe oder i = Schütze (= so genannte Feuer- oder Fruchtzeichen);
Mond in b = Stier, f = Jungfrau oder j = Steinbock (= so genannte Erd- oder Wurzelzeichen);
Mond in c = Zwillinge, g = Waage oder k = Wassermann (= so genannte Luft- oder Blütezeichen);
Mond in d = Krebs, h = Skorpion oder l = Fische (= so genannte Wasser- oder Blattzeichen).

Abkürzungen:

v = vormittags, n = nachmittags 12.00 bis 17.00 Uhr, a = abends nach 17.00 Uhr.
MEZ = Mitteleuropäische Zeit (nicht Sommerzeit!)

Typische Schadbilder bei Phytophthorabefall an Buche

(siehe Artikel S. 36+37)



Abb. 1: Schleimfluß am Stammfuß und Nekrosen



Abb. 2: Abgestorbene Rindenpartien bei frischem Befall



Abb. 3+4: Fortgeschrittener Befall, abplatzen-
de Rinde und Weißfäule

Trocknisschäden 2003 (siehe Artikel S. 14–16)



Abb. 5: Verkümmerte Fichtenzapfen



Abb. 6: Vergilbte Nadeln und Nadelröte an Fichten