



## **Waldzustandsbericht 2004.** Bericht über den ökologischen Zustand des Waldes in Nordrhein-Westfalen



### **Buchensämlinge**

sind ein Kennzeichen  
für ein gesundes  
Waldökosystem.

### **Vorgelegt durch die begleitende Arbeitsgruppe zum Forstlichen Umweltmonitoring:**

Dr. Joachim Gehrmann, LÖBF Recklinghausen (Leiter d. Arbeitsgruppe)  
Mathias Niesar, Landesbetrieb Wald und Holz NRW  
Ludwig Radermacher, LUA Essen  
Manfred Stemmer, HF Münster  
Ronald Steudte-Gaudich, GD Krefeld

# Inhalt

Dr. Joachim Gehrman	
<b>Die Hauptergebnisse im Überblick</b> .....	<b>6</b>
Dr. Joachim Gehrman und D. Zirlwagen	
<b>Heiß und kalt</b>	
Auf den Rekordsommer 2003 folgt kühl gemäßigt Wetter 2004 .....	<b>10</b>
Swedish NGO on Acid Rain	
<b>Bodennahes Ozon</b>	
Sehr hohe Konzentrationen im Sommer 2003 .....	<b>15</b>
Ludwig Radermacher, Dr. Jutta Geiger und Dr. Georg H.M. Krause	
<b>Luftschadstoffkonzentrationen in Waldbeständen</b>	
<b>von Nordrhein-Westfalen 2004</b> .....	<b>16</b>
Lutz Genßler und Mathias Niesar	
<b>Bewertung sichtbarer Ozonsymptome im August 2003</b> .....	<b>20</b>
Lutz Falkenried	
<b>Das Monitoring der Baumkronen im Walde 2004</b> .....	<b>23</b>
Mathias Niesar	
<b>Die Folgen des heißen Sommers 2003 aus der Sicht des Forstschutzes</b> .....	<b>28</b>
Christoph Ziegler	
<b>Fraßschäden an Eichen im Frühjahr 2004 und Auswirkungen</b>	
<b>auf den Kronenzustand</b> .....	<b>32</b>
Christoph Ziegler	
<b>Zuwachs von Buchen, Eichen, Kiefern und Fichten 2003</b>	
<b>Ergebnisse von Dauerbeobachtungsflächen</b> .....	<b>38</b>
Günter Spelsberg und Holger Teske	
<b>Auswirkungen des trockenen Sommers 2003</b>	
<b>auf das Wachstum der Fichte in NRW</b> .....	<b>44</b>
Christoph Ziegler	
<b>Phänologische Beobachtungen</b>	
<b>Längere Vegetationszeiten im Bergland</b> .....	<b>47</b>
<b>Informationen</b> .....	<b>52</b>
<b>Impressum</b> .....	<b>54</b>



## Vorwort



### **Präsident Rolf Kalkkuhl**

leitet die Landesanstalt  
für Ökologie, Bodenordnung  
und Forsten des Landes  
Nordrhein Westfalen



Zum Schutz der Wälder und zur Gestaltung günstiger Umwelt-, Wirtschafts- und Lebensverhältnisse in Nordrhein-Westfalen werden verlässliche Informationen über den ökologischen Zustand des Waldes und die Auswirkungen von Umweltveränderungen benötigt. Aufgrund dieser Forderung wurde vor einigen Jahren das Forstliche Umweltmonitoring aufgebaut.

Der Belaubungszustand der Baumkronen hat sich als Indikator für den Gesundheitszustand des Waldes und gleichzeitig als Spiegelbild der Umweltqualität bewährt. Folglich war das Kronenmonitoring bislang die führende Inventur im landesweiten Raster des Forstlichen Umweltmonitoring.

Seit 1995 gibt es eine zweite Ebene. Auf Dauerbeobachtungs- und Waldmessstationen werden die Erkenntnisse aus dem Inventurraster durch höher Zeit auflösende Untersuchungen ergänzt und vertieft. Die landesweite Stichprobe und das Netz der Dauerbeobachtungsflächen sind seitdem die beiden Quellen, die unser Wissen über den ökologischen Zustand des Waldes vermehren. Die wichtigsten Ergebnisse werden jährlich im Spätherbst in einem umfassenden und verschiedene Umweltmedien übergreifenden Bericht zum ökologischen Zustand des Waldes veröffentlicht.

Wie der diesjährige Bericht zeigt, hat das forstliche Umweltmonitoring auch nach über 20 Jahren nichts an Aktualität verloren. Dank enger Kooperation waren die zuständigen Dienststellen der Umweltverwaltung des Landes LÖBF, LUA, Pflanzenschutzdienst der damaligen LWK und die LFV als Vorgängerin des heutigen Landesbetriebes Wald und Holz in der Lage, zeitnah und flexibel auch auf nicht vorhersehbare Ereignisse zu reagieren und das Monitoring gezielt darauf auszurichten. So zeichnet sich der vorliegende Bericht in besonderer Weise gegenüber den Berichten der Vorjahre aus. Der heiße Sommer 2003 und seiner Auswirkungen auf den Lebensraum Wald sind das Leitthema der Berichterstattung in diesem Jahr.

Führende Klimatologen sehen in Zukunft noch weitere extreme Wetterereignisse als Folge der globalen Klimaänderung auf uns zukommen. Dann werden die waldökologischen Aspekte eines Klimawandels möglicherweise die neuartigen Waldschäden als Folge der Luftverunreinigungen überlagern. Eine spannende Frage wird sein, ob sich der Wald diesen Veränderungen anpassen kann, nach Jahren der Destabilisierung durch Luftverunreinigungen. Wie groß ist das Potential der Waldfläche des Landes als Kohlenstoffsenke? Welche Belastungen kommen auf die Waldbesitzer und die Gesellschaft zu? Das Forstlichen Umweltmonitoring in Nordrhein-Westfalen wird dazu und zu anderen Fragen weiter wichtige Daten und Fakten liefern.

*Rolf Kalkkuhl*

**Rolf Kalkkuhl**

Präsident der Landesanstalt  
für Ökologie, Bodenordnung und  
Forsten Nordrhein-Westfalen

## Die Hauptergebnisse im Überblick: Deutliche Reaktionen auf den heißen Sommer 2003, aber es hätte noch schlimmer kommen können

Dr. Joachim Gehrman, LÖBF NRW

Das Forstliche Umweltmonitoring war in diesem Jahr darauf ausgerichtet, die Auswirkungen des heißen Sommers 2003 auf den ökologischen Zustand des Waldes in Nordrhein-Westfalen aufzuzeigen und Handlungsempfehlungen zu geben, wie man künftig das Ausmaß klimatologischer Schäden am Wald in Grenzen halten kann.

### Waldklima: Hitze und Trockenstress

Eine bis in den Herbst anhaltende Hochdruckwetterlage hat ganz Europa 2003 einen außergewöhnlich heißen Sommer gebracht. In Frankreich wurden Temperaturen bis 40°C gemessen, in London erstmal die 37°C Schwelle überschritten und in Belgien die höchsten Temperaturen seit Beginn der offiziellen Aufzeichnungen registriert. Unzähligen Menschen hat die Augusthitze des Jahres 2003 das Leben gekostet. Nach den Vorhersagen der Experten sind in Zukunft noch weitere extreme Wetterereignisse als Folge des globalen Klimawandels zu erwarten.

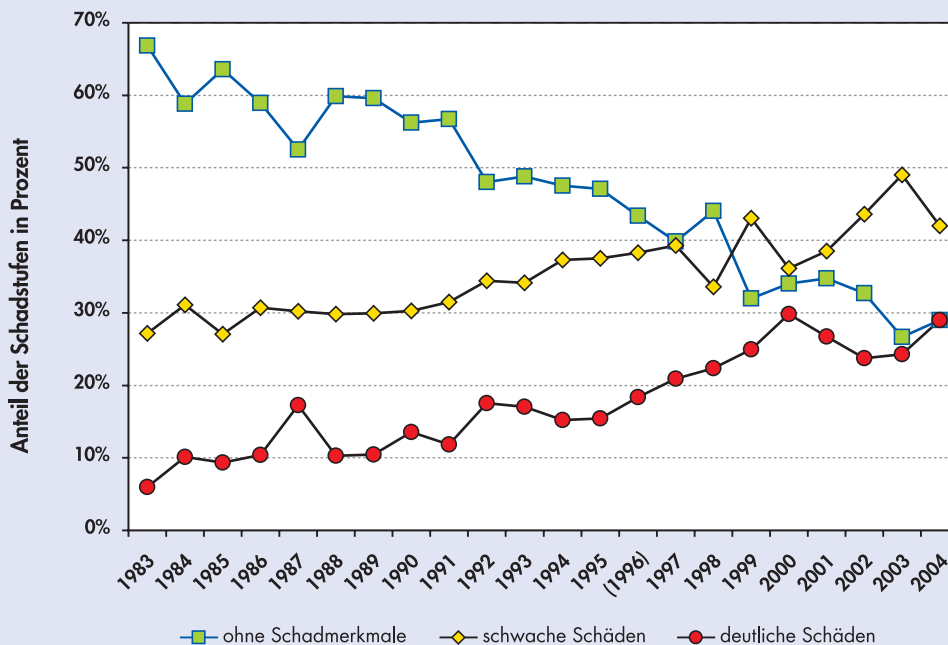
Vor allem im Tiefland von Nordrhein-Westfalen hat lang anhaltende, meteorologische Trockenheit geherrscht. Dort wurde in Waldgebieten die 30°C Marke zwischen Juni und August an 16 Tagen nach oben durchbrochen. Gleichzeitig sind von Mai bis September 2003 an den Waldmessstationen des Landes nur 75% der Niederschläge gefallen, die im Durchschnitt der Vorjahre gemessen wurden. Die klimatische Wasserbilanz geriet für die Wälder des Tieflandes ab Juli 2003 ins

Defizit. In den niederschlagsreicheren Lagen des Berglandes blieb die klimatische Wasserbilanz dagegen ganzjährig positiv. Mitte August 2003 war dann auf Waldflächen des Tieflandes der pflanzenverfügbare Bodenwasservorrat um mehr als die Hälfte, jedoch selten vollständig aufgebraucht. Überdurchschnittlich ausgetrocknete Waldböden finden sich somit ab Juli und August. Von diesem Zeitpunkt an bestand ein sehr hohes Risiko für pflanzlichen Trockenstress, besonders auf leichten Sandböden und tonreichen Böden im Tiefland ebenso wie auf flachgründigen Böden und an Sonnenhängen im Bergland.

Bis zum Frühjahr 2004 waren die Wasserspeicher der ausgetrockneten Böden jedoch wieder aufgefüllt. Im Gegensatz zum Sommer 2003 war das Wuchsjahr 2004 begünstigt durch reichliche Niederschläge und kühles Wetter, das bis Ende Juli angehalten hat.

### Luftqualität: Extreme Ozonwerte

In weiten Teilen Europas waren im Jahr 2003 die Ozonkonzentrationen in der bo-

**Abb. 1:**

Belaubungszustand der Baumkronen in den Waldbeständen des Landes Nordrhein-Westfalen

dennahen Luftschicht auf das höchste Niveau seit fast 10 Jahren angestiegen. Dies trifft insbesondere auf die Hitzewelle im August zu. 31 Staaten haben ihre Monitoringergebnisse an die europäische Umweltagentur geliefert. In 23 Staaten lagen die Ozonkonzentrationen an mehreren Tagen zwischen April und August 2003 deutlich über dem meldepflichtigen Schwellenwert von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Luft als Einstundenmittel.

Nordrhein-Westfalen nimmt seit 2001 an einem europaweiten Pilotprojekt teil. Zielsetzung dieses Projektes ist, durch fortlaufende Ozonmessungen im Wald und die Suche nach sichtbaren Ozonsymptomen an der Vegetation eine systematische Inventur ozongefährdeter Waldgebiete in Europa vorzunehmen.

Auf dem Höhepunkt der Hitzewelle im August 2003 wurden Blätter aus den Lichtkronen von Buchen- und Eichenbeständen in sechs Forstämtern des Landes gewonnen. Wie deren eingehende Untersuchung ergab, konnte Ozon als Ursache von sichtbaren Blattverfärbungen eindeutig bei einem Drittel aller Blattproben

nachgewiesen werden. Unter den extremen Verhältnissen des Sommers 2003 waren durch Ozon geschädigte Buchen in allen sechs Forstämtern anzutreffen.

Eine Beurteilung der Ozonbelastung nach der europäischen Ozonrichtlinie führt, gemittelt über jeweils 5 Jahre, zu Überschreitungen im Zeitraum 1993-1997 bzw. 1994-1998 an den Stationen Eifel und Rothaargebirge, sowie zwischen 1995 und 1999 an der Station Rothaargebirge. Dies bedeutet, dass die Vegetation in den genannten Perioden nicht ausreichend gegen die phytotoxischen Wirkungen von Ozon geschützt war.

Die Auswertungen der Ozonbelastung 2003 zeigen teilweise ähnlich hohe Werte wie in den Jahren 1994 und 1995. Eine Risikobewertung für Laub- und Nadelbäume nach der VDI Richtlinie für das Jahr 2003 zeigt, dass die Ozonkonzentrationen an allen betrachteten Stationen in einem Bereich liegen, der keine dauerhaften Schäden befürchten lässt. Im Jahr 2004 sind diese Indices deutlich niedriger und weisen ein sehr niedriges Risikopotential aus.

*Luftqualität und Klima haben sich seit Beginn der systematischen Beobachtung des Waldzustandes vor rund 20 Jahren erheblich verändert. Im Jahr 2003 ist die Belastung des Waldes in NRW durch Ozon, hohe Lufttemperaturen und Trockenheit auf Extremwerte angestiegen. Diese Umweltfaktoren verstärken ihre Wirkung gegenseitig und erhöhen das aus ihrer Einzelbetrachtung abgeleitete Risikopotential. Daher musste man Schlimmes für den Wald im Folgejahr befürchten.*

*Dank des kühlen und feuchten Wetters bis in den Sommer 2004 sind die schlimmsten Befürchtungen nicht eingetreten. Dennoch zeigen die Waldökosysteme erhebliche Stressreaktionen auf die vorangegangenen Belastungen.*

*Insbesondere leidet der Wald in diesem Jahr unter einer deutlich geringeren Belaubung, Zuwachsverlusten, übermäßiger Fruchtbildung und Fraßschäden durch Insekten.* >>

Hierzu die wichtigsten Ergebnisse im Einzelnen:

### **Kronenmonitoring: Belaubungsdichte deutlich verschlechtert**

Die unverändert ernste Situation unserer Wälder kommt durch den Anstieg der deutlichen Schäden (= Nadel-/Blattverluste 26-60%) um 5% Punkte gegenüber dem Vorjahr zum Ausdruck. Mit fast 29% wird der zweithöchste Wert bei den deutlichen Schäden in der gesamten Zeitreihe erreicht. Nur im Jahr 2000 wurde mit 29,6% ein höherer Wert erzielt. Der Umstand, dass der Anteil gesunder Bäume gleichzeitig um 2% Punkte zugenommen hat, kann diese kritische Einschätzung des Waldzustandes nur leicht relativieren. Der Langzeittrend, der eine kontinuierliche Abnahme gesunder Bäume bei einer stetigen Zunahme deutlicher Schäden ausweist, ist auch durch das diesjährige Ergebnis des Kronenmonitoring nicht gebrochen, wie an Abbildung 1 zu erkennen ist.

Bei genauerer Betrachtung haben die Hauptbaumarten ganz unterschiedliche Entwicklungen durchlaufen.

Die *Buche* zeigt in diesem Jahr mit Abstand die höchsten Blattverluste von allen Baumarten. Die deutlichen Schäden sind um gravierende 24%-Punkte auf 49% gestiegen. Dramatisch stellt sich der Blattverlust bei den älteren Bäumen dar: nur etwa 5% sind noch ohne Schadmerkmale. Positives kann von der *Eiche* berichtet werden. Bei ihr hat sich der Anteil an gesunden Bäumen um insgesamt 6%-Punkte gebessert. Zur gleichen Zeit haben sich aber die deutlichen Schäden nicht verändert. Sie liegen mit 39% auf dem Vorjahresniveau.

Die *Kiefer* zeigt in diesem Jahr eine ähnliche Entwicklung wie die Eiche. Die deutlichen Schäden liegen mit 19% etwa auf gleicher Höhe wie 2003. Der Anteil gesunder Kronen hat bei dieser Baumart erfreulicher Weise wieder zugenommen.

Bei der *Fichte* haben sich die Kronenschäden im Vergleich zum Vorjahr weiter manifestiert. 36% der Fichten zeigen keine, aber 20% deutlichen Schäden.

### **Blüte und Fruktifikation: deutliche Stressreaktion bei Buche**

2004 haben viele Baum- und Strauchararten, so auch die Buche, Eiche und Fichte

auffällig stark geblüht. Bei der Buche hat sich daraus eine überdurchschnittlich starke Mast entwickelt. Kaum eine Buche ist 2004 ohne Bucheckern. Aufgrund der extremen Fruktifikation hat auch die Kronenverlichtung bei dieser Baumart dramatisch zugenommen.

Nach bisherigem Erfahrungswissen ist bei der Buche eine gesteigerte Blühaktivität und Fruchtbildung nach einem heißen und trockenen Sommer zu beobachten. Dieser Zusammenhang ist auch 2004 unverkennbar. Anlass zur Sorge gibt jedoch die häufige Abfolge der Ereignisse. Normalerweise wird eine Vollmast nur alle 5 bis 10 Jahre erwartet. In den letzten 17 Jahren hatte die Buche jedoch stärkere Fruchtjahre im 2-jährigen Rhythmus durchlaufen. Diesem Umstand ist der schleichende Vitalitätsverlust bei den Buchenbeständen des Landes im Wesentlichen zu zuschreiben.

### **Blattfressende Insekten: starke Schäden bei der Eiche**

Auch wenn das landesweite Kronenmonitoring bei den Eichen keine weitere Verschlechterung der Belaubung erkennen lässt, so darf der positive Eindruck im Sommer 2004 nicht darüber hinweg täuschen, dass in vielen Eichenbeständen des Landes im Frühjahr 2004 erstmals seit Mitte der 90er Jahre wieder starke Fraßschäden aufgetreten sind. Neben dem zentralen Münsterland waren Eichenbestände am Niederrhein, in der Voreifel, im Königsforst und im Ruhrgebiet, dort vor allem im Raum Duisburg betroffen.

Hauptverursacher der Schäden war 2004 der *Eichenwickler*. In der Kernzone sind bis zu 85% der Baumkronen durch den Fraß der Eichenwickler entlaubt worden. Überwiegend betroffen waren Stieleichen, im geringeren Umfang Traubeneichen. Bis zum Sommer zeigten sich die meisten Eichen zwar wieder erholt. Dennoch setzt der starke Frühjahrsfraß den Eichen sehr zu. Denn die meisten beobachteten Bestände haben sich weiter verschlechtert. Und nach den Erfahrungen der Forstschutzexperten ist zu befürchten, dass bei entsprechender Witterung im Frühjahr 2005 auf den Eichenwicklerfraß des Vorjahres Blattfraß durch Frostspannerraupen und Rindenschäden durch Prachtkäfer folgen.

Begünstigt durch die hohen Sommertemperaturen des Jahres 2003 konnte sich der *Eichenprozessionsspinner* linksrheinisch nördlich einer gedachten Linie zwischen Aachen und Köln etablieren und erstmals rechtsrheinisch bis in das Forstamt Borken vordringen. Dort wurden licht stehende Eichen zum Teil kahl gefressen. Der eingetretene Schaden blieb jedoch gering. Die betroffenen Eichen waren so vital, dass sie den Blattverlust regenerieren konnten. Die Situation kann für die Eichen jedoch bedrohlich werden, wenn Eichenprozessionsspinner und Frostspanner gemeinsam auftreten.

### **Käfer und Pilze: hohes Risiko in Fichtenbeständen**

Die heiße Sommer 2003 hat das biologische Gleichgewicht im Wald zugunsten von schädlichen Käfern und Pilzen, die Holz und Rinde befallen, verschoben.

