

# Trockenstress

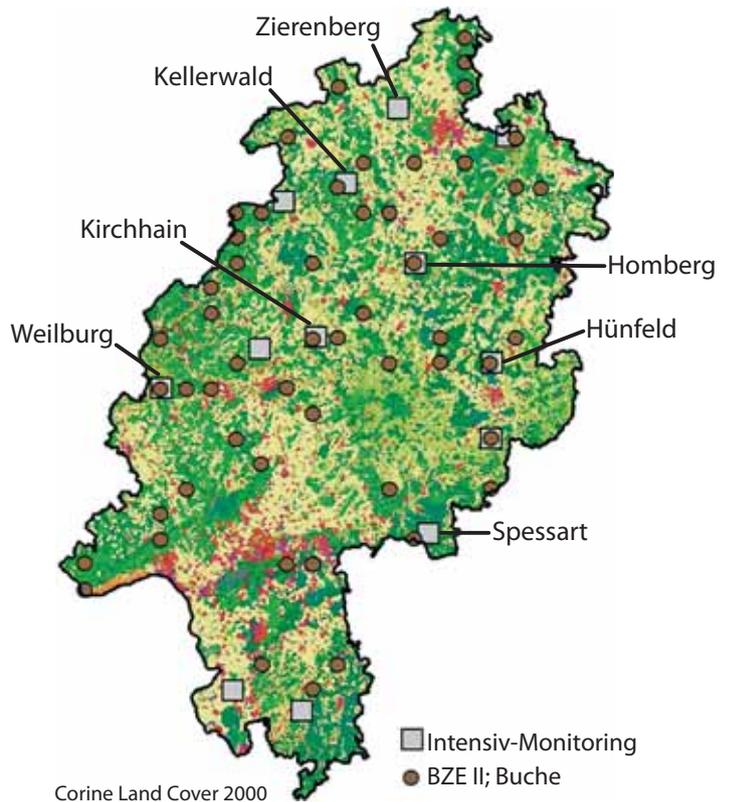
## Wachstumseinschränkungen hessischer Buchenwälder als Folge extremer Trockenheit

Markus Wagner, Johannes Suttmöller, Bernd Ahrends und Johannes Eichhorn

Der für Hessen erwartete Klimawandel – gekennzeichnet durch zunehmende Trockenheit während der Vegetationsperioden infolge höherer Lufttemperaturen sowie einer Verlagerung der Niederschläge vom Sommer in den Winter – kann die Wachstumsbedingungen der Wälder nachhaltig beeinflussen. Aufgrund der dominanten Verbreitung der Buche in hessischen Wäldern ist es daher unter forstwirtschaftlichen wie auch ökologischen Gesichtspunkten wichtig, das Trockenstressrisikopotenzial dieser Baumart genauer zu untersuchen. Finanziell gefördert werden diese Untersuchungen durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie im Rahmen des Forschungsverbundes INKLIM A.

Die unterschiedliche Breite der Jahrringe von Bäumen gibt Aufschluss über die Schwankungen ihres jährlichen Stammzuwachses. Über Bohrkerne gewonnene Zeitreihen dieser Jahrringe erlauben dabei die Rekonstruktion des Wachstumsverhaltens für ein komplettes Baumleben. Zur Beurteilung der Wirkung von Trockenstress auf den Zuwachs von Buchen wurden 137 solcher Jahrringzeitreihen von sieben Intensiv-Monitoringflächen (Level II) (siehe Abb. rechts) in einer vergleichenden Analyse Klima- und Wasserhaushaltsdaten der Jahre 1933 bis 2006 gegenübergestellt. Im Fokus standen dabei vor allem die extremen Wachstumsrückgänge. Um witterungsbedingte Wachstumsschwankungen von langfristigen Trends des Zuwachses, wie sie beispielsweise durch das zunehmende Baumalter oder durch langfristige Änderungen in der Nährstoffversorgung auftreten können, zu unterscheiden, wurde die jährliche Variabilität der Jahrringbreite verwendet. Errechnet wurde hierfür die relative Abweichung der Jahrringbreite von einem sechsjährigen gleitenden Mittelwert (in der Abb. Seite 21 oben). Deutlich lassen sich hierdurch Jahre mit extrem starken Zuwachsdpressionen identifizieren. Für die Jahre 1948, 1976, 2000 und 2004 ergeben sich mittlere Wachstumseinbußen von über 30 % (gelb markierte Säulen in der Abb. Seite 21 oben) und für die Jahre 1934, 1964, 1983 und 1992 noch von über 20 bis 30 % (grau markierte Säulen in der Abb. Seite 21 oben). Auch die Jahre 1959 und 1960 können als Jahre mit extrem geringen Zuwächsen eingeordnet werden. Zwar ergeben sich gemittelt über alle Untersuchungsflächen Wachstumsrückgänge von unter 20 %, jede Einzelfläche weist dabei jedoch mindestens in einem der beiden Jahre extreme Rückgänge von über 30 % auf.