Rund 10% des Jahreseinschlages der *Fichte* ist 2003 auf den Befall durch Borkenkäfer (Buchdrucker und Kupferstecher) zurückzuführen. Aufgrund der hohen Ausgangspopulation wurde für 2004 eine weitere Zunahme von Schadholz befürchtet. Der konsequenten Aufarbeitung des Käferholzes im Herbst 2003 und der kühlen und feuchten Witterung im ersten Halbjahr 2004 ist es zu verdanken, dass in diesem Jahr keine alarmierenden Käferdichten aufgetreten sind.

Im Frühjahr 2004 zeigten sich außerdem Schleimflussflecken und vertrocknete Gipfeltriebe an jüngeren *Eichen*. Durch die Hitze im Spätsommer 2003 waren die in den Forstämtern Kleve und Eschweiler beobachteten Eichen schon zu stark geschwächt gewesen, um die Ausbreitung pathogener Pilze in der Rinde einzudämmen. Daraufhin starben stärker geschädigte Eichen ab.

In den *Buchenbeständen* des Landes hat die Hitze des Sommers 2003 nicht, wie ursprünglich befürchtet, zu einer weiteren Ausbreitung der 1998 und 2002 festgestellten Rindenerkrankung geführt.

### **Zuwachs: Einbußen bei der Fichte**

Der Durchmesserzuwachs ist ein weiterer, forstlich relevanter Indikator für den Zustand des Waldes. Seit 1983 werden auf Dauerbeobachtungsflächen jährliche Zuwachsmessungen an über 750 Bäumen



durchgeführt. Die zweite Datenquelle für die Einschätzung der Zuwachsleistung sind Stammscheiben von 260 Fichten aus 87 Beständen, die sich auf das landesweite 4x4 km Raster der Waldzustandserhebung verteilen. Insgesamt lässt sich zeigen, dass die Waldbäume in der letzten Dekade zwar unterschiedlich, aber zum Teil deutlich auf den Einfluss des Wetters, Insektenfraß und stärkere Fruchtbildung mit Zuwachseinbußen reagiert haben:

Die *Fichte* hat als einzige der vier Hauptbaumarten mit einem Zuwachsrückgang im Trockenjahr 2003 reagiert. Der Radialzuwachs liegt bei ihr etwa ein Drittel niedriger als im Vorjahr. 2003 war für die Fichtenbestände des Landes jedoch kein Extremjahr, sondern mit anderen schlechten Zuwachsjahren der Vergangenheit vergleichbar.

Der Buche hat die Fruchtbildung im Jahr 2000 stark zugesetzt. Im gleichen Jahr ist der Durchmesserzuwachs im Mittel um rund 45% eingebrochen.

Mitte der 90er Jahre sind viele *Eichenbestände* des Landes durch den Eichenwickler und Frostspanner geschädigt worden.



>> **Information**

Der diesjährige Waldzustandsbericht kann ebenso wie die Berichte aus den Vorjahren im Internet auf der Homepage der LÖBF

[www.loebf.nrw.de](http://www.loebf.nrw.de)

in der Rubrik »Daten und Fakten« eingesehen und von dort abgerufen werden.

Daraufhin ging der Zuwachs bei dieser Baumart in den Jahren 1997 und 2000 markant zurück.

Der Zuwachs der *Kiefer* lässt im Beobachtungszeitraum keine Reaktionen auf äußere Einflüsse erkennen. – Somit sind die Nadelbaumarten Kiefer und Fichte von deutlichen Zuwachsrückgängen wie bei den Laubbäumen bislang verschont geblieben.

**Phänologie:  
längere Vegetationszeiten ?**

Wie phänologische Beobachtungen zeigen, hat der trockene Sommer 2003 die Länge der forstlichen Vegetationszeit nicht verkürzt. In den Monitoringdaten zum Knospenaustrieb und herbstlichen Laubfall deutet sich vielmehr ein allgemeiner Trend zu einer längeren Vegetationsdauer an. Insbesondere fällt auf, dass die Vegetationszeit vor allem im Bergland länger dauert. So treibt die Buche in den letzten Jahren ihre Blätter in den höheren Lagen zeitiger im Frühjahr aus als in früheren Jahren.

**Handlungsempfehlungen:  
Ursachen beseitigen und Vielfalt fördern**

Insgesamt ist der aktuelle Zustand des Waldes nicht als Katastrophe, sondern als Warnsignal zu verstehen. Folgt man den Prognosen der Experten, stehen wir am Anfang einer langfristigen Klimaveränderung. Waldbesitzer müssen sich auf weitere extreme Wetterereignisse und eine Zunahme der Produktionsrisiken in der Forstwirtschaft einstellen. Kurzfristig wirksame Maßnahmen zum Schutz des Waldes stehen nicht zur Verfügung. Vielmehr müssen langfristig ausgerichtete Umweltschutz- und Waldbaustrategien verfolgt werden.

An erster Stelle steht die Beseitigung der Ursachen, die zum Treibhauseffekt beitragen. Denn die globale Klimaerwärmung wird allgemein mit der gestiegenen Nutzung von fossilen Brennstoffen zur Energieerzeugung und damit dem Anstieg des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre in Verbindung gebracht. Klimaschonende und CO<sub>2</sub>-neutrale Maßnahmen sind daher angezeigt, die den CO<sub>2</sub>-Haushalt der Atmosphäre entlasten.

Hierzu zählen:

- Verstärkte Nutzung der großen Holzvorräte in den Wäldern des Landes,
- Verwendung des erneuerbaren Rohstoffes Holz in allen Bereichen und
- heizen mit Holz als Alternative zur Nutzung von Kohle oder Öl.

Die Bewirtschaftung der Wälder nach den Grundsätzen ordnungsgemäßer Forstwirtschaft ist die Grundlage für gesunde Ökosysteme. Stabile Ökosysteme können Schäden durch die Umwelt, das Wetter oder Insekten besser verkraften. Mit Blick auf den erwarteten Klimawandel muss die Widerstandskraft der Ökosysteme gegenüber extremen Belastungen gestärkt werden.

Hierzu zählen:

- Ausnutzung der standörtlich möglichen Baumartenvielfalt,
- Verbesserung der genetischen Vielfalt,
- Erhaltung heimischer Herkünfte und Lokalrassen,
- Bevorzugung tiefwurzelnder Baumarten,
- Schutz des Wurzelraums durch bodenschonende Holzerntetechniken,
- Kompensation der Bodenversauerung durch Bodenschutzkalkungen und
- Vitalisierung geschwächter Waldbestände durch Düngung.

Der Wald hat für die Menschen große Bedeutung. Wir brauchen den Wald als Lebensgrundlage, Erholungsraum und Produktionsort. Das forstliche Umweltmonitoring muss Risiken und Fehlentwicklungen frühzeitig erkennen. Darüber hinaus ist jeder aufgerufen, nach seinen Möglichkeiten zur Erhaltung des Waldes beizutragen. Die ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen des Waldes sind für die Zukunft des Menschen unverzichtbar. <

## Heiß und kalt: Auf den Rekordsummer 2003 folgt kühle gemäßigte Witterung 2004

Dr. Joachim Gehrman, LÖBF Recklinghausen und Dr. Dietmar Zirlewagen, INTERRA Kenzingen

**Auffällige Witterungsextreme werden häufig mit der globalen Klimaerwärmung in Zusammenhang gebracht. Der außergewöhnlich heiße Sommer des Jahres 2003 hat dazu erneut Anlass gegeben. So wurden viele Beobachtungen im Wald als Trockenstress gedeutet und mit Sorge blickten die Forstleute auf das kommende Jahr.**

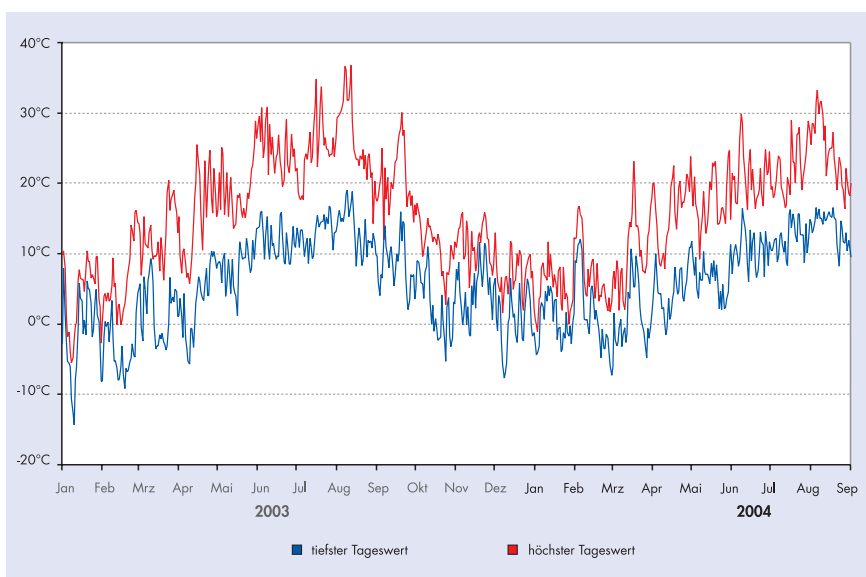
Für die weitere Entwicklung im Wald war nämlich die Wetterlage des Jahres 2004 ganz entscheidend. Den nachfolgenden Berichten über den ökologischen Zustand des Waldes wird daher eine Betrachtung der Wetterverhältnisse vorangestellt. Diese orientiert sich an den Daten der Waldmessstationen in Nordrhein-Westfalen und versucht zwischen meteorologischer, hydrologischer und pflanzlicher Trockenheit zu differenzieren.

### Lufttemperatur

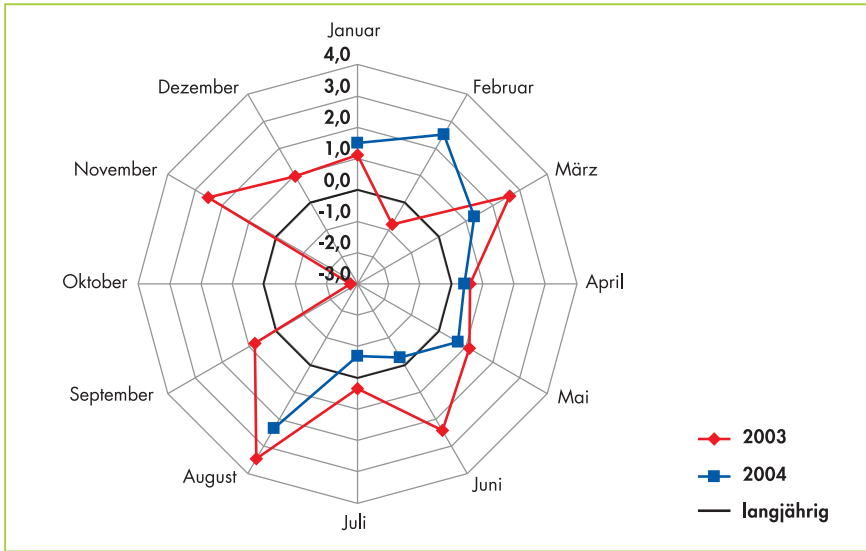
In den Wetteraufzeichnungen der Waldmessstation Haard, die am Südrand der westfälischen Bucht auf 70m über N.N. liegt, hat der Rekordsummer 2003 deutliche Spuren hinterlassen. Nach den Jahresmittelwerten der Lufttemperatur zu urteilen ist das Jahr 2003 zunächst in keiner Weise auffällig gewesen. Das kommt daher, weil die höheren Sommertemperaturen und das etwas kältere Winterwetter zu einem ausgeglichenen Jahresmittelwert verschmelzen. Mehr Aufschluss geben da schon die in der Vegetationszeit registrierten Lufttemperaturen. Mit 17,0°C

Messjahr	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Jahresmittel [°C]	8,1	9,7	9,7	10,5	10,2	10,0	10,7	<b>10,3</b>
Mai-September [°C]	14,3	15,7	15,2	16,8	15,2	15,6	16,1	<b>17,0</b>
Anzahl Tage > 25 °C	26	45	27	59	16	35	29	<b>50</b>

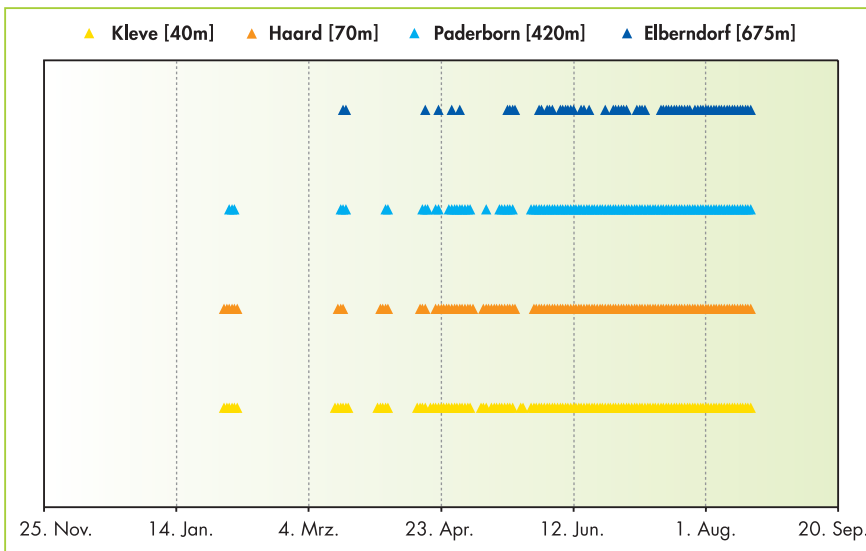
**Tab. 1:** Kennwerte zur Lufttemperatur von der Waldmessstation Haard für die Jahre 1996 - 2003



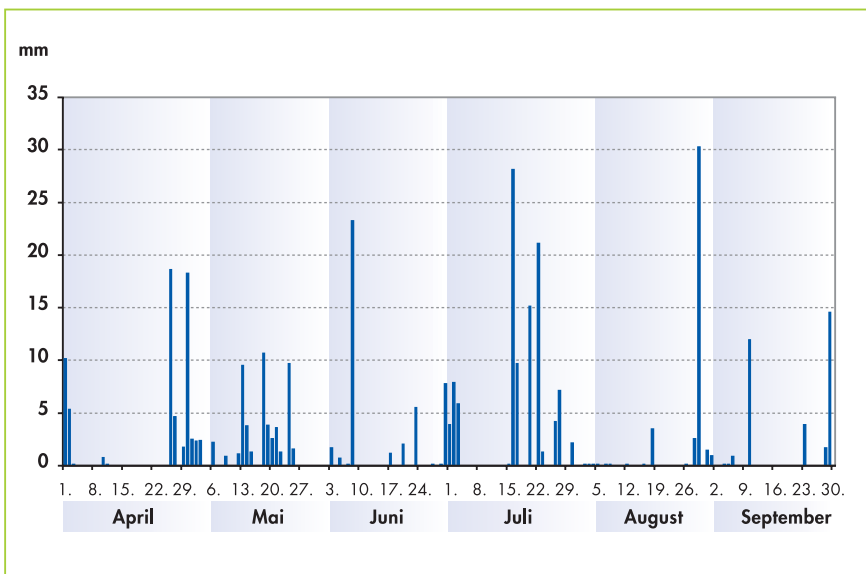
**Abb. 1:** Extremwerte der Lufttemperatur in der Haard an der Level II- Fläche 503



**Abb. 2:** Abweichung der Monatsmitteltemperaturen [°C] 2003 und 2004 vom langjährigen Monatsmittel (1931-60) an der Waldmessenstation Haard



**Abb. 3:** Beginn der klimatologischen Vegetationszeit an vier Waldmessenstationen im Jahr 2004



**Abb. 4:** Verteilung und Ergiebigkeit der Tagesniederschläge zwischen Mai und September 2003 an der Waldmessenstation Haard

im Mittel der Monate Mai bis September und 50 Sommertagen (Temperaturmaximum mindestens 25°C) hebt sich das Jahr 2003 deutlich von den Vorjahren ab. Lediglich der Sommer 1999 ist mit dem Sommer des letzten Jahres vergleichbar. Wie man erkennen kann, wurde auch die 30°C Marke an 16 Tagen zwischen Juni und August nach oben durchbrochen, bevor das Sommerwetter am 22. September in diesem Waldgebiet zu Ende ging.

Die winterliche Vegetationsruhe setzte mit dem ersten Frost am 15. Oktober 2003 ein und war am letzten Tag mit Frost, den 12. April 2004 beendet. Insgesamt gab es in der Haard 74 Tage mit Temperaturen unter 0°C, wobei der stärkste Frost am 8. Dezember (-7,7 °C) und 29. Februar (-7,3°C) gemessen wurde. Der letzte Winter blieb somit frei von extremen Frosttagen und reiht sich wie die meisten Vorjahre in eine Abfolge relativ milder Winter ein. Das Jahr 2004 hat zunächst wärmer als das Vorjahr begonnen. Schon Anfang Februar sind die Lufttemperaturen im Tiefland an sechs aufeinander folgenden Tagen deutlich über 10°C angestiegen. Danach setzte sich jedoch außergewöhnlich kühle Witterung durch, die bis in den Juli hinein reichte. Wie aus Abb. 2 zu entnehmen ist, lagen die Monatsmitteltemperaturen von März bis August 2004 deutlich unter denen des Vorjahres.

Die ersten Tage mit einer mittleren Lufttemperatur von 10°C werden allgemein mit dem Beginn der Vegetationszeit in Verbindung gebracht, also dem Zeitpunkt, an dem die Lebensvorgänge der Pflanzen sichtbar in Erscheinung treten.

Im Jahr 2004 wurde diese Temperaturschwelle am Niederrhein (Kleve), in der Westfälischen Bucht (Haard) und am Westhang der Egge (Schwany) zwischen dem 14. und 16. April nachhaltig übersprungen, während die Vegetationszeit in den höheren Lagen des Sauerlandes (Elberndorf) eher gegen Ende Mai einsetzte (Abb. 3). Im Vergleich mit den Wetterdaten der Vorjahre dürfte sich der Vegetationsbeginn 2004 im Bergland demnach etwas verzögert haben.

Temperaturen über 25°C wurden an der Waldmessenstation Haard das erste mal am 7. Juni 2004 gemessen. Richtig erwärmt hat sich die Atmosphäre im Tiefland aber erst nach dem 28. Juli und in den

höheren Lagen des Sauerlandes ab dem 6. August. Danach wurden an den Waldmessstationen mehrere Sommertage in Folge registriert. Somit waren die Lufttemperaturen vor und während der Waldzustandsinventur 2004 günstig für eine Erholung der Waldbäume nach dem heißen Sommer des Jahres 2003. Gleichzeitig hat sich das Gefährdungspotential der Borkenkäfer in den Fichtenbeständen des Landes wegen der kühlen Witterung in der ersten Hälfte des Jahres 2004 in engen Grenzen gehalten.

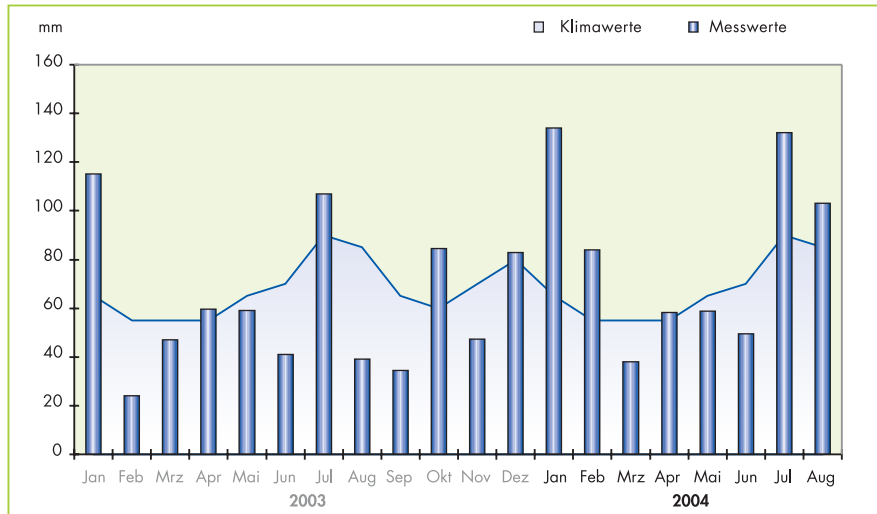
**Niederschläge**

Im Jahr 2003 sind an den Waldmessstationen des Landes nur 80% der Niederschläge gefallen, die im Durchschnitt der Jahre 1995-2002 gemessen wurden. Bezogen auf die Monate Mai bis September fiel das Niederschlagsdefizit mit rund 75% noch etwas größer aus. Nach Messungen an der Station Haard traten vier längere niederschlagsarme bzw. -freie Perioden auf (Abb. 4): 23 zusammenhängenden Tage im April, 12 Tage im Juli, 28 Tage im August und noch einmal 17 Tage im September, wobei die Perioden im August und September jeweils nur von einem Regenereignis < 5 mm und im April von einem Regenereignis < 1 mm unterbrochen wurde. Diese Verteilung regenfreier Perioden hätte ausgereicht, um im Sommer 2003 ausgeprägten pflanzlichen Trockenstress zu verursachen. Glücklicherweise hatte es aber dazwischen öfter ergiebig geregnet, so dass zumindest im Oberboden die angespannte Wasserversorgung kurzfristig gelindert wurde.

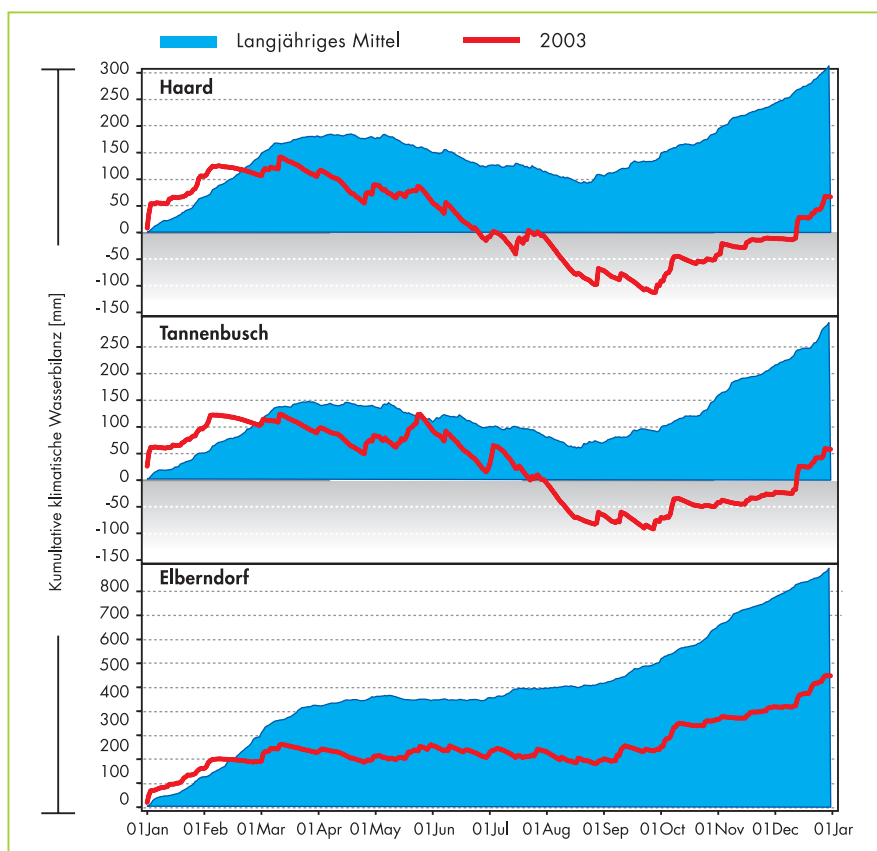
Die Niederschlagsentwicklung im Jahr 2004 geht aus Abb. 5 hervor. Zwischen Oktober 2003 und Februar 2004 ist an allen Waldmessstationen so viel Niederschlag gefallen, dass die pflanzenverfügbaren Wasservorräte des Bodens Anfang 2004 wieder aufgefüllt waren. Obwohl die Monate März und Juni weniger Regen brachten, kann bis zur Jahresmitte 2004 für die meisten Waldstandorte des Landes von ausreichenden Niederschlägen ausgegangen werden.

**Verdunstung und Bodenwasserhaushalt**

Um der Frage nachzugehen, ob der Wald im Sommer 2003 unter Trockenstress gelitten hat bzw. der Wasserbedarf der Pflanz-



**Abb. 5:** Monatliche Niederschlagsmengen zwischen Januar 2003 und August 2004 an der Waldmessstation Haard vor dem Hintergrund der langjährigen Niederschlagsverteilung



**Abb. 6:** Kumulative klimatische Wasserbilanz für das Jahr 2003 und im Vergleich zum langjährigen Mittel

zen noch ausreichend gedeckt war, ist es notwendig, die Verdunstung zu betrachten und die Entwicklung der Saugspannung und Bodenfeuchte mit einzubeziehen. Nach Angaben des deutschen Wetterdienstes betrug die klimatische Wasserbilanz im Mittel der Jahre 1961-1990 für ganz Nordrhein-Westfalen +337 mm. Bei der klimatischen Wasserbilanz wird die Differenz zwischen Niederschlag und poten-

tieller Verdunstung einer Gras-Referenzfläche gebildet (Standardverfahren der FAO). Positive Werte zeigen an, dass die Niederschläge ausreichend für die pflanzliche Verdunstung sind und darüber hinaus ein Teil der Niederschläge noch das Bodensickerwasser speist. Negative Werte weisen darauf hin, dass die Pflanzen zusätzlich zum Niederschlag auf den Bodenwasservorrat angewiesen sind und mög-

Name (Level II- Nr.)	Tannenbusch (502)	Haard (503)	Elberndorf (506)
Wuchsgebiet	Niederrhein. Tiefland	Westfälische Bucht	Sauerland
Höhenlage	30 m	70 m	675 m
Bestand	Eiche / Buche	Buche	Fichte
Substrat	Löss	Flugmischsand	Schiefergebirgslehm

Tab. 2: Angaben zum Standort von drei Waldflächen, an denen der Wasserhaushalt gemessen wird

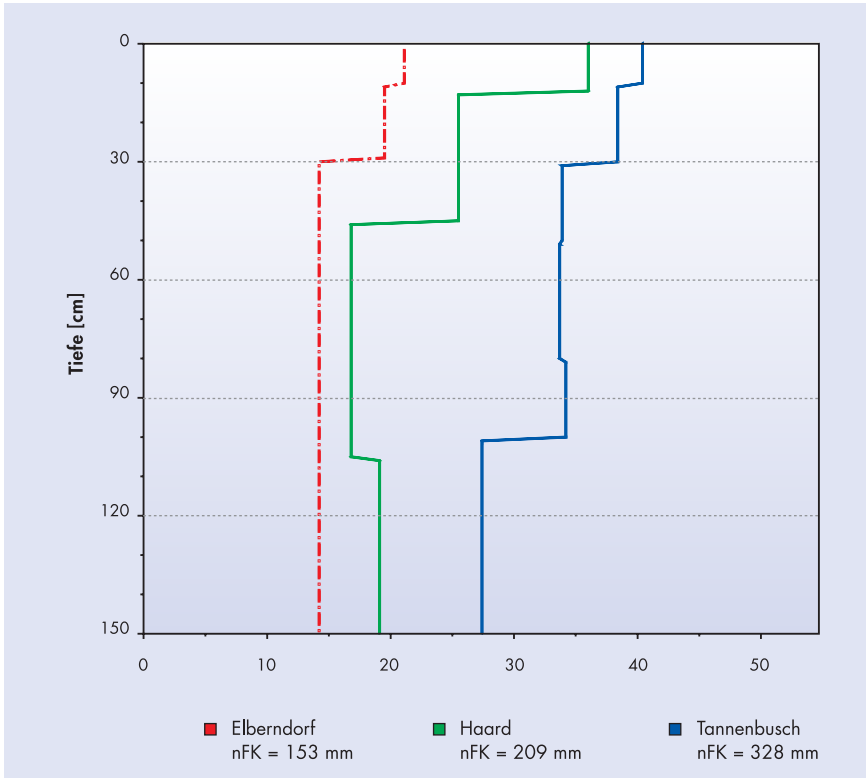


Abb. 7: Tiefengradienten der nutzbaren Feldkapazität nach pF-Charakteristik; nFK-Summen sind für 150 cm Bodentiefe berechnet.

licherweise unter Trockenstress geraten. Für das Jahr 2003 ergab die klimatische Wasserbilanz im landesweiten Mittel nur einen Überschuss von +62 mm. Den Pflanzen stand also 2003 erheblich weniger Wasser über das ganze Jahr gesehen zur Verfügung als in früheren Jahren. Solche Zahlen können aber nur einen groben, landesweiten Überblick geben. Um die Situation auch auf unterschiedlichen Standorten betrachten zu können, wurde die klimatische Wasserbilanz zusätzlich für drei Waldmessstationen, die sich durch unterschiedliche Standortseigenschaften auszeichnen (Tab. 2), berechnet. Zur Berechnung der klimatischen Wasserbilanz an den drei Stationen wurden die im Wald gemessenen Wetterdaten verwendet und die potentielle Verdunstung mit dem Penman-Monteith Verfahren ermittelt. Das Ergebnis dieser Berechnungen zeigt Abb. 6. Dargestellt sind mit tagweiser

Auflösung das Jahr 2003 im Vergleich zum Mittel der Jahre 1997 bis 2002. Im langjährigen Mittel überschreiten die Niederschläge die potentielle Verdunstung an den beiden Stationen im Tiefland um rund +300 mm. Für Elberndorf ergibt sich im gleichen Zeitraum eine positive Bilanz von +1000 mm. Auch im Jahr 2003 ist der potentielle Verdunstungsbedarf im höheren Bergland (Standort Elberndorf) ohne Einschränkungen gesichert gewesen, gleichwohl die klimatische Wasserbilanz um rund 450 mm geringer ausfällt. Dagegen gerät die klimatische Wasserbilanz für die Waldstandorte im Tiefland zwischen Juli und November 2003 in den negativen Bereich, bevor das klimatische Wasserdefizit mit den Niederschlägen im Dezember wieder aufgefüllt wird. Ob und wie stark die Wälder in dieser Zeit der klimatischen Trockenheit unter pflanzlichem Trockenstress gelitten haben, hängt sehr von den jeweiligen

Bodeneigenschaften ab, die neben den klimatischen Randbedingungen (Niederschlag, Verdunstung) den Wasserhaushalt eines Standortes bestimmen. Eine wichtige summarische Größe zur ökologischen Kennzeichnung des Wasserhaushaltes von Böden ist die nutzbare Feldkapazität (nFK). Sie gibt näherungsweise an, wie lange ein Boden die Wasserversorgung einer Vegetationsdecke bei bekannter Verdunstung überbrücken kann. In Abb. 7 ist die nFK im Tiefenprofil dargestellt und für einen Wurzelraum von 150 cm Bodentiefe berechnet, wieder im Vergleich der Waldmessstationen Haard, Tannenbusch und Elberndorf. Erwartungsgemäß zeichnet den Löss im Tannenbusch eine sehr hohe nutzbare Feldkapazität aus. Gegenüber dem Schiefergebirgslehm bei Elberndorf weist der Sandboden in der Haard eine um 50 mm höhere nFK auf. Dieser zunächst überraschende Befund klärt sich durch besondere Eigenschaften der Böden. Einerseits durchziehen mehrere Tonbänder den Unterboden in der Haard. Andererseits weist der Oberboden einen relativ hohen Humusgehalt auf. Beides zusammen verbessert die nFK am Standort Haard deutlich. Der Schiefergebirgslehm bei Elberndorf ist wiederum im Unterboden zu Ungunsten der nFK sehr stark verdichtet. Abb. 8 zeigt die Veränderung des pflanzenverfügbaren Wassergehaltes im Waldboden für das Jahr 2003 und im Vergleich zum langjährigen Mittel. Überschreitet der Wassergehalt des Bodens die nFK (= Linie, an der sich das langjährige Mittel die nutzbare Feldkapazität spiegelt), so sind die groben Poren des Bodens noch wasserführend. Dies war auch im Jahr 2003 bis etwa Mitte April (= Laubaustrieb der Buchen in der Haard) sowie wieder im Herbst (Elberndorf) und Winter (Haard) der Fall. Während der Vegetationszeit geht der pflanzenverfügbare Bodenwassergehalt insbesondere auf den Waldstandorten des Tieflandes stark zurück. Mitte August 2003 war die nFK in der Haard um zwei Drittel und bei Tannenbusch um mehr als die Hälfte durch den Transpirationswasserverbrauch aufgezehrt. Im Sommer 2003 sind also drei Beobachtungen hervorzuheben: **1.** Die Bodenfeuchte hat sich weit mehr als in den Vorjahren verringert, >>

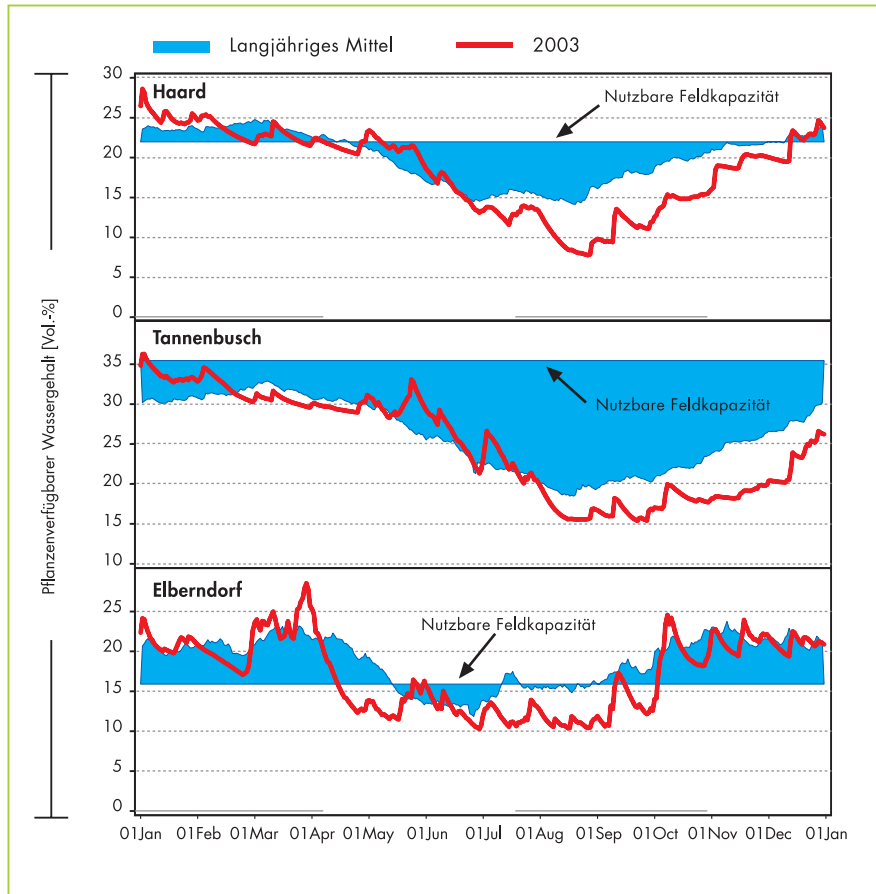
2. der pflanzenverfügbare Wassergehalt wurde auf keiner Fläche vollständig ausgeschöpft und
3. der Eintritt hydrologischer Trockenheit hängt vom Standort ab. In Elberndorf erstreckte sich die kritische Phase überdurchschnittlich starker Bodenaustrocknung auf die Monate Juli bis September, in der Haard auf Juli bis Dezember und im Tannenbusch auf den Zeitraum Anfang August bis Jahresende.

**Daraus folgt:** Bei hydrologischer Trockenheit müssen die Bäume wesentlich mehr Energie aufwenden, um dem Boden das notwendige Transpirationswasser zu entziehen. Pflanzlicher Trockenstress war auf den Spätsommer und Herbst des Jahres 2003 begrenzt.

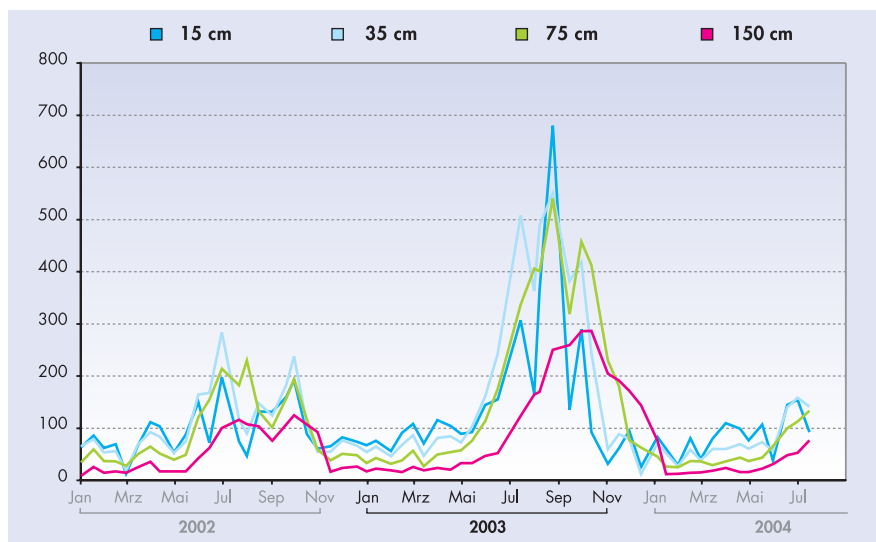
Gut beobachten lässt sich der Prozess der Bodenaustrocknung am Verlauf der Saugspannungskurven, die beispielhaft für vier Bodentiefen am Level II-Standort Haard dargestellt sind (Abb. 9). Während die im Sommer 2002 gemessene Saugspannung nie über 300 hPa lag, geriet sie zwischen Juli und Oktober 2003 mit Werten von 300 bis 700 hPa in einen für die Wasserversorgung des Waldes kritischeren Bereich. Wie der weitere Verlauf der Saugspannungskurven zeigt, hat sich der Bodenwasserhaushalt im Winterhalbjahr aber wieder normalisiert. Man kann davon ausgehen, dass die Böden der Haard zu Beginn der Vegetationszeit 2004 wieder über die Feldkapazität hinaus mit Wasser gesättigt waren und dann auch im weiteren Verlauf bis Mitte des Jahres 2004 eine ausreichende Wasserversorgung gewährleisteten (Abb. 9). Dies dürfte eine für die meisten Waldböden Nordrhein-Westfalens typische Entwicklung sein.

**Fazit**

Eine vom Sommer bis in den Herbst anhaltende Hochdruckwetterlage hat 2003 vor allem im Tiefland von Nordrhein-Westfalen lang anhaltende, meteorologische Trockenheit verursacht. In den niederschlagsreichen Lagen des Berglandes war die klimatische Wasserbilanz dagegen ganzjährig positiv. Hydrologische Trockenheit wird neben den Wetterbedingungen von den jeweiligen Bodeneigenschaften bestimmt, d.h. sie ist in



**Abb. 8:** Pflanzenverfügbare Wassergehalt (Modellierter Wassergehalt abzüglich Totwasseranteil laut pF-Kurve) für das Jahr 2003 und im Vergleich zum langjährigen Mittel.



**Abb. 9:** Verlauf der Bodensaugspannung in einer sandigen Braunerde an der Waldmessstation Haard

hohem Maße standortgebunden. Überdurchschnittlich ausgetrocknete Waldböden finden sich ab Juli und August. Von diesem Zeitpunkt an lag ein sehr hohes Risiko für pflanzlichen Trockenstress vor besonders auf flachgründigen und leichten Sandböden, auf tonreichen Böden mit niedriger nFK im Tiefland und auf flachgründigen Sonnenhängen im Bergland.

Bis zum Frühjahr waren die Wasserspeicher der im Spätsommer 2003 ausgetrockneten Böden wieder aufgefüllt. Die Vegetationszeit 2004 wurde begünstigt durch ausreichende Niederschläge und kühles Wetter, das bis Ende Juli anhielt. <

## **Bodennahe Ozon: Sehr hohe Konzentrationen im Sommer 2003**

Übersetzung aus: Acid News No.4, Göteborg 2003

**Bevor man die Emission der Vorläufersubstanzen nicht deutlich reduziert wird sich die Situation im nächsten warmen Sommer wiederholen, warnt die europäische Umweltagentur EEA.**

In weiten Teilen Europas waren die Ozonkonzentrationen in der bodennahen Luftschicht auf das höchste Niveau seit fast 10 Jahren angestiegen. Dies trifft insbesondere auf die lange Hitzewelle im August 2003 zu. Eine vorläufige Auswertung der EEA zeigt, dass die Situation besonders ernst in Südwestdeutschland, in der Schweiz, Nord- und Nordostfrankreich, Belgien, Nord- und Mittelitalien und in Zentralspanien gewesen ist.