Neben den klimatischen Messgrößen Niederschlag und Lufttemperatur erwiesen sich drei verschiedene Wasserhaushaltsgrößen als besonders sensitiv in Bezug auf das Wachstumsverhalten der Buchen. Diese beschreiben vereinfacht ausgedrückt Zufuhr, Angebot und Verbrauch von Wasser im Ökosystem Wald. Die Klimatische Wasserbilanz (KWB) ist eine einfache Bilanzgröße zwischen Wasserzufuhr und Wasserbedarf. Sie errechnet sich als Differenz aus Niederschlag und potenzieller Verdunstung der Buchenbestände. Die Wasseraufnahme der Bäume erfolgt mittels ihrer Wurzeln aus dem Bodenwasser. Das relative pflanzenverfügbare Bodenwasser (pBWrel) ist dabei ein Maß für das Wasserangebot und ergibt sich aus dem Verhältnis



Lage der Buchenflächen des Intensiv-Monitorings (Level II) und der WZE/BZE II (Level I) in Hessen.

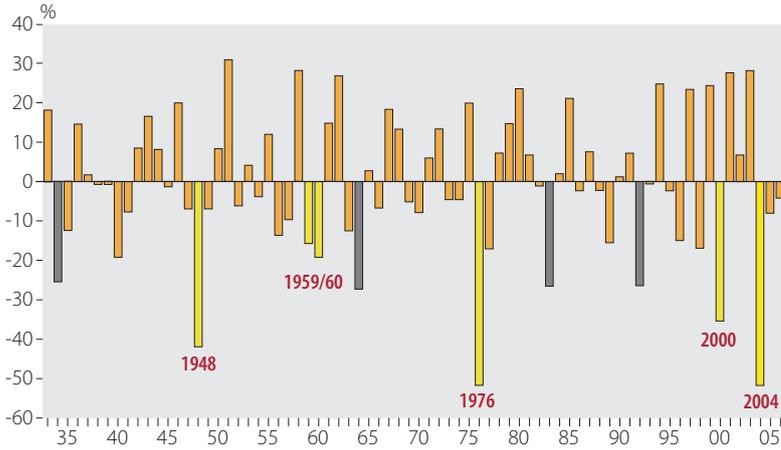
zwischen tatsächlicher und maximaler pflanzenverfügbarer Bodenwassermenge. Die relative Verdunstung (ETrel) schließlich als Maß für den Wasserverbrauch beschreibt das Verhältnis der tatsächlich verbrauchten Wassermenge (reale Verdunstung) zur maximalen, bei unbegrenztem Wasserangebot verbrauchten Wassermenge (potenzielle Verdunstung). Mit sinkenden Werten für KWB, ETrel und pBWrel steigt die Trockenheit und damit das Trockenstressrisiko für die Bäume.

Aus verschiedenen – auf diesen Indikatoren beruhenden – multiplen, linearen Regressionsansätzen konnte nach umfassender statistischer Prüfung das am besten geeignete, robusteste Modell zur Beschreibung der Wachstumsvariabilität selektiert werden. Dieses Modell setzt sich aus folgenden vier klimatisch-hydrologischen Indikatoren, bei denen jeweils die Vegetationsperiode Bezugszeitraum ist, zusammen: KWB des