Für die Entstehung in den unteren Luftschichten benötigt Ozon Stickoxid, leicht flüchtige organische Verbindungen und Sonnenstrahlung. Hohe Ozonkonzentrationen können sich während Hochdruckwetterlagen im Sommer bilden, wenn sich die Luftmassen nur wenig bewegen. Genau diese Situation stellte sich in weiten Bereichen Europas im August ein.

»Die Situation kann sich wahrscheinlich auch künftig wieder ereignen, wenn die Lufttemperaturen über dem Durchschnitt liegen, solange bis durch Gesetzesinitiati-

ven Maßnahmen ergriffen werden, die zu einer erheblichen Reduktion der Vorläufersubstanzen führen«, sagt die EEA in einer ersten Zustandsanalyse, die von den Umweltministern der EU-Staaten in Auftrag gegeben wurde.

Entsprechend den EEA Statistiken ging die Emission bei den wichtigsten Vorläufersubstanzen für Ozon – Stickoxid und leicht flüchtige organische Verbindungen – in den 15 alten EU Mitgliedsstaaten zwischen 1990 und 2000 um 30 % zurück. Falls die nationalen Emissionsminderungsziele für diese und einige weitere Schadstoffe bis 2010 erreicht würden, vermindert sich die Emission um weitere 30 %.

2003 haben 31 Staaten Monitoringergebnisse an die EEA geliefert. In 23 Staaten lagen die Ozonkonzentrationen an mehreren Tagen zwischen April und August deutlich über dem meldepflichtigen Schwellenwert von 180 µg/m<sup>3</sup> Luft als Einstundenmittel. <

## Luftschadstoffkonzentrationen in Waldbeständen von Nordrhein-Westfalen 2004

Ludwig Radermacher, Dr. Jutta Geiger und Dr. Georg H.M. Krause, Landesumweltamt NRW

### Das Land Nordrhein-Westfalen untersucht seit mehr als 20 Jahren die Konzentrationen verschiedener Luftschadstoffe in Waldgebieten.

Die Immissionsmessungen werden im Eggegebirge am Velmerstot (EGGE), in der Eifel in Simmerath-Lammersdorf (EIFE) und im Rothaargebirge in Hilchenbach (ROTH) in quellenfernen Gebieten durchgeführt. Zur Beurteilung der Luftqualität in der Nähe von Emissionsquellen wird als Waldgebiet die Haard, am nördlichen Rand des Ruhrgebietes, in die Erhebungen mit der Messstation Marl-Sickingmühle (SICK) einbezogen. Im Waldzustandsbericht 2003 wurde ausführlich über die Trendentwicklung für den Zeitraum von 1993 bis 2003 berichtet. Auf Grund der starken Abnahme der Luftschadstoffkonzentrationen für die Komponenten Schwefeldioxid sowie Stickstoffmon- und Stickstoffdioxid in den betrachteten Regionen Eggegebirge, Rothaargebirge und Eifel kommt mit Bezug auf den Luftpfad, bezogen das Schutzgut Wald, allein dem sekundären Luftschadstoff Ozon noch eine besondere Bedeutung hinsichtlich einer Beeinträchtigung der Vitalität der Wälder zu.

So kann Ozon an Nadeln und Blättern u.a. Veränderungen der Stoffwechselaktivität

verursachen, die letztlich Vitalitätsschwächen initiieren bzw. verstärken können. Auf diese Weise wird die Empfindlichkeit der Bäume gegenüber biotischen, klimatischen bzw. edaphischen Faktoren verstärkt.

Äußerlich sichtbare Symptome, wie fleckige Aufhellungen bei Nadeln (so genanntes Mottling) oder dunkle, Stecknadelkopf große Nekrosen auf den Blattoberseiten von Laubbaumblättern sowie bronzartige Verfärbungen, insbesondere bei Buchen) zählen zu dem Symptomkomplex der Ozonschäden. Die Ausprägung des Symptombildes wechselt jedoch von Baumart zu Baumart und die Web-Seite der UN-ECE Working Group *Ambient Air Quality*, die im Rahmen von ICP-Forests an der Europa weiten Erfassung von Ozonschäden arbeitet, zeigt diese Vielfalt (<http://www.gva.es/ceam/ICP-forets/>) und Möglichkeiten der Differentialdiagnose.

So führen beispielsweise Trockenheit und Einwirkungen hoher Ozonkonzentrationen zu sehr ähnlichen Symptombildern. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist es daher



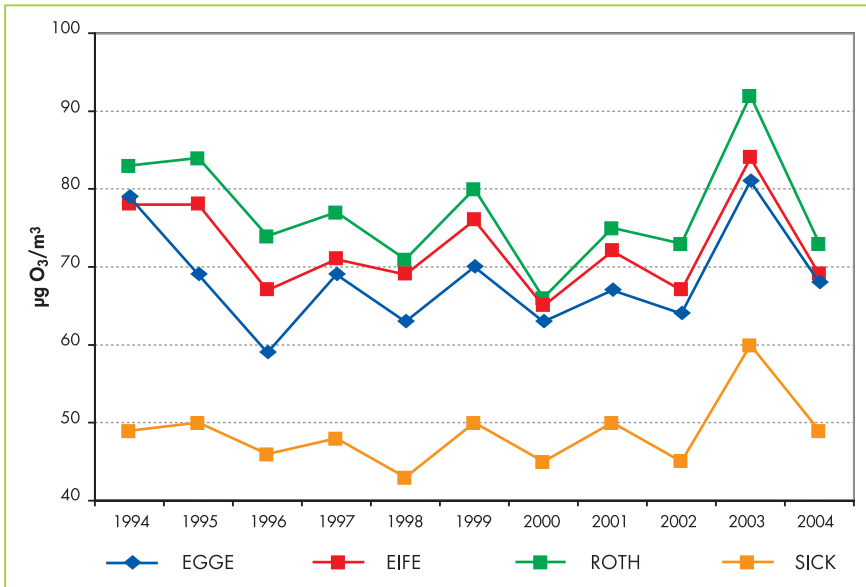


Abb. 1.: Halbjahresmittelwerte für die Jahre 1994 bis 2004 (01.04. bis 30.09.)

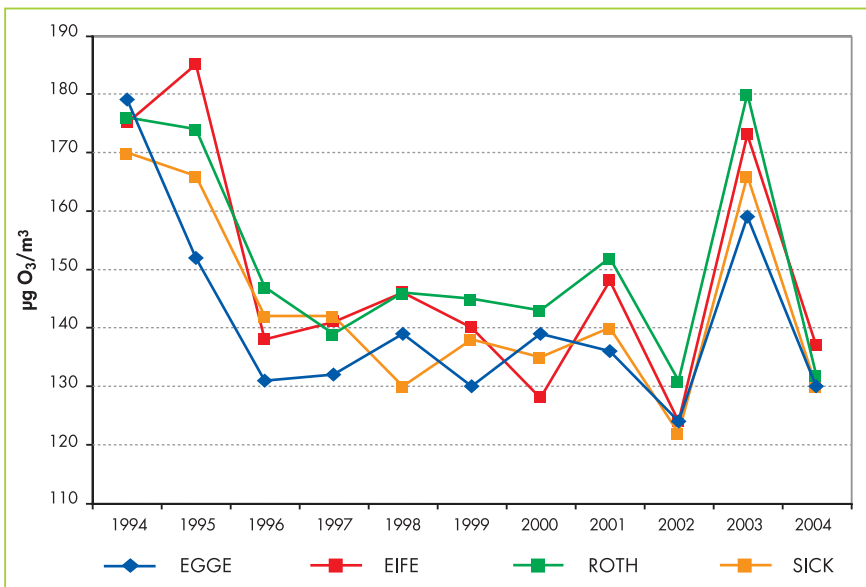


Abb. 2: 98 Perzentilwerte für die Jahre 1994 bis 2004 (01.04. bis 30.09.).

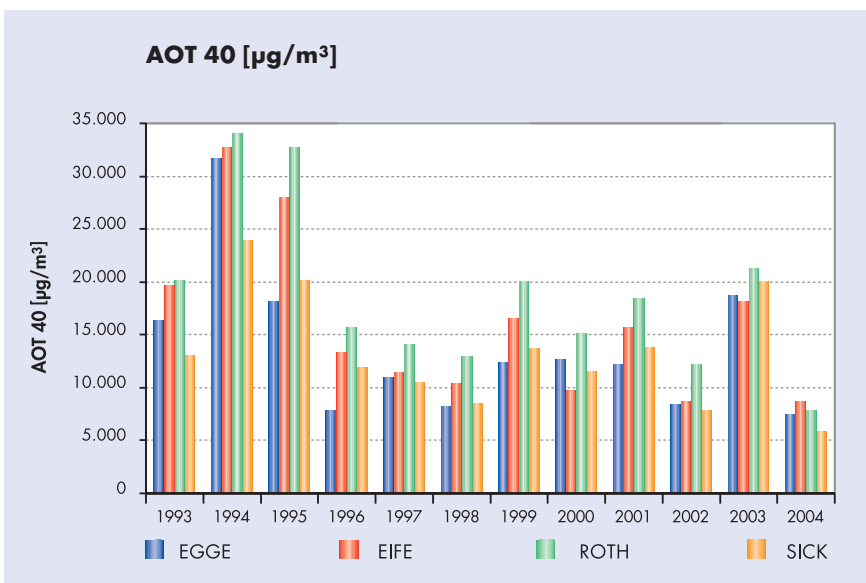


Abb. 3: AOT 40 (accumulated exposure over a threshold of 40 ppb) in µg/m<sup>3</sup>h (1993-2004)

von großer Bedeutung, die Ozonbelastung in den Waldgebieten NRW's zu beobachten.

Im nachfolgenden Kurzbericht sollen insbesondere die Jahre 2003 und 2004 betrachtet werden. Dieser Vergleich ist auch deshalb interessant, weil sich beide Jahre hinsichtlich ihrer Meteorologie sowie der Ozonkonzentrationen grundsätzlich unterscheiden.

**Ozonkonzentrationen**

an den Waldmessstationen sowie im vorstädtischen Raum des Ruhrgebietes

In Abbildung 1 sind die Jahresmittelwerte der Jahre 1993 bis 2004 für Ozon an den Waldmessstationen und der Station Marl-Sickingmühle (vorstädtische Station im Ruhrgebiet) für die Vegetationsperiode (01.04. bis 30.09.) eines jeden Jahres aufgeführt. Bemerkenswert ist dabei, dass nur vergleichsweise geringe lokale Konzentrationsunterschiede zwischen den Waldmessstationen auftreten, die Konzentrationen aber grundsätzlich um ca. 40% höher liegen als an der Station Marl-Sickingmühle. Von den Waldmessstationen weist stets die Station Rothaargebirge die höchsten Konzentrationen aus. Auch wird deutlich, dass das Jahr 2003 besonders hohe Vegetationsmittelwerte mit über 90 µg O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> selbst im Vergleich zu den Ozonjahren 1994 bzw. 1995 aufweist. Wie der Abbildung 1 zu entnehmen ist, lässt sich kein eindeutiger Trend einer Zu- bzw. Abnahme der Ozonbelastung an den Waldmessstationen erkennen.

Etwas anders sieht das Bild aus, wenn man die 98-Perzentil Werte vergleicht, um eine Aussage über die Spitzenkonzentrationen zu erhalten (vgl. Abb. 2). Wie aus der Abb. 2 zu erkennen, ergeben sich für die hier betrachteten Stationen nur marginale Unterschiede, ein Unterschied zwischen Ruhrgebiet (vorstädtisches Gebiet) und NRW-Mittelgebirgslagen tritt nicht auf. Interessanterweise unterscheiden sich die Jahre 1994/95 und 2003 nicht in ihren 98-Perzentil Werten. Ein Trend ist auch bei den in Abbildung 2 dargestellten Daten nicht erkennbar.

Im Februar 2002 wurde die EU Tochterrichtlinie über den Ozongehalt der Luft (2002/3/EG) verabschiedet. Sie wurde mit der 33. BImSchV in nationales Recht umgesetzt und ist am 21.07.04 >>>

in Kraft getreten. Ähnlich wie in der 1. Tochterrichtlinie zu Schwefeldioxid wird u.a. als Ziel der Richtlinie darauf hingewiesen, dass »... die schädlichen Auswirkungen von Ozon auf die Vegetation, die Ökosysteme und die Umwelt insgesamt zu vermindern...« sind.

Mit Bezug auf den Gesundheitsschutz wird eine Informationsschwelle von  $180\mu\text{g}/\text{m}^3$  als 1h-Wert festgelegt und der bisherige Alarmwert von  $360$  auf  $240\mu\text{g}/\text{m}^3$  abgesenkt. Für den höchsten Achtstundenmittelwert eines Tages hat die EU als Zielwert  $120\mu\text{g}/\text{m}^3$  festgelegt. Ab 2010 soll dieses 8h-Tagesmaximum – gemittelt über drei Jahre – an nicht mehr als 25 Tagen in einem Jahr überschritten werden.

Der Schutz der Vegetation wird gemäß der Richtlinie nach dem AOT40 (accumulated exposure over a threshold of 40ppb) beurteilt. Der Wert wird über die Summe der Differenz zwischen der stündlichen Ozonkonzentration und dem Schwellenwert von 40ppb (=  $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in der Zeit zwischen 8:00 und 20:00 Uhr ermittelt. Als Beobachtungszeitraum gilt der Teil der Vegetationsperiode zwischen dem 1. Mai und 31. Juli eines Jahres. Als Mittelwert über 5 Jahre wird eine Summe  $< 18.000\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$  als Zielwert angegeben, die nicht überschritten werden sollte.

Die Ergebnisse der jährlichen Auswertungen (Mai-Juli) nach EU sind in Abbildung 3 aufgeführt. Zunächst fallen im Zeitraum 1996 bis 2004 die vergleichsweise hohen AOT40 Werte des Jahres 2003 auf, die andererseits aber deutlich unter den Werten der Jahre 1994 und 1995 zumindest für die Stationen Rothaargebirge und Eifel geblieben sind. Im Vergleich wurden für das Jahr 2004 die niedrigsten Werte berechnet.

Beurteilt man den AOT-Wert über den von der EU geforderten gemittelten Fünf-Jahreszeitraum, so liegt eine Überschreitung des Summenwertes von  $18.000\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$  an den Standorten Eifel und Rothaargebirge für den Betrachtungszeitraum 1993-1997 und 1994-1998 vor (vgl. Abbildung 6).

Der Fünf-Jahresmittelwert des AOT40 für den Zeitraum 2000-2004 liegt zwischen  $12.000$  und  $15.000\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ , wobei die Station Rothaargebirge das höchste Mittel aufweist.

Betrachtet man das relative Risiko von Ozon auf Waldökosysteme mit Hilfe der

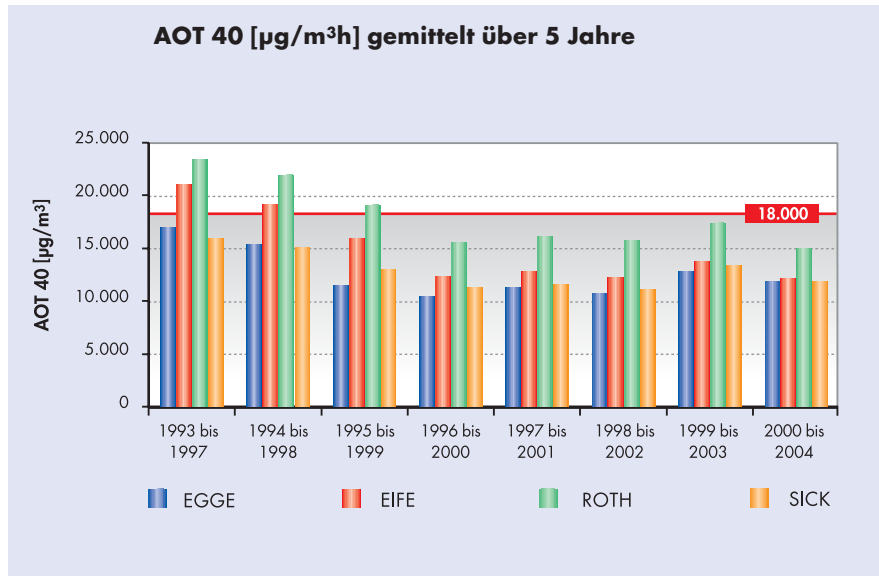


Abb. 4: AOT 40 [µg/m³h] gemittelt über 5 Jahre

in der VDI Richtlinie 2310 Blatt 6 aufgezogenen Methodik, so wird auch hier deutlich, dass für die Wälder in NRW keine Störungen der Waldfunktionen zu besorgen sind (vgl. Abb. 5.). Abb. 6 zeigt noch einmal unter konservativer Betrachtung den gleitenden 7-Tages Mittelwert auf der Grundlage der VDI Richtlinie 2310 Blatt 6.

Auf Grund starker methodischer Schwächen des AOT40-Konzeptes wurde für die Ableitung von *Maximale(n) Immissionswerte(n) zum Schutz der Vegetation* in der VDI Richtlinie 2310 Blatt 6 ein anderer Ansatz gewählt. Auf der Grundlage von Publikationen zur Wirkung von Ozon auf Nadel- und Laubbäume, wurden Ozonkonzentrationen und die sie verursachten Kurz- oder Langzeit-Wirkungen mit Bezug auf integrative Parameter (z.B. Wachstum, Biomasse etc.) in einer Dosis-Wirkungskurve zusammengefasst und der obere bzw. untere Vertrauensbereich der Kurve berechnet (10%). Berücksichtigt wurden kontrollierte, freilandnahe und Freiland Experimente der letzten 10 Jahre aus Europa mit europäischen Waldbaumarten.

Aus dieser Dosis-Wirkungs-Kurve können für unterschiedliche Expositionszeiträume maximale Immissionskonzentration (MIK) abgeleitet werden wie beispielsweise die Indices: 8 h, 24 h, 7 Tage, 30 Tage, bzw. 6 Monate für den Zeitraum April-September.

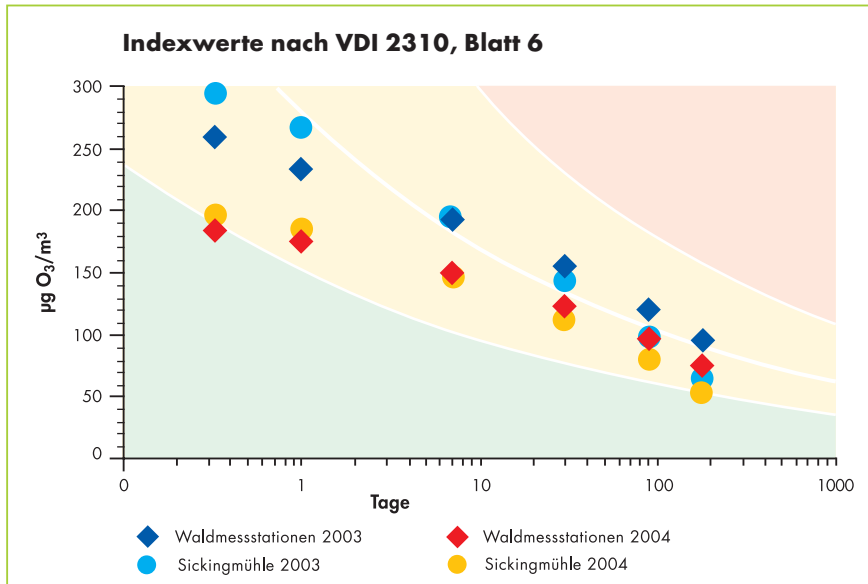
In der Tabelle 10 dieser Richtlinie sind die maximalen Ozonkonzentrationen zum Schutz europäischer Laub- und Nadel-

baumarten als untere Grenzlinie des Vertrauensbereiches als *maximal möglicher Schutz der Bäume* definiert (grüner Bereich). Der Bereich oberhalb der Grenzlinie des Vertrauensbereiches ist so definiert, dass *Überschreitung(en) zu dauerhaften Schäden führ(en)* (roter Bereich). Liegt die MIK innerhalb des Vertrauensbereiches (gelber Bereich), gewährleistet die Einhaltung »*weitgehenden Schutz*« der Bäume, was nicht ausschließt, dass z. B. nicht auch sichtbare Schäden auftreten können.

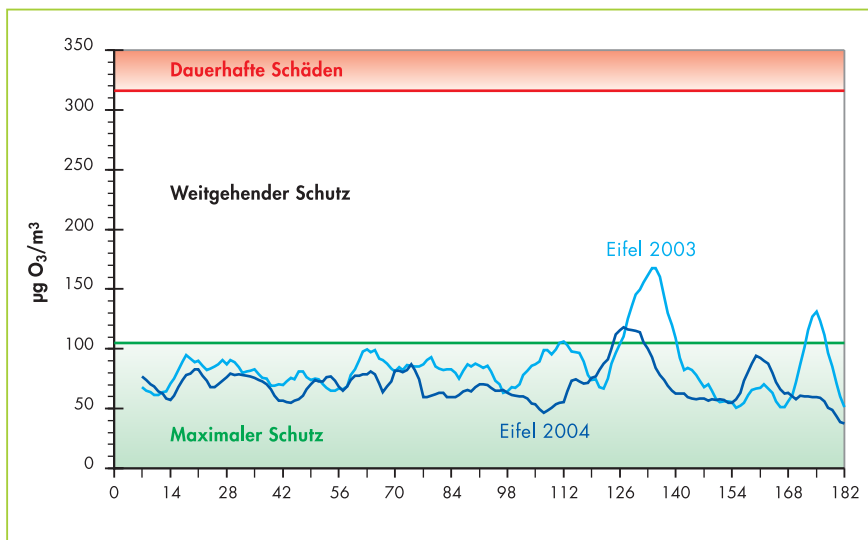
Die Werte der Dosis-Wirkungskurve der VDI-Richtlinie beziehen sich auf Ozonkonzentration an der Blattoberfläche. Daher stellt die Luftqualitätsmessung (Messhöhe i.d.R. 3,5m) für Waldbäume zunächst nur eine Näherung dar. Unterstellt man eine Baumhöhe von 20m wird ein Faktor von 1,15 diskutiert, um von 3,5 auf 20m zu extrapolieren.

Zur Gefährdungsabschätzung wird in der VDI 2310 Blatt 6, die im Juni 2002 erschienen ist, ein konservatives Verfahren zur Anwendung vorgeschlagen, das insbesondere die hohen Konzentrationen des i.d.R. episodenhaft auftretenden Ozons berücksichtigt. Hierzu werden die 1h Mittelwerte je Messstation für den Zeitraum vom 1.4. bis 30.09. in absteigender Reihenfolge sortiert und die jeweils höchsten 1h-Werte zu den oben genannten Indices (8h, 24h, 7 Tage usw.) aggregiert.

In die Auswertung nach VDI 2310 Bl. 6, Anhang B. sind die 1/2h Mittelwerte zu 1h Mittelwerten aggregiert eingeflossen. Das Ergebnis ist in Abbildung 5 für die



**Abb. 5:** Abschätzung des Ozon-Gefährdungspotenzials für Laub- und Nadelbäume nach VDI 2310 Bl.6, Anhang B



**Abb 6:** Verlauf der Ozonkonzentration an der Waldmessstation »Eifel« als gleitender 7-Tage Mittelwert für die Jahre 2003 (rotbraun) und 2004 (blau)

Messstationen Eggegebirge, Rothaargebirge, Eifel (gemittelter Index) und Marl-Sickingmühle (Randlage des Rhein-Ruhr-Gebietes) wiedergegeben.

Aus der Abbildung lässt sich erkennen, dass selbst im Jahr 2003 alle gewählten Indices (8 h, 24 h, 7 Tage, 30 Tage, bzw. 6 Monate (1.4.-30.09.)) für alle Stationen im »gelben Bereich« liegen und trotz der vergleichsweise hohen Ozonkonzentrationen in 2003 ein weitgehender Schutz gewährleistet wurde. Dies schließt nicht aus, dass an empfindlichen Baumarten und regional unterschiedlich ozonbedingte Blattschäden auftreten können. Die Indices für das Jahr 2004 liegen deutlich unter denen des Jahres 2003, was besonders bei den Kurzzeit Indices auffällt.

In einer weiteren Auswertung wurden beispielhaft für die Station Eifel die 7-Tages-Mittelwerte auf der Basis der 1/2h LUQS-Messwerte gleitend für den Zeitraum 01.04. bis 30.09. für beide Jahre ausgewertet und in Abbildung 6 wiedergegeben. Demnach ergeben sich sowohl 2003 als auch 2004 keine Überschreitungen des MIK-Wertes von 172 µg/m<sup>3</sup> Mittelwert über 7 Tage, allerdings liegen die Werte im Juli und August des Jahres 2003 bemerkenswert hoch.

Auch in diesem Jahr lässt sich feststellen, dass die Ozonkonzentrationen an den Waldmessstationen in der Vegetationsperiode um 30% gegenüber der hier heran gezogenen Station Marl-Sickingmühle im Rhein-Ruhr-Gebiet höher liegen.

Damit ist nach wie vor die Belastungssituation für Wälder in den ländlichen Gebieten der Mittelgebirge durch Ozon kritischer zusehen, als für Wälder in bzw. in der Umgebung von Ballungszonen. Dies hängt mit den spezifischen regionalen Auf- und Abbauvorgängen (NO-Konzentration, etc.) sowie Transportphänomenen von Ozon zusammen.

### Fazit

Für Ozon, als besonders phytotoxisch wirkender Luftschadstoff, zeigt sich kein eindeutiger Trend, wenn man die Vegetationsmittelwerte der letzten 10 Jahre vergleicht.

Zwischen 1993 und 2002 werden in den Jahren mit besonders heißen Sommern, wie 1994 und 1995 die höchsten Werte gemessen. In 2002 sind neben dem Untersuchungsjahr 1993 die niedrigsten Konzentrationen feststellbar. Eine Beurteilung der Ozonbelastung nach dem AOT40 der Ozonrichtlinie 2002/3/EG führt, gemittelt über jeweils 5 Jahre, in den Jahren 1993-1997 bzw. 1994-1998 an den Stationen Eifel und Rothaargebirge zu Überschreitungen, sowie in den Jahren 1995-1999 an der Station Rothaargebirge. Dies bedeutet eine Überschreitung *des wirksamen Schutzes gegen die Auswirkungen von Ozon auf die Vegetation*.

Die Auswertungen der Ozonbelastung 2003 zeigen teilweise ähnlich hohe Werte wie in den Jahren 1994 und 1995. Eine Risikobewertung für Laub- und Nadelbäume nach VDI 2306 Blatt 6, Anhang B für das Jahr 2003 zeigt, dass die Ozonkonzentrationen an allen betrachteten Stationen für die Indices 8h-, 24h-, 7 Tage-, 30 Tage- und 140-Mittelwert, bezogen auf die jeweils höchsten Stundenmittelwerte, in einem Bereich liegen, die keine dauerhaften Schäden befürchten lassen. Im Jahr 2004 sind diese Indices deutlich niedriger und idizieren dementsprechend auch ein sehr viel niedrigeres Risikopotential.

Im Jahr 2003 wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Vitalität vorzugsweise der ozonempfindlichen Laubgehölze wie *Fagus sylvatica* erheblich gelitten hat. Hierbei ist hinsichtlich der Ursache zwischen den Wirkfaktoren »Ozon«, »Trockenstress« bzw. Temperatur nicht zu differenzieren. <

## Bewertung sichtbarer Ozonsymptome aus dem Jahr 2003

Von **Lutz Genßler**, LÖBF Recklinghausen und

**Mathias Niesar**, Landesbetrieb Wald und Holz NRW

**Im Rahmen des europäischen Programms zur Überwachung der Waldschäden wird seit 2001 ein 3-jähriges Pilotprojekt durchgeführt, das Aufschluss über das Ozonrisiko in den Wäldern Europas geben soll.**



Aus den mediterranen Ländern sind bereits starke Schäden seit längerem bekannt. Um einen Überblick zu erhalten, wie sich die Situation demgegenüber im mitteleuropäischen Raum darstellt, beteiligen sich auch die deutschen Bundesländer an dem europaweiten Projekt.

NRW beobachtet besonders die empfindlichen Buchenwälder auf sechs Dauerbeobachtungsflächen. Dort wurden an besonders exponierten Waldrändern Frühwarnflächen ((light exposed sampling site (LESS)) festgelegt. Sollten dort Schäden auftreten, wären weitere Untersuchungen im Bestandesinneren notwendig.

In den Jahren 2001 und 2002 wurden vom Landesumweltamt landesweit nur wenige Tage mit erhöhten Ozonkonzentrationen festgehalten. Dementsprechend konnten durch die Experten der LÖBF (Federführung der Projektes in NRW) kaum Hinweise auf Schädigungen der LESS-Flächen gefunden werden, so dass von Erhebungen im Bestandesinneren abgesehen wurde.

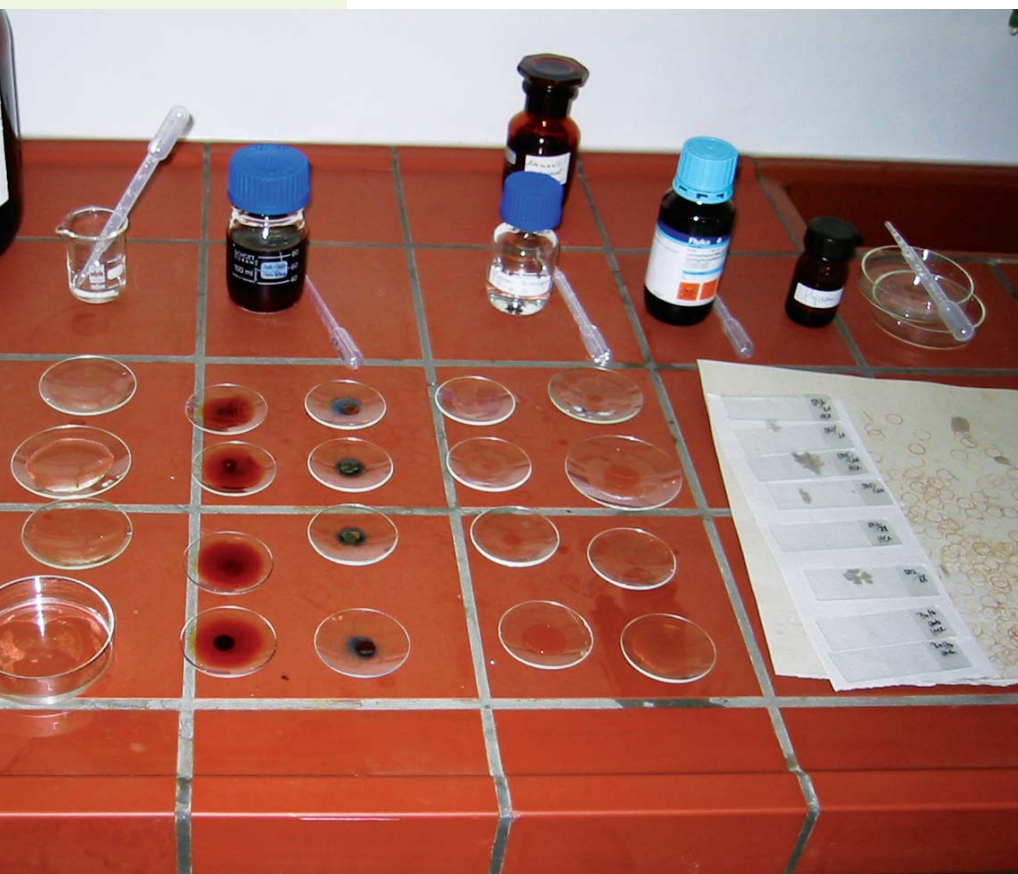
Im Jahr 2003 änderte sich jedoch mit Einsetzen der Trockenheits- und Hitzeperiode

im August die Situation erheblich. Dauerhaft hohe Ozonkonzentrationen in der Umgebungsluft führten zu deutlichen Ozonschäden auf den LESS-Flächen. Diese Entwicklung gab den Anstoß, dass die LÖBF den Auftrag vergab, Probenahmen an LESS-Pflanzen und an den Buchen und z. T. auch Eichen aus dem Bestandesinneren vorzunehmen.

### Probenahme

Beprobt wurden jeweils 5 Bäume (Ausnahme Kleve mit 3 Buchen und 3 Eichen) auf Dauerbeobachtungsflächen in den Forstämtern Hilchenbach, Hürtgenwald, Kleve, Paderborn, Recklinghausen und Schmallenberg.

So schnitten am 27./28. August Baumsteiger in schwindelnder Höhe aus den Oberkronen von 28 zufällig ausgewählten Altbuchen und 3 Eichen insgesamt 180 Zweige mit ca. 18.000 Blättern zur Bestimmung von Ozonschäden. Die Blätter eines jeden Zweiges wurden vor Ort von der LÖBF einer ersten Ozonschadenseinschätzung unterzogen und nach einem unverzüglichen Transport ins Labor des

**Abb. 1:**

Durch verschiedene Anfärbechemikalien können auch sehr frühe Ozonschäden sichtbar gemacht werden; Foto: Niesar

Pflanzenschutzdienstes (PSD) Bonn visuell, bei Tageslicht den nachfolgenden 3 Stufen zugeordnet und fotografiert.

#### >> Die Stufen sind:

- |     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| 0 = | kein O <sub>3</sub> Schadensverdacht; |
| 1 = | O <sub>3</sub> Schadensverdacht;      |
| 2 = | O <sub>3</sub> Schaden.               |

Anschließend erfolgte eine Auswahl repräsentativer Blätter von jedem Zweig. Aus diesen Blättern wurden mehrere Blattstückchen mit einem Korkbohrer ausgestochen, in Konservierungsflüssigkeiten eingelegt und dunkel gelagert. Im Laufe des Jahres 2004 erfolgte dann eine mikroskopische Auswertung der Blattstückchen aller Bäume, nachdem sie mit verschiedenen Chemikalien angefärbt wurden.

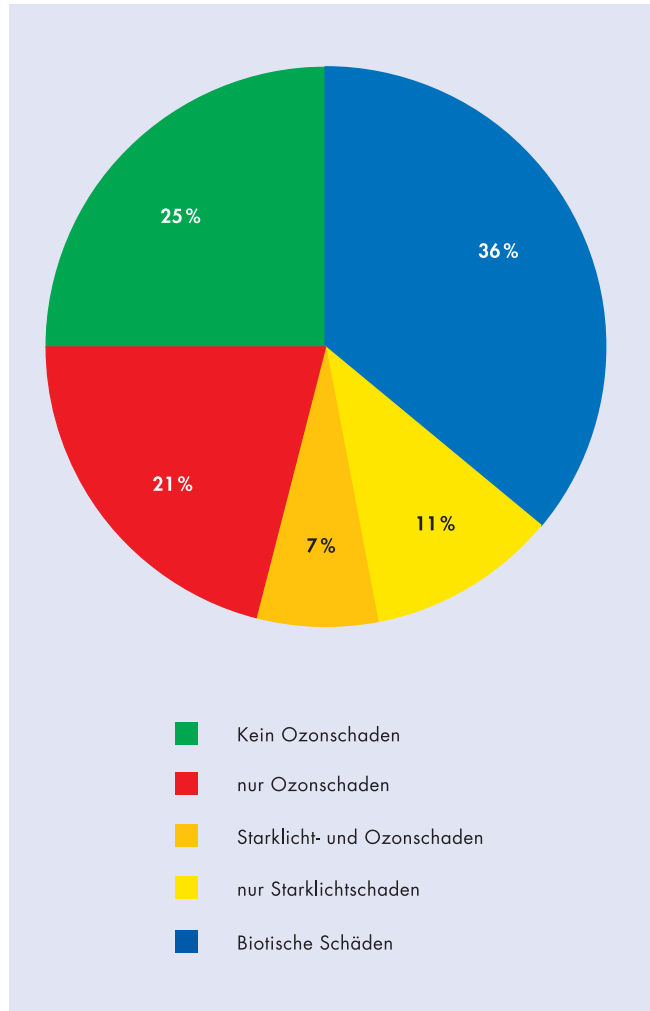
#### Ozonwirkungen

Obwohl Ozon durch die an den Blattunterseiten gelegenen Spaltöffnungen aufgenommen wird, zeigen sich die Schäden stets zuerst an den Blattoberseiten, wie

künstliche Begasungsversuche ergaben. Mit dem bloßen Auge sind diese Schäden anhand feiner, brauner, zwischen den Blattnerven liegenden Punkten, Ende August/Anfang September zu erkennen. Das Zellgift Ozon schädigt jedoch das Blatt lange bevor sichtbare Veränderungen erkennbar sind im Bereich der langgestreckten Palisadenzellen im Blattinnern. Bäume wehren sich auf biochemischem Wege gegen die Vergiftung indem sie verstärkt pflanzeneigene Abwehrstoffe bilden.

#### Bestimmungsmethoden

Durch eine Anfärbung dieser sogenannten Tannine ist indirekt ein Nachweis von »unsichtbaren« Ozonschäden möglich. Die Blätter dürfen jedoch keine durch biotische Schaderreger verursachten Verletzungen aufweisen, weil sich Bäume auch gegen solche Angriffe mit der chemischen Barriere Tannin zur Wehr setzen. Bestehende O<sub>3</sub>-Schadensverdachtsfälle müssen deshalb stets verworfen werden, wenn auch tierische oder pilzliche Verletzungen vorliegen. >>



**Abb. 2 (links):** O<sub>3</sub>-Schaden im Buchenblattquerschnitt. Deutlich sind die durch chemische Anfärbung dunkel gefärbten, an der Blattoberseite gelegenen Palisadenzellen zu erkennen; Foto: Niesar

**Abb. 3 (rechts):** Ergebnisse der Evaluierung von Ozonschäden aus dem Jahre 2003 an Blättern (Oberkrone) von 28 Altbuchen aus den Forstämtern Hilchenbach, Hürtgenwald, Kleve, Paderborn, Recklinghausen und Schmallenberg

Ozon behindert aber auch den Abtransport von Stärke, die in den Blättern im Zuge der Photosynthese aus Traubenzucker hergestellt wird.

Dieser Speicherstoff ist mit einer Jod-Jodkalilösung sichtbar zu machen. Erscheinen nach der Einfärbung an den oberen Enden der Palisadenzellen deutlich erkennbare dunkelrotbraune Ansammlungen handelt es sich um einen O<sub>3</sub>-Schaden.

**Untersuchungsbefunde**

Bei 21 % der untersuchten Buchen konnte Ozon als Ursache der Blattverfärbungen nachgewiesen werden.

In 7 % der Fälle waren neben Ozonschäden auch durch Starklicht hervorgerufene, krankhafte Veränderungen der äußersten Zellschicht des Blattes, der Epidermis zu validieren, wobei weitere 11 % der erkennbaren Schäden ausschließlich durch Starklichteinwirkungen hervorgerufen wurden.

Mehr als ein Drittel der Proben waren durch Pilze oder Insekten beeinträchtigt. 25 % der zur Untersuchung vorgelegten Blattproben wiesen keine Ozonschäden

auf. Eine der drei Klever Eichen war durch Ozon geschädigt.

Dass 22 % der optisch als ozonschadensfrei eingestuften Fälle nach den Einfärbungen als Ozonschaden zu deklarieren und dass nur 43 % der Verdachtsfälle nach der chemischen Behandlung zu bestätigen waren, zeigt die Schwächen der visuellen O<sub>3</sub>-Schadenssprache, denn krankhafte Veränderungen eines Blattes können neben Ozon auch durch tierische Schaderreger, Pilze, Viren, Nährstoffmangel, Trockenheit, Starklicht, Boden- und oder durch Luftschadstoffe bedingt sein. Vielfach lagen in 2003 Überlagerungen von Ozon-, Starklicht- und biotisch bedingten Schäden vor, die aufwendige Evaluierungsmaßnahmen erforderten.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die durch die Hitze des letzten Sommers entstandenen hohen Ozonkonzentrationen bei Altbuchen in allen untersuchten nordrhein-westfälischen Forstämtern Ozonschäden bewirkten. <

## Das Monitoring der Baumkronen im Walde 2004

Lutz Falkenried, LÖBF Recklinghausen

Im Sommer 2004 ist die 20. jährliche Kronenzustandserhebung in NRW durchgeführt worden. Dabei wurden in einem Stichprobenraster von 4 x 4 km an 525 Aufnahmepunkten landesweit fast 10.000 Bäume untersucht. Mit dieser langen Zeitreihe verfügt die LÖBF über einen außergewöhnlich wertvollen Datenbestand zum Kronenzustand in den nordrhein-westfälischen Waldbeständen.