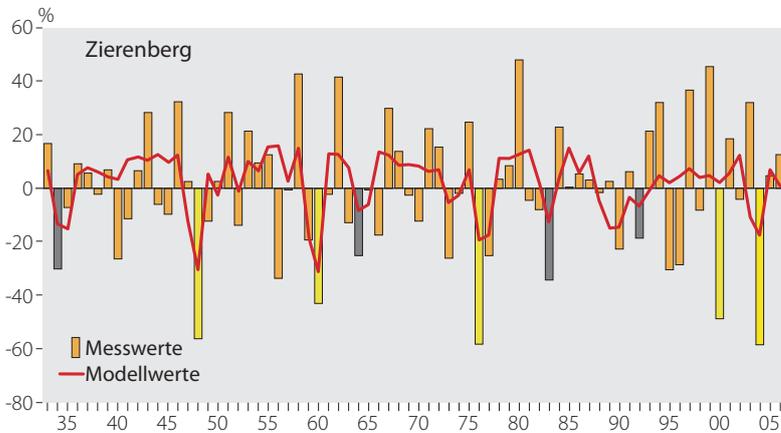


Foto: J. Evers

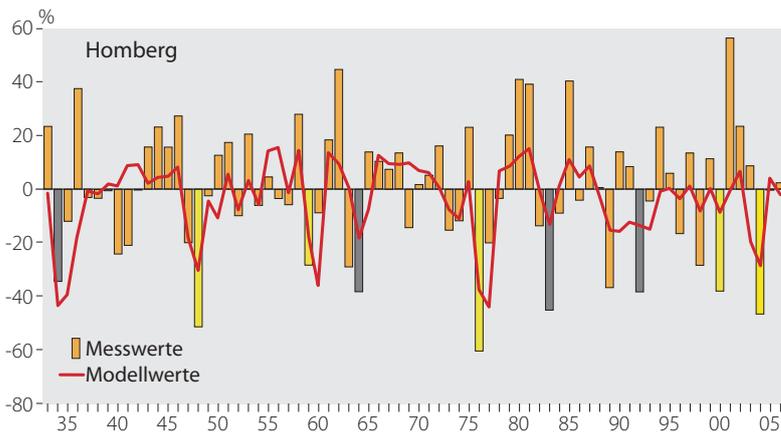
# Trockenstress



Abweichung der Jahringbreite vom gleitenden Mittelwert (6 Jahre) für den Zeitraum 1933 bis 2006 als Mittelwert für alle 7 untersuchten hessischen Buchen-Level II-Flächen.



Abweichung der Jahringbreite vom gleitenden Mittelwert (6 Jahre) in Zierenberg. Vergleich der Messwerte (Säulen) mit den modellierten Werten (rote Linie).



Abweichung der Jahringbreite vom gleitenden Mittelwert (6 Jahre) in Homberg. Vergleich der Messwerte (Säulen) mit den modellierten Werten (rote Linie).

Vorjahres, Anzahl der Tage des Vorjahres mit einer Bodenwasserverfügbarkeit  $p_{BWrel}$  unter 40 %, mittlere  $ET_{rel}$  und Defizitsumme des pflanzenverfügbaren Bodenwassers der frühen Vegetationsperiode bezogen auf die bei 40 % des  $p_{BWrel}$  vorhandene Wassermenge. Als Schwellenwerte bei der Verwendung der Trockenstressindikatoren erwiesen sich ein  $p_{BWrel}$  von 40 % sowie eine  $ET_{rel}$  von 60 % als gut geeignet. Zudem ist es entscheidend, neben klimatisch-hydrologischen Indikatoren aus dem jeweiligen Zuwachsjahr immer auch solche aus dem Vorjahr in das Modell zu integrieren, um zeitlich verzögerte Wachstumsreaktionen beschreiben zu können (wie z. B. in



Foto: J. Evers

2003/2004). Zwar lassen sich mit dem Modell nur knapp 27 % der gesamten Variabilität der Jahringzuwächse erklären, aufgrund der Sensitivität der verwendeten Variablen gegenüber extremer Trockenheit werden die Jahre mit trockenstressbedingt sehr geringen Jahringzuwächsen (1948, 1959/60, 1976, 2004) allerdings sehr gut nachgezeichnet. Beispielhaft zeigen dies die Ergebnisse für die Standorte Zierenberg und Homberg/Efze (Abb. links Mitte und unten).

Eine Ausnahme bildet das Jahr 2000, für welches sich die starken Wachstumseinbrüche nicht über extreme Trockenheit erklären lassen. Eine mögliche Ursache für die geringen Zuwächse könnte in den durch Orkan Lothar im Dezember 1999 entstandenen Sturmschäden zu suchen sein. Feinwurzelabriss können dabei zur Beeinträchtigung der Wasseraufnahmefähigkeit und Zuwachseleistung der Bäume geführt haben.

Zur Prüfung wurde das Modell auch auf einen unabhängigen Vergleichsstandort in der südlichen Lüneburger Heide angewendet. Bei der Übertragung des Modells auf diesen etwa 300 km weiter nördlich gelegenen Standort weisen die Ergebnisse eine mit der Anwendung auf Hessen vergleichbare Güte auf und unterstreichen die Robustheit der verwendeten klimatisch-hydrologischen Variablen und Parameter zur Beschreibung trockenheitsbedingter Wachstumsdepressionen der Buche in dieser Region.

Das Modell zur Wachstumsvariabilität aufgrund von Trockenstress wurde auf alle 55 Buchenstandorte des hessischen WZE-/BZE-Monitoringnetzes (Level I) zurückreichend bis 1931 angewendet, um flächenrepräsentative Informationen über das Auftrettsrisiko wachstumshemmender Trockenereignisse in Hessen zu erhalten. Im Vergleich zum langjährigen Mittel treten dabei die zuvor ausgewiesenen extremen Trockenjahre 1947, 1959, 1976 und 2003, infolge derer extreme Wachstumseinschränkungen an den untersuchten Level II-Flächen zu beobachten waren, auch hier deutlich hervor.