Die Baumkronen sind ein guter Weiser für die Vitalität der Waldbäume. Die terrestrische Waldzustandserhebung bewertet neben dem Nadel-/Blattverlust diverse Faktoren, die Einfluss auf das Erscheinungsbild der Baumkronen haben. Dazu zählen besonders Vergilbung, Fruktifikation sowie weitere biotische und abiotische Schadereignisse.

Die Klassifizierung erfolgt gemäß der nachstehenden bundesweit einheitlichen Tabelle. Unter Einbeziehung von Vergilbungsstufen entstehen daraus die kombinierten Schadstufen. In den folgenden Grafiken werden die Schadstufen zur besseren Übersicht gruppiert und in Ampelfarben dargestellt.

### Hauptergebnisse

Die ernste Situation unserer Wälder wird durch den Anstieg der deutlichen Schäden um 5 %-Prozentpunkte auch in diesem Jahr unterstrichen.

Jedoch gibt es gleichzeitig die erfreuliche Nachricht, dass die Fläche der gesunden Bäume um 2 %-Punkte leicht zugenommen hat. >>

Schadstufe	Nadel-/Blattverlust	Bezeichnung	Gruppierung
0	0-10%	ohne Schadmerkmale	ohne Schadmerkmale
1	11-25%	schwach geschädigt	schwach geschädigt
2	26-60%	mittelstark geschädigt	deutlich geschädigt (Zusammenfassung der Stufen 2-5)
3	61-99%	stark geschädigt	
4	100%	abgestorben	

Tab. 1: Relative Kronenverlichtung in Stufen

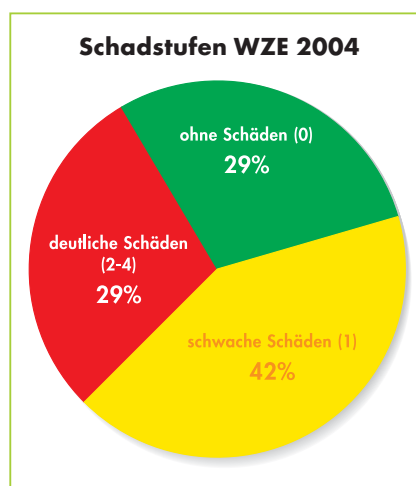


Abb. 1: Prozentuale Schadstufenverteilung für die Summe aller Baumarten und Altersbereiche in NRW

**Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2003 im Lande Nordrhein-Westfalen**

(in Klammern Vergleichsdaten aus 2002)

Baumart	Baumartenfläche nach Landeswaldinventur in Hektar	Anteile der Schadstufen in Prozent					
		0 ohne Schäden	1 schwache Schäden	2-4 deutliche Schäden	2 mittlere Schäden	3 starke Schäden	4 abgestorben
Fichte	303.100	36 (35)	44 (45)	20 (20)	18,8	0,7	0,2
Kiefer	68.000	28 (19)	53 (61)	19 (20)	18,7	0,3	0,4
sonst. Nadelbäume	44.600	35 (38)	44 (46)	21 (16)	19,8	1,0	0,7
<b>Summe Nadelbäume</b>	<b>415.700</b>	<b>35 (33)</b>	<b>46 (48)</b>	<b>20 (19)</b>	<b>18,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>
Buche	144.600	16 (22)	35 (53)	49 (25)	47,0	2,0	0,1
Eiche	131.000	24 (18)	37 (43)	39 (40)	35,9	2,9	0,4
sonst. Laubbäume	187.100	29 (22)	45 (54)	26 (24)	25,3	0,5	0,2
<b>Summe Laubbäume</b>	<b>462.700</b>	<b>23 (21)</b>	<b>40 (51)</b>	<b>37 (29)</b>	<b>35,1</b>	<b>1,6</b>	<b>0,2</b>
<b>Summe NRW</b>	<b>878.400</b>	<b>29 (27)</b>	<b>42 (49)</b>	<b>29 (24)</b>	<b>27,4</b>	<b>1,2</b>	<b>0,3</b>

**Tab. 2:** Schadstufen je Baumartengruppe

Beide Schadstufen erreichen 2004 gleichermäßen 29%. Für die schwachen Schäden errechnet sich somit ein Anteil von 42%. Mit fast 29% wird der zweithöchste Wert bei den deutlichen Schäden in der gesamten Zeitreihe erreicht. Nur im Jahr 2000 wurde mit 29,6% ein höherer Wert erzielt. Der Einfluss der starken Fruktifikation der Buche in diesem Jahr wird nachstehend bei der Einzelbetrachtung dieser Baumart näher beleuchtet.

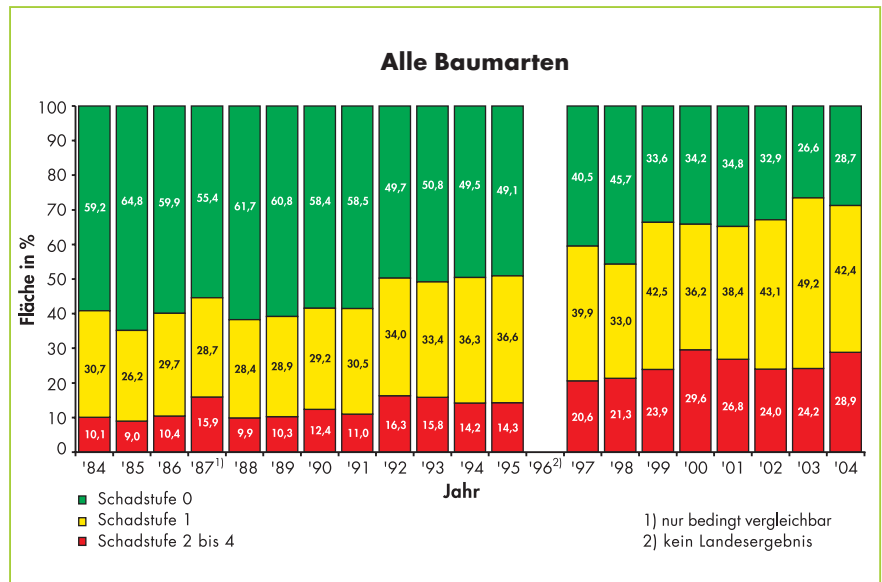
Da sich der Kronenzustand bei den verschiedenen Baumarten sehr unterschiedlich entwickelt hat, ist eine summarische Betrachtungsweise allein nicht ausreichend. Die Hauptbaumarten werden deshalb noch einmal getrennt betrachtet.

Über die 20-jährige Zeitreihe hinweg betrachtet, wird der Trend sichtbar, dass die Anzahl der ungeschädigten Bäume kontinuierlich abgenommen hat. Die diesjährige leichte Zunahme kann den langjährigen Trend nicht brechen. Ganz ähnlich verhält es sich mit den deutlichen Schäden. Auch für sie ist über den gesamten Aufnahmezeitraum insgesamt eine stetige Zunahme zu erkennen.

**Trockenjahr 2004**

**Einfluss auf den Kronenzustand 2004**

Der Sommer des Jahres 2003 führte durch eine langanhaltende Hochdruck-Wetterlage zu außergewöhnlich hohen Temperaturen. Da größtenteils der Niederschlag in dieser Zeit ausblieb, entstand zusätz-



**Abb. 2:** Entwicklung des Kronenzustandes in NRW von 1984 bis 2004 in Prozent

lich eine Dürresituation, wie sie in der jüngeren Klimageschichte für unsere Region bisher kaum vorgekommen ist.

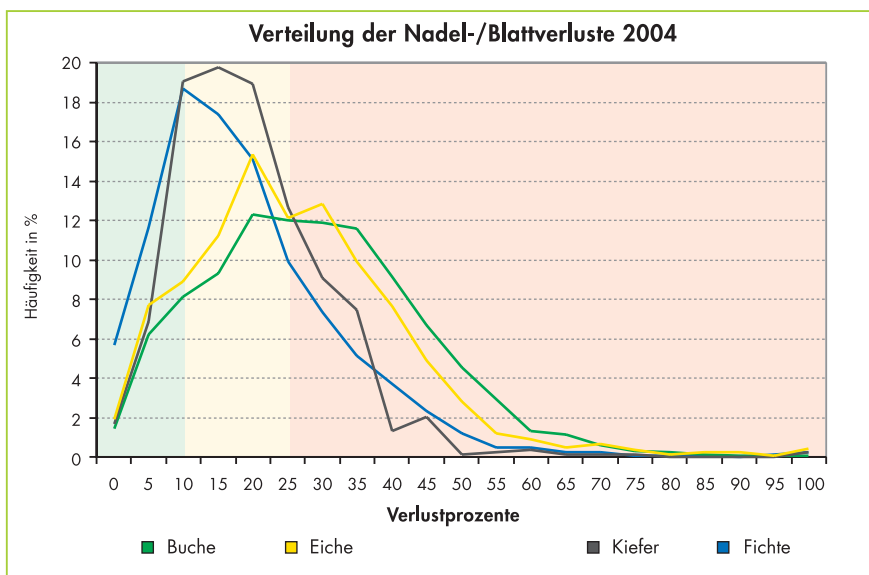
Bei der Beurteilung des Kronenzustandes für 2004 muss aber auch noch das Jahr 2002 mit in Betracht gezogen werden, da für die Knospen-, Blatt- und Blütenentwicklung mindestens zwei vorlaufende Jahre von Bedeutung sind.

In diesem Jahr waren die Witterungsextreme umgekehrt. 2002 mit seinen überdurchschnittlichen Niederschlägen führte in vielen Regionen zu »Jahrhundertfluten« und ließ die Vegetation vielerorts unter Nässe leiden. Beide Witterungsextreme haben den Wald unter Stress gesetzt

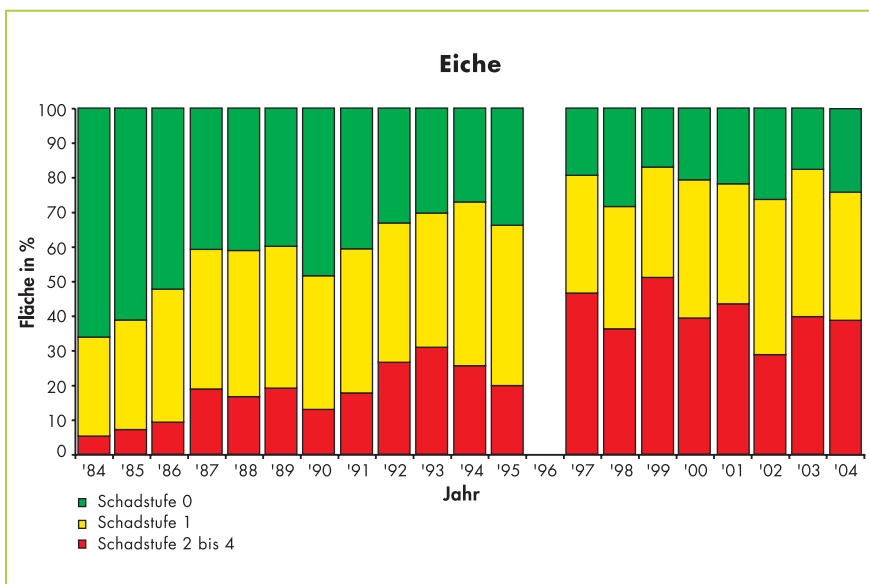
und man musste Schlimmes für den Wald in diesem Jahr befürchten.

Die Wettersituation 2004 hat dem Wald aber die Möglichkeit zur, zumindest teilweisen, Erholung gegeben. Der diesjährige Sommer und das Frühjahr waren feucht und meistens zu kühl. Nach der Trockenheit war der viele Regen gut für den Wald. Feuchtigkeit und Kühle führten zudem dazu, dass sich Schadinsekten wie z.B. Borkenkäfer schlecht entwickeln konnten. Die vorgeschädigten Bäume hätten mit einer starken Käfergradation schwer zu kämpfen gehabt. Eine katastrophale Befallsprognose war eine realistische Befürchtung.





**Abb. 3:** Häufigkeitsverteilung der Nadel-/Blattverluste bei den Hauptbaumarten 2004. Die Schadstufen sind farbig hinterlegt.



**Abb. 4:** Prozentuale Entwicklung der Kronenschäden bei Eichen von 1984 bis 2004

Zu Glück kann gesagt werden, dass sich die Befürchtungen nicht bewahrheitet haben. Der Waldzustand ist zwar nach wie vor ernst, aber die Katastrophe hat sich 2004 nicht eingestellt.

Trotzdem gilt festzuhalten, dass die deutlichen Schäden in diesem Jahr um 5-Prozentpunkte auf 29% gestiegen sind. Das ist der zweithöchste Wert in der 20-jährigen Beobachtungsreihe über den Kronenzustand. Dieses Anhalten auf hohem Schadniveau ist sicherlich auch der Vorschädigung der Waldbestände durch die letzten Witterungsextreme zuzuschreiben, die den Waldbäumen insgesamt wenig Gelegenheit zur Erholung geboten haben.

Weiterhin zeigt die Buche besonders hohe Blattverluste, die zum größten Teil ihren Grund in der diesjährigen starken Fruktifikation haben. Als wichtige Auslöser für starke Fruktifikation werden Trockenheit und hohe Temperaturen im jeweiligen Vorjahr beobachtet. Dementsprechend hat der trockene Sommer 2003 entscheidenden Einfluss das heftige Fruktifizieren der Buche gehabt.

**Ergebnisse zu den wichtigsten Baumarten**

Die nachstehende Tabelle lässt einen differenzierten Blick auf die einzelnen Baumarten zu. Dabei sind die Altersgrup-

pen zusammen gefasst. Die folgende Wertung der Ergebnisse bezieht sich auf die Veränderung zu den Zahlen des Vorjahres.

In der vorstehenden Grafik ist zu erkennen, dass die Nadelbäume die größten Häufigkeiten bei den Verlustprozente zwischen etwa 10 und 20% haben. Bei den Laubbäumen sind die Kurven etwas flacher und nach rechts verschoben. Daraus ergeben sich größere Häufigkeiten bei Verlustprozente zwischen 30 und 40.

**Eiche**

Positives kann von der Eiche berichtet werden. Bei ihr hat sich der Anteil an gesunden Bäumen um insgesamt 6%-Punkte gebessert. Beim Vergleich zwischen jungen und alten Bäumen zeigt sich, dass diese Verbesserung aber hauptsächlich die jüngeren Eichen betrifft. Zwar haben die ungeschädigten Bäume auch bei den älteren Eichen mit 4,5%-Punkten etwas zugenommen, jedoch reichen sie nicht an das Niveau der jungen Eichen mit einer relativen Steigerung von fast 22%-Punkten heran.

Zur gleichen Zeit sind sich aber die deutlichen Schäden unverändert hoch geblieben. Sie liegen mit 39% auf dem Vorjahresniveau. Im letzten Jahr hat es einen rasanten Anstieg in dieser Schadstufe gegeben, der sich damit in 2004 manifestiert hat. Die langjährige Vorschädigung der Eiche schlägt sich im hohen Schadniveau der deutlichen Schäden erneut nieder.

Die Eichen-Fraßgesellschaft, bestehend aus verschiedenen an den Blättern der Eiche fressenden Insekten, wie z. B. Eichenwickler und Frostspanner, hat in diesem Jahr etwa 4% der Bäume stark befallen. 26% der Eichen waren von geringem Befall betroffen. Damit hat sich die Befallsituation zum Vorjahr markant gebessert. 2003 war etwa die Hälfte der Eichen befallen, 2004 nur 30%.

Es konnte jedoch beobachtet werden, dass im Frühjahr vermehrter Blattfraß stattgefunden hat. Zum Zeitpunkt der Kronenaufnahmen hatten sich die Eichen aber durch das Bilden neuer Triebe und Blätter wieder regeneriert, so dass vom Frühjahrsfraß nicht mehr viel zu bemerken war.

Der Fraß durch die Raupen des Eicheprozessionsspinners ist für die Kronenzustandserfassung ohne Bedeutung >>

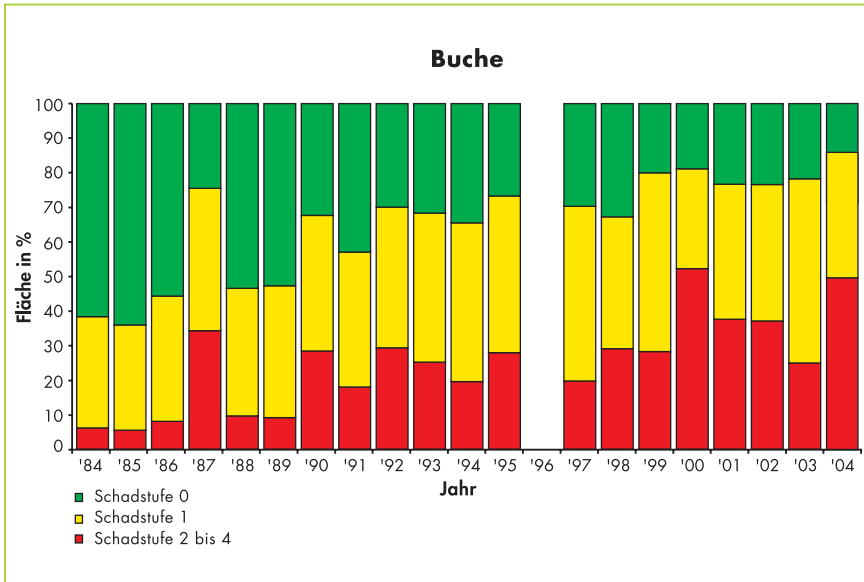


Abb. 5: Prozentuale Entwicklung der Kronenschäden bei Buchen von 1984 bis 2004



Abb. 6: Für 2004 typischer Buchenzweig mit starkem Fruchtanhang

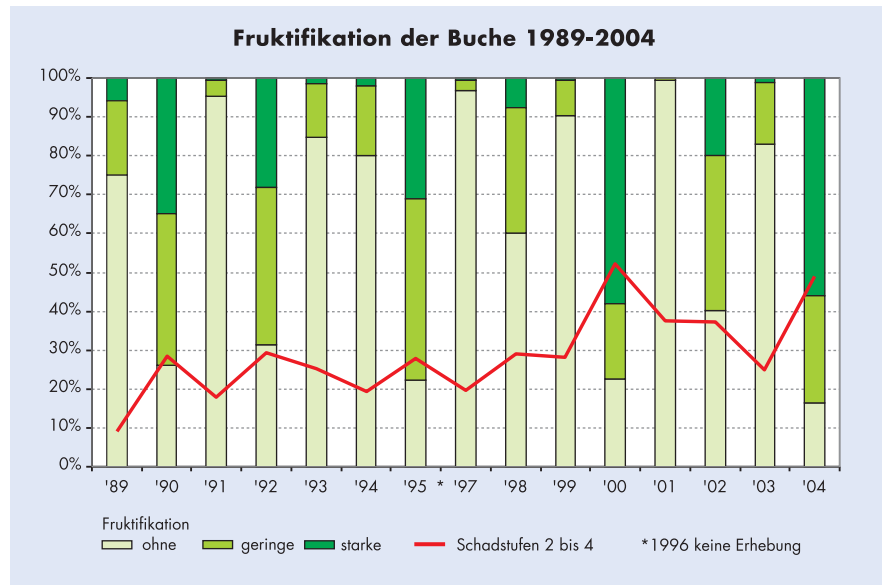


Abb. 7: Zusammenspiel zwischen Fruchtifikation und der Höhe der deutlichen Schäden

gewesen, da er nur lokal an wenigen Stellen im Land bemerkbare Ausmaße angenommen hat.

### Buche

Die Buche zeigt in diesem Jahr mit Abstand die höchsten Blattverluste von allen Baumarten. Nur noch 16% sind ohne Schadmerkmale. Die deutlichen Schäden sind um gravierende 24%-Punkte auf 49% gestiegen. Damit zählt jede zweite Buche in diese Schadstufe. Dramatisch stellt sich der Blattverlust bei den älteren Bäumen dar: nur noch etwa 5% sind ohne Schadmerkmale.

Die hohen Blattverluste werden bei der Buche in diesem Jahr besonders durch die extreme Fruchtifikation beeinflusst.

Durch den starken Bucheckern-Anhang sind weniger Blätter gebildet worden. Die vorhandenen Blätter waren insgesamt kleiner. Sie lagen an den fruchttragenden Zweigen eng an und ließen damit zusätzlich die Baumkronen transparenter erscheinen. Dadurch mussten viele Buchen in ihren Blattverlusten höher bewertet werden.

Da es sich aber bei der Fruchtifikation nicht um einen direkten Schaden in der Blattentwicklung handelt, muss der Kronenzustand der Buche besser beurteilt werden, als es die reinen Zahlen des Blattverlustes darstellen.

Kaum eine Buche ist in 2004 ohne Bucheckern gewesen. Eine solche »Vollmast« wird normalerweise etwa 2 mal im Jahr-

zehnt erwartet. Neuerdings hat jedoch das starke Fruchtifizieren der Waldbäume an Häufigkeit zugenommen. Die letzten stärkeren Fruchttjahre der Buche erfolgten im 2-Jahres-Rhythmus.

Die vorstehende Grafik zeigt über einen 15-jährigen Beobachtungszeitraum, dass in Jahren mit starker Fruchtifikation auch die Einstufung in höhere Schadstufen einher geht. Spitzenwerte im Fruchtbehang zeigten in der Regel auch einen Anstieg der Schadstufen 2-4. Das ist besonders gut in den Jahren 2004, 2002, 2000, 1998, 1995, 1992, 1990 zu sehen.

Die Fruchtifikation hat zwar einen starken Einfluss auf die Ansprache der Blattverluste, ist jedoch nicht allein ausschlaggebend.

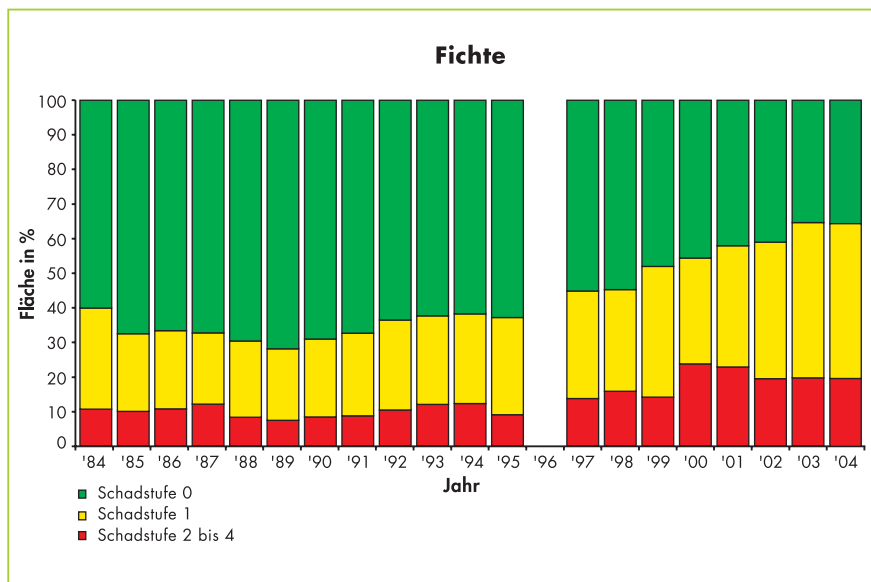


Abb. 8: Prozentuale Entwicklung der Kronenschäden bei Fichten von 1984 bis 2004

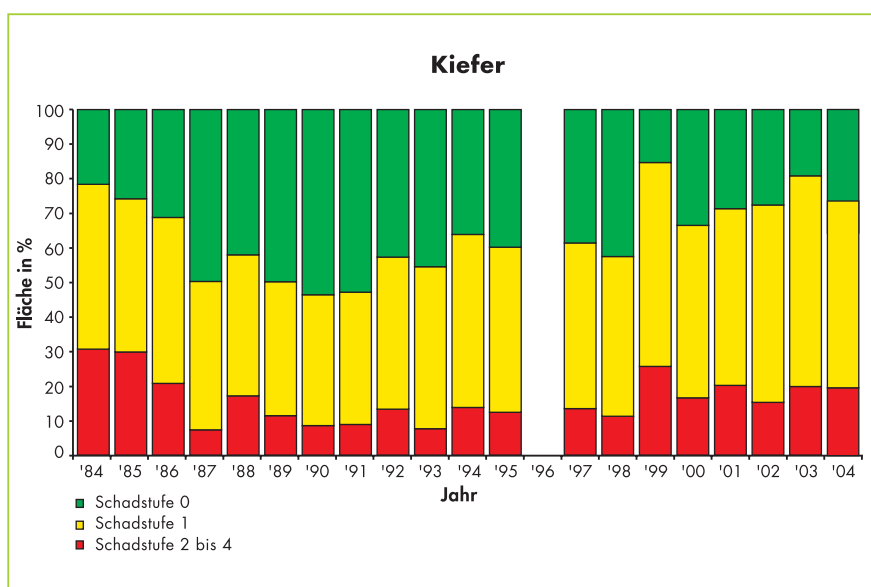


Abb. 9: Prozentuale Entwicklung der Kronenschäden bei Kiefern von 1984 bis 2004

In den Jahren 2001, 1997 und 1991 haben die Buchen keine oder nur vereinzelt Früchte entwickelt. Trotzdem sind in diesen Jahren die deutlichen Schäden auf einem hohen Grundniveau. 2001 lagen sie bei fast völlig fehlender Fruktifikation trotzdem noch bei 38%.

Zwei Drittel der Buchen zeigen Befall mit Buchenspringrüsslern. Damit stellt sich die Befallsituation wie im Vorjahr dar. Trotz der hohen Zahlen ist diese Befallsstärke bei der Buche nicht als außergewöhnlich anzusehen.

### Fichte

Bei der Fichte sind die Kronenschäden im Vergleich zum Vorjahr nahezu unverändert. 36% der Fichten zeigen keine Schä-

den. Die deutlichen liegen bei 20%. Von großer Bedeutung ist gewesen, dass die befürchteten Borkenkäfergradationen ausgeblieben sind. Das Trockenjahr 2003 ließ vermuten, dass sich bei günstigem Wetter die Borkenkäfer 2004 stark vermehren würden. Das feucht-kühle Frühjahr und der weitestgehend ebenso gestaltete Sommer hat die Borkenkäferpopulation jedoch auf einer normalen Stufe gehalten. Für die Schadaufnahmen der diesjährigen Waldzustandserhebung sind die Borkenkäfer deshalb nicht besonders in Erscheinung getreten.

### Kiefer

Die Kiefer zeigt in diesem Jahr eine ähnliche Entwicklung wie die Eiche. Die deut-

lichen Schäden liegen mit 19% etwa auf gleicher Höhe wie 2003. Die schwachen Schäden haben zugunsten der gesunden Bäume abgenommen. Hier hat es eine erfreuliche Steigerung um 9%-Punkte bei den Kiefern ohne Schadensmerkmale gegeben.

Die Wettersituation 2004 hat der Kiefer anscheinend zugesagt. Sie konnte sich in weiten Bereichen regenerieren. In der Benadelung stellt sich besonders die Entwicklung des dritten Nadeljahrganges positiv dar. Er ist bei vielen Kiefern fast vollständig vorhanden gewesen.

### Fazit bei den Hauptbaumarten

Bei den Nadelbäumen Kiefer und Fichte haben sich die deutlichen Schäden im Vergleich zu 2003 manifestiert. Es hat nahezu keine Änderung gegeben. Bei der Fichte liegen auch die anderen beiden Schadstufen 0 und 1 auf gleicher Höhe wie im Vorjahr. Die Kiefer zeigt jedoch eine erfreuliche Zunahme der gesunden Bäume.

Mit gleichen Vorjahreswerten bei den deutlichen Schäden und einem kräftigen Anstieg der gesunden Bäume zeigt die Eiche eine ähnliche Entwicklung wie die Kiefer. Die Buche ist in diesem Jahr die Baumart mit dem schlechtesten Kronenzustand. Bei ihr sind die deutlichen Schäden drastisch angestiegen. Zusätzlich hat noch der Anteil der gesunden Buchen abgenommen. Hierbei muss jedoch der Einfluss der diesjährigen extremen Fruktifikation auf das Erscheinungsbild der Baumkronen berücksichtigt werden. <

## Die Folgen des heißen Sommers 2003 aus Sicht des Forstschutzes

Mathias Niesar, Landesbetrieb Wald und Holz NRW

Aufgrund des heißen Sommers 2003 entwickelten sich im letzten Jahr bis zu 3 Generationen des, wegen seiner waldvernichtenden Wirkung gefürchteten Buchdruckers (*Ips typographus*). Zusammen mit dem im Schadgeschehen unterschiedlich stark beteiligten kleineren Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*), schädigten die Tiere in 2003 ca. 250.000 Kubikmeter Fichtenholz, was ca. 10% des Jahreseinschlages der Fichte in NRW entsprach.

### Fichtenborkenkäfer, die Herren der Rinde ?

Aufgrund des heißen Sommers 2003 entwickelten sich im letzten Jahr bis zu 3 Generationen des, wegen seiner waldvernichtenden Wirkung gefürchteten Buchdruckers (*Ips typographus*).

Zusammen mit dem im Schadgeschehen unterschiedlich stark beteiligten kleineren Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*), schädigten die Tiere in 2003 ca. 250.000 Kubikmeter Fichtenholz, was ca. 10% des Jahreseinschlages der Fichte in NRW entsprach. Die Größe der Schadensausprägung rechtfertigte aber landesweit nicht die Einstufung der Situation als Kalamität. Für kleinere Waldbesitzer traf dies allerdings vereinzelt im Bergischen Land, in der Eifel und im Sauerland zu.

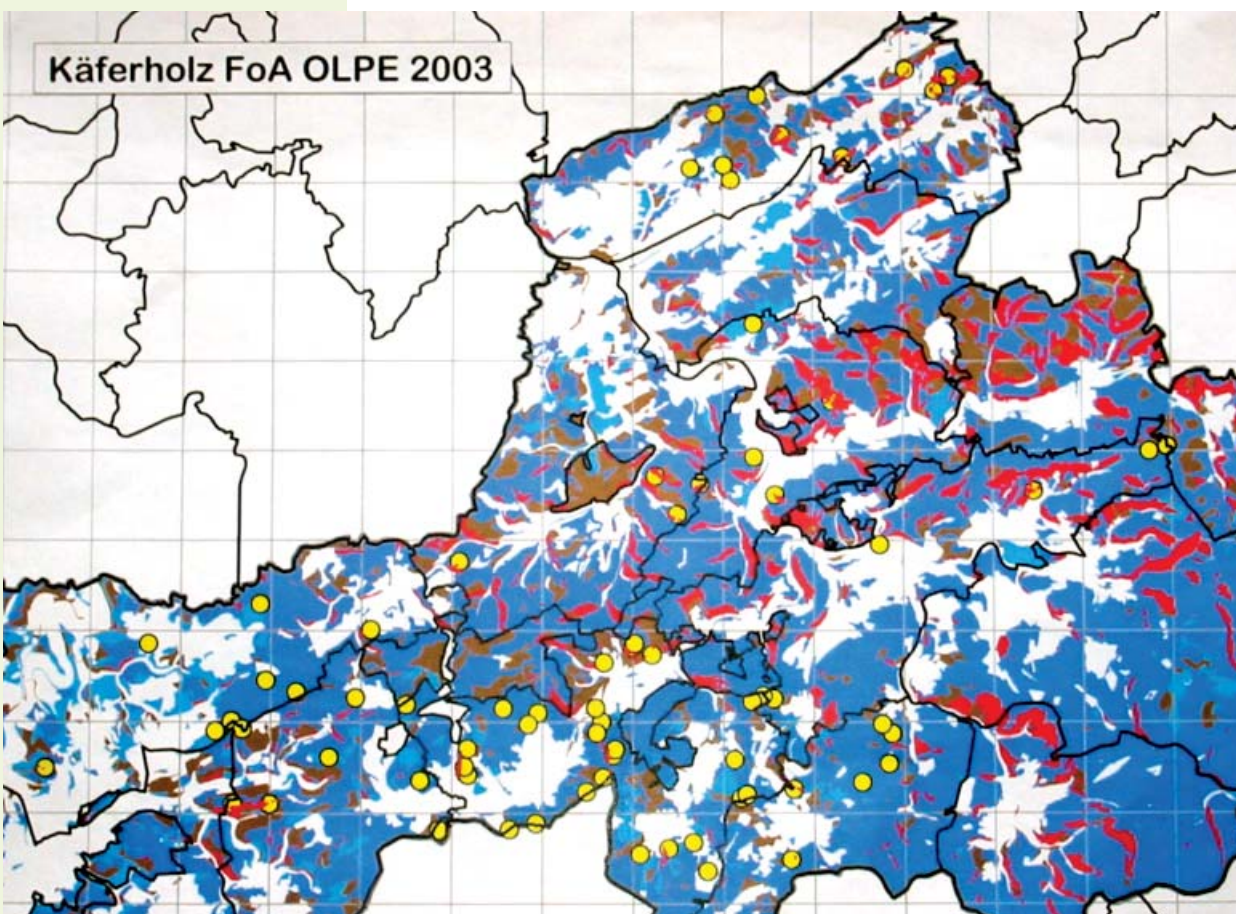
Da die Abwehrkraft von Fichten gegen eindringende Borkenkäfer vom bestehenden Harzdruck und dieser wiederum von der Wasserverfügbarkeit abhängt, entstehen Borkenkäferlöcher häufig an süd- und südwestexponierten Hängen. Für 2003 konnte jedoch kein Zusammenhang

zwischen diesen mäßig trockenen bis teils trockenen Standorten und Borkenkäferschäden hergestellt werden (siehe Karte). Käferschadholzflecken traten sogar auf den beschatteten, feuchten Nordhängen auf.

Ein Erklärungsversuch geht davon aus, dass die Rindentemperaturen auf den Südhängen für Borkenkäfer zu hoch waren. Teils vertrockneten die Fichten auch so schnell, dass sie von den Rindenschädlingen nicht mehr besiedelt werden konnten. Derzeit wird aber auch noch untersucht, ob die Schäden vor allem in lichten Fichtenbeständen auftraten.

Um eine Schadensprognose für 2004 erstellen zu können, wurden im Winter 2003/2004 in den Forstämtern Bonn, Mettmann, Olpe und Hilchenbach an 7 Bäumen im Bereich von Schadensflächen Borkenkäfer auf ihre Vitalität und ihre Dichte hin untersucht.

Normalerweise überwintern Kupferstecher in und unter der Rinde und der Buchdrucker im Boden. Wie Abb. 1 zeigt, konnte sich die dritte Buchdrucker- generation in den Höhenlagen von 40-160 m



Käferholz  
im Forstamt Olpe  
im Jahr 2003  
Kartenbearbeitung:  
A. Scheible,  
LÖBF NRW

#### >> Farblegende zur Karte

- Käferloch
- Flächennutzung Fichte
- Flächennutzung Buche
- süd- und südwestlich exponierte Fichtenbestände

NN nicht mehr vollständig entwickeln und überwinterte als Larve, Puppe oder als Jungkäfer in der Rinde. Dort führten die wechselnden niedrigen und höheren Wintertemperaturen zu höheren Mortalitätsraten der Tiere als in den Höhenlagen in 430-550 m NN Höhe (siehe Abb. 2).

Da die Ausgangspopulationsdichte des Frühjahres 2004 höher als die des Jahres 2003 eingeschätzt wurde, reichte die Schadholzprognose für 2004 in Abhängigkeit von der sich einstellenden Witterung und dem Aufarbeitungsgrad des befallenen Holzes von nicht wahrnehmbaren Befallszahlen bis zu 500.000 Kubikmeter Schadholz.

Die konsequente und ununterbrochene Aufarbeitung des »Käferholzes« seit November 2003 und die für Fichten günstige kühl, feuchte Witterung des ersten Halbjahres 2004 lies die Schadholzmenge auf eine nicht wahrnehmbare Größe schmelzen. Auch die höheren Augusttemperaturen 2004 haben keine allarmierenden Käferdichten hervorgebracht, wie der Abb. 3 zu entnehmen ist. Mit »Stehbefall« ist erst dann zu rechnen, wenn in

einer Einzelfalle mehr als 1.000 Buchdrucker und Tag gefangen werden. Dieser Wert wurde in den exemplarisch ausgewählten Standorten der Forstämter Bonn und Hilchenbach zu keiner Zeit auch nur annähernd erreicht. Die in den normalen Holzverkauf eingeflossene und kaum wahrnehmbaren Schadholzmengen dieses Jahres bestätigen die gefundenen Monitoringwerte.

Da diese Tiere jedoch ständig zur Übervermehrung neigen, kann die Situation für 2005 nicht vorhergesagt werden. Wenn sich eine trocken warme bis heiße Witterung einstellen sollte, muß wieder mit einer Massenvermehrung dieser Schadinsekten gerechnet werden, denn z.B. aus einem einzigen weiblichen Buchdrucker kann innerhalb eines Jahres eine Nachkommenschaft von über 200.000 Tieren hervorgehen.

#### **Eichenprozessionsspinner weiter auf dem Vormarsch**

Vor über 170 Jahren, im Jahre 1826, trat der nur an Eichen vorkommende Eichenprozessionsspinner >>

(*Thaumetopoea processionea*) nachweislich erstmals in Nordrhein Westfalen in den Bereichen Recklinghausen, Bocholt, Ravensberg und im Sauerland auf. 1871 wurde er in Lippe beschrieben. Danach, bis zum Jahre 2001, wo die Raupen des unscheinbaren Schmetterlings am Niederrhein zwischen Kevelaer und Geldern Eichen befraßen, war Nordrhein Westfalen quasi »EPS« frei.

In den vergangenen 3 Jahren hat sich das Verbreitungsgebiet, das sich anfänglich auf das deutsch-holländischen Grenzgebiet beschränkte, nunmehr bis auf die rechte Rheinseite vergrößert.

Die Schmetterlinge, die im August auf Partnersuche gehen, profitierten in erheblichem Maß von den hohen Temperaturen in 2003. Die Dichte der Tiere und die Verbreitung schnellte nach oben. Es muß davon ausgegangen werden, dass der »EPS« jetzt von einer gedachten Linie Köln – Aachen linksrheinisch nahezu alle Räume besiedelt hat und im Osten bis nach Borken vordringen konnte.

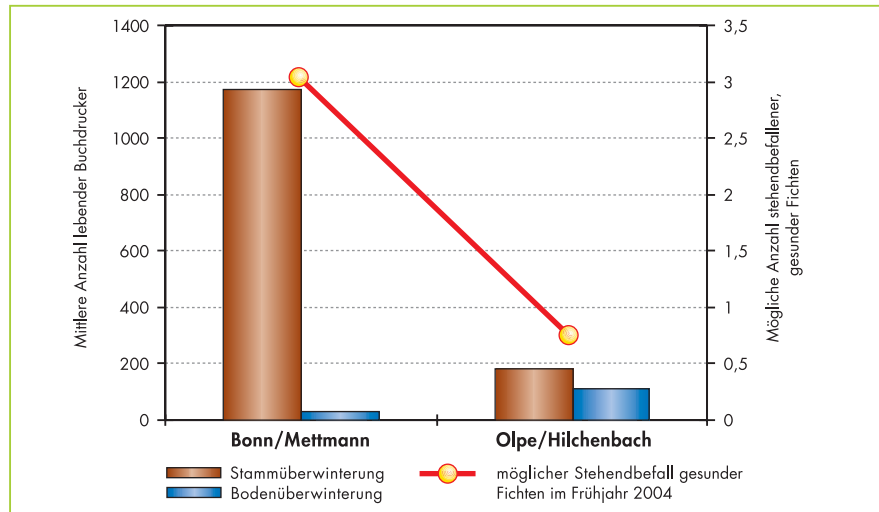
In 2004 wurden neben den in erster Linie betroffenen Flächen des öffentlichen Grüns auch erstmals lichte Eichenwälder und Waldrandeichen kahlgefressen.

Der ökologische Schaden durch den Blattfraß der »EPS« ist für die betroffenen Eichen, wegen ihrer Regenerationskraft in vielen Fällen als gering zu bezeichnen. So bleibt auch einmaliger Kahlfraß meist ohne größere Auswirkungen. Wird jedoch der Frühjahrestrieb, der ggf. nach erfolgtem Kahlfraß durchtreibende Nottrieb und der Johannistrieb der Eichen komplett befrassen, so kann dies, für vorgeschädigte Eichen auch letale Folgen haben.

Derzeit kann die Situation durch die zusätzlich aufflammende Frostspannerkalamität (siehe Abb. 4) und durch den Eichenwicklerfraß lokal verschärft werden.

**16 bis 30-jährige Eichen reagieren erst in 2004 auf die Hitze des Vorjahres**

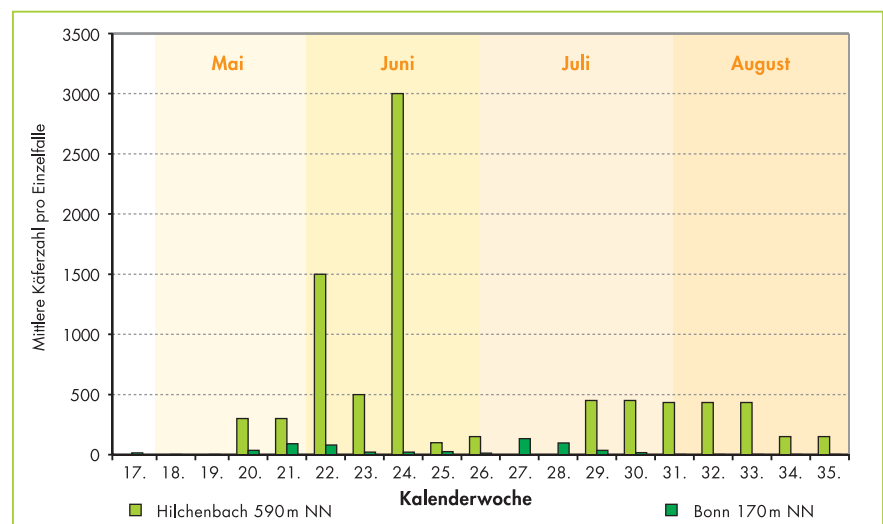
Im Forstamt Kleve trieben Stieleichengertenhölzer, auf pleistozänen Sanden auf leichten Kuppen im Frühjahr 2004 teils nur spärlich aus, zeigten Schleimflussflecken an den Stämmchen und teils vertrocknete Gipfel. Untersuchungen ergaben, dass die Schleimflussflecken (Bild 1) von tief reichenden Rindennekrosen herühren, die durch Pilze verursacht wur-



**Abb. 1:** Aus dem Winter 2003/2004 überlebende Buchdrucker je Überwinterungskompartiment und die daraus abzuleitende Prognose eines Stehendbefalls für das Frühjahr 2004. [Überwinterungskompartiment = Rindenmantelfläche des Derbholzes und Auflagehumus der Kronenprojektionsfläche eines befallenen Baumes; N = 7;]

Forstamt		Bonn/Mettmann	Olpe/Hilchenbach
Natürliche Altersklasse		Geringes Baumholz	Mittleres Baumholz
Höhe über NN		40 - 160 m	430 - 500 m
Anzahl der Bäume		4	3
Überwinterungsorte	Stamm und Krone		
	Buchdrucker		
	Boden		

**Abb. 2:** Überlebensraten von Buchdrucker und Kupferstecher im Winter 2003/2004



**Abb. 3:** Wöchentliche Buchdruckerfänge in 2004



Eigelege an einem dünnen, aus einer Oberkrone stammenden Eichenzweig (Foto: M. Niesar) Raupen in einem Nest (Foto: M. Wießner, FA Mönchengladbach)

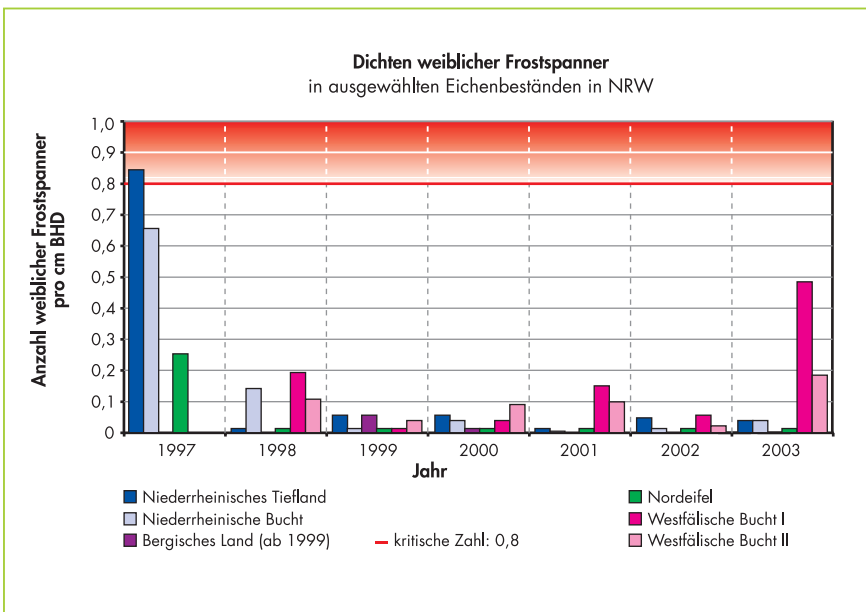
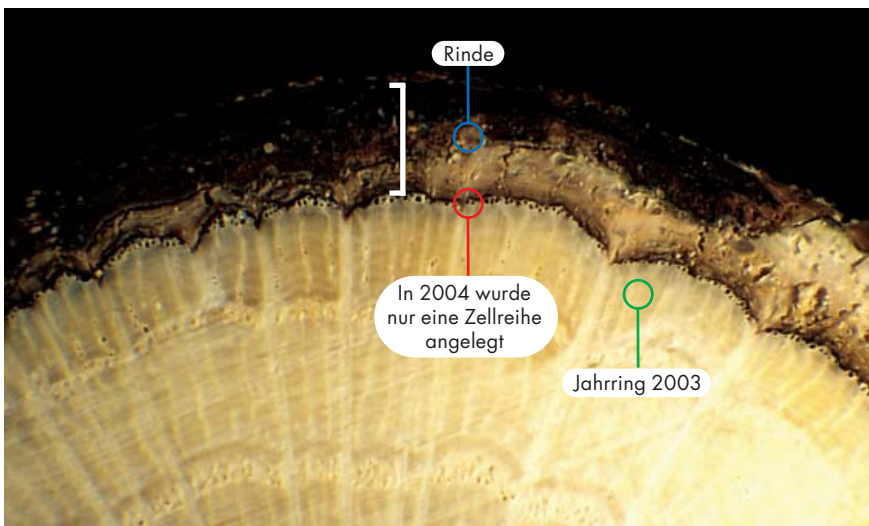


Abb. 4: Mittels Leimringen ermittelte Dichten weiblicher Frostspanner in ausgewählten Eichenbeständen in NRW



Die Hitze des Jahres 2003 bewirkte eine Schwächung junger Eichen, die sich erst in 2004 zeigte.

den. Wie Bild 2 exemplarisch zeigt, hatten die untersuchten Eichen in 2003 noch genügend Kraft um die Ausbreitung der Rindennekrose durch die Anlage eines Periderms zu stoppen. Die Hitze des Spätsommers 2003 schädigte die Stieleichen jedoch so stark, dass die Pilze schließlich den Kampf für sich entscheiden konnten. Die stark geschädigten Eichen waren in 2004 nicht mehr in der Lage einen funktionstüchtigen Jahring zu bilden und starben ab. Im September 2004 wurden solche Schäden auch bei Stangenhölzer in Forstamt Eschweiler gemeldet.

**Buchen**

Die Buchen wurden vor allem in der westfälischen Bucht durch die Buchenblattbaumlaus (*Phyllaphis fagi*) und durch den Blattbräunepilz *Apiognomonia errabunda* teils mit sehr starken Ausprägungen in Ihrer Vitalität geschwächt. Die Läuse verursachten Blatteinrollungen und der Pilz Blattwelke und vorzeitiger Blattfall. Die Hitze aus 2003 hat bisher weder in den Niederungen des Landes zu einem Beginn der Rindennekrose noch in den Mittelgebirgslagen zu einer Ausweitung der 1998 und 2002 Aufgeflammtten Rindenerkrankung der Buche geführt.

## Fraßschäden an Eichen im Frühjahr 2004 und deren Auswirkungen auf den Kronenzustand

Christoph Ziegler, LÖBF Recklinghausen

Im Frühjahr 2004 sind erstmals wieder nach der Kalamität Mitte der neunziger Jahre auf großer Fläche starke Schäden durch die Eichenfraßgesellschaft aufgetreten. Aufgrund des Regenerationsverhaltens der Eiche werden diese Schäden bei der Waldzustandserhebung nicht erfasst, da sie im Sommer kaum noch zu sehen sind. Der Fraß beeinträchtigt jedoch die Vitalität der Eichen nachhaltig, besonders dann, wenn er wiederholt auftritt. In seiner Folge kann es zu Sekundärschäden durch den Prachtkäfer und zum Absterben der Eichen kommen.

### Einführung

Das forstliche Umweltmonitoring in NRW beinhaltet jährlich Ende Mai eine Aufnahme von Fraßschäden auf Eichenflächen durch Schmetterlingsraupen. Gleichzeitig wird hierbei der aktuelle Belaubungszustand der Eichen eingeschätzt, um im Vergleich mit der sommerlichen Kronenverlichtung eine Möglichkeit zu haben, das Regenerationsvermögen der Eichen zu beurteilen. Neben 6 Dauerbeobachtungsflächen (DBF) sind seit dem Jahr 2000 auch 5 Naturwaldzellen (NWZ) in die Beobachtung einbezogen, um den Schadverlauf und insbesondere das Verhalten des Prachtkäfers in unbewirtschafteten Beständen dokumentieren zu können.

### Beobachtungsflächen

Auf den 11 Flächen wurden im Frühjahr 2004 insgesamt 1345 Eichen bonitiert. Die Stieleiche ist dabei mit ca. 70 % und die Traubeneiche mit knapp 30 % vertreten. Auf 3 Flächen stocken reine Stieleichenbestände, auf 2 Flächen reine Traubeneichenbestände. In den 6 Mischbeständen ist ein direkter Vergleich zwischen beiden Eichenarten möglich.

### Schäden durch die Eichenfraßgesellschaft in NRW

Nach den Kalamitätsjahren 1994 bis 1997 waren ab 1998 auf den Eichenflächen nur noch geringe Fraßschäden festzustellen. Lediglich auf der Dauerbeobachtungsfläche in Warendorf ist es in den letzten Jahren erneut zu erheblichem Fraß durch Eichenwickler gekommen.

2004 haben die Schäden wieder deutlich zugenommen, wobei die Beobachtungsflächen unterschiedlich betroffen sind. Starker Fraß ist insbesondere im zentralen Münsterland aufgetreten.

Er zeigt sich auf den vier in den Forstämtern Warendorf und Münster liegenden Flächen. In den Mischbeständen treten hier bei der Stieleiche (SEi) wesentlich stärkere Schäden als bei der Traubeneiche (TEi) auf. In den anderen 7 Beständen blieben die Schäden gering. Auf einigen Flächen ist sogar ein Rückgang des Fraßes festzustellen; so auf den beiden Flächen in Kleve und auch auf der DBF Warendorf, die in diesem Jahr nicht völlig kahl gefressen wurde.

Neben dem zentralen Münsterland wurden im Frühjahr 2004 auch aus anderen

Regionen Nordrhein-Westfalens Schäden gemeldet. Betroffen waren Flächen am Niederrhein, in der Voreifel, im Königsforst, im Ruhrgebiet und dort vor allem im Raum Duisburg, wo auch Roteichenbestände unter Kahlfraß litten. Insgesamt beschränken sich die Fraßschäden 2004 auf das Flachland.

Als Hauptverursacher des Fraßes im Frühjahr 2004 ist der Eichenwickler zu nennen. Im Stadtwald Duisburg wurden allerdings verbreitet auch Schäden durch den Frostspanner festgestellt. Lokal und auch zwischen den Einzelbäumen innerhalb der Bestände gibt es deutliche Unterschiede in der Befallsstärke.

Nach den Erfahrungen der letzten Kalamität ist zu vermuten, dass sich zur Zeit eine neue mehrjährige Massenvermehrung von Eichenschädlingen aufbaut. Da sich der Eichenwickler aufgrund seiner Entwicklungsbiologie zwischen Ende Juni bis zum April des folgenden Jahres im Eistadium befindet, kann davon ausgegangen werden, dass der warme Sommer 2003 keinen Einfluss auf das starke Auftreten im Frühjahr 2004 hatte.



Fläche	Stieleiche		Traubeneiche		Summe
	N	%	N	%	
DBF Kleve - Tannenbusch	55	47,4	61	52,6	116
DBF Viersen	76	91,6	7	8,4	83
DBF Borken - Stadtlöhn	61	98,4	1	1,6	62
DBF Warendorf	86	100,0			86
DBF Münster - Tiergarten	63	70,8	26	29,2	89
DBF Arnsberg			162	100,0	162
NZW Kleve - Rehsohl	64	86,5	10	13,5	74
NWZ Münster - Amelsbüren	251	84,8	45	15,2	296
NWZ Warendorf – Wartenhorster Sundern (Everswinkel)	144	100,0			144
NWZ Bonn - Jägerkreuz	143	100,0			143
NWZ Hürtgenwald - Kreitzberg			90	100,0	90
<b>Summe</b>	<b>943</b>	<b>70,1</b>	<b>402</b>	<b>29,9</b>	<b>1345</b>

Tabelle 1: Flächenübersicht

Fläche	Art	2000	2001	2002	2003	2004
DBF Kleve - Tannenbusch	SEi	6,5	8,1	2,5	11,7	1,7
	TEi	3,0	3,9	0,9	3,3	1,2
DBF Viersen	SEi	4,5	2,6	3,8	6,4	2,9
	TEi	5,6	2,5	2,1	4,3	7,1
DBF Borken - Stadtlöhn	SEi	1,5	2,5	4,0	16,8	4,5
	TEi	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
DBF Warendorf	SEi	17,3	30,9	30,4	88,6	61,5
DBF Arnsberg	TEi	2,0	5,0	1,3	2,0	2,0
DBF Münster - Tiergarten	SEi	3,1	3,1	2,5	6,0	65,2
	TEi	2,2	2,1	1,0	2,7	19,4
NZW Kleve - Rehsohl	SEi	8,4	15,5	3,4	32,3	3,5
	TEi	6,7	11,5	3,0	19,0	2,0
NWZ Münster - Amelsbüren	SEi	9,7	9,5	2,7	12,6	43,6
	TEi	5,1	6,3	1,7	4,3	15,8
NWZ Warendorf – Wartenhorster Sundern (Everswinkel)	SEi		9,6	7,6	19,6	85,5
NWZ Bonn - Jägerkreuz	SEi	6,0	8,0	-	8,9	3,3
NWZ Hürtgenwald - Kreitzberg	TEi	1,1	1,3	-	8,0	0,9

Tabelle 2: Fraßprozente

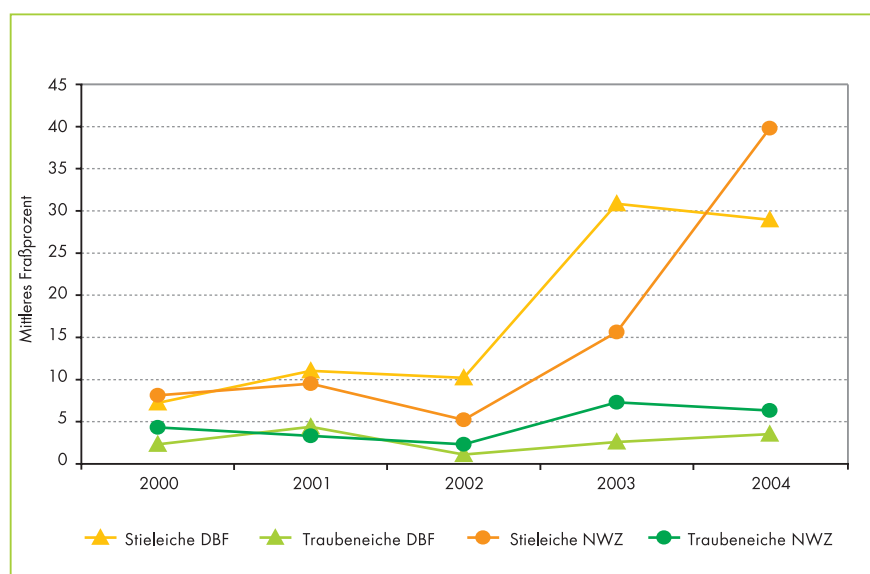


Abb. 1: Mittlere Fraßprozente 2000 bis 2004 an Stiel- und Traubeneichen auf Dauerbeobachtungsflächen und in Naturwaldzellen.

## Ausmaß der Schäden auf den Beobachtungsflächen

Der Fraß an der Eiche wird seit 1994 in 5%-Stufen bonitiert. Bezug ist die aktuelle Belaubung. Die Aufnahmen finden jeweils *Ende Mai* statt.

Zu diesem Zeitpunkt

- ist die Blattentfaltung auch bei spät treibenden Eichen abgeschlossen
- hat der Fraß i.d.R. seinen Höhepunkt erreicht
- hat die Wiederbelaubung der Eichen noch nicht eingesetzt.

Tabelle 2 zeigt die mittleren Fraßprozente und ihre Entwicklung ab 2000 im Einzelnen. Die im Jahr 2004 im besonderen Maße geschädigten Flächen sind orange hinterlegt.

Am stärksten betroffen ist 2004 die Naturwaldzelle Wartenhorster Sundern bei Everswinkel. Hier ist im gesamten Waldgebiet großflächig Kahlfraß aufgetreten. Etwas geringer ist der Fraß auf den Dauerbeobachtungsflächen in Warendorf und im Tiergarten, wobei die Schäden in Warendorf gegenüber dem Vorjahr rückläufig sind. In der NWZ Amelsbüren ist bei insgesamt mittleren Schäden nur vereinzelt Kahlfraß aufgetreten (vgl. Abb. 2 und 3).

Die Zunahme der Schäden im wesentlichen auf die Stieleiche beschränkt ist (Abbildung 1). Ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Fraßschäden und dem Austriebsverhalten der beiden Eichenarten ist in Amelsbüren nicht festzustellen. Dort treiben die Eichen fast zeitgleich aus. Im Tiergarten beginnt bei der Traubeneiche die Blattentfaltung im Mittel später als bei der Stieleiche. Dort gibt es allerdings auch einige spät treibende Stieleichen. Sowohl diese wie auch die Traubeneiche sind im Tiergarten 2004 vom Fraß am geringsten betroffen (Abbildung 4).

In den beiden Mischbeständen des Forstamtes Münster wird der Unterschied zwischen Stiel- und Traubeneiche im Fraßjahr 2004 besonders deutlich.

## Regenerationsvermögen der Eichen

Um das Regenerationsvermögen der Eiche zu beurteilen, werden die mittleren Kronenverlichtungsprozente von >>

## Eichenschäden

6 Aufnahmetermine zwischen August 2002 und August 2004 und die Fraßprozent im Frühjahr 2003 und 2004 ausgewertet. Dabei ist zur besseren Dokumentation des Verlaufes der Wiederbelaubung befallener Eichen 2004 erstmalig zwischen der Aufnahme Ende Mai und der Sommerbonitur (August) eine weitere Kronenzustandsaufnahme Ende Juni auf vier besonders betroffenen Flächen im Münsterland durchgeführt worden.

Durch die Auswertung sollen die folgenden Fragen geklärt werden:

- Wie verändert sich das mittlere Kronenverlichtungsprozent in der Zeitreihe von August 2002 bis August 2004?
- Wie verhält sich im Laufe des Fraßjahres 2004 die Kronenverlichtung an den Einzelbäumen im Vergleich zum Vorjahr?
- Wie verläuft die Regeneration in Abhängigkeit von der Stärke des Fraßes 2004?
- Welche Auswirkungen hat wiederholter Fraß in den beiden Jahre 2003 und 2004 auf den Kronenzustand 2004 gegenüber 2002?

Grundsätzlich sind folgende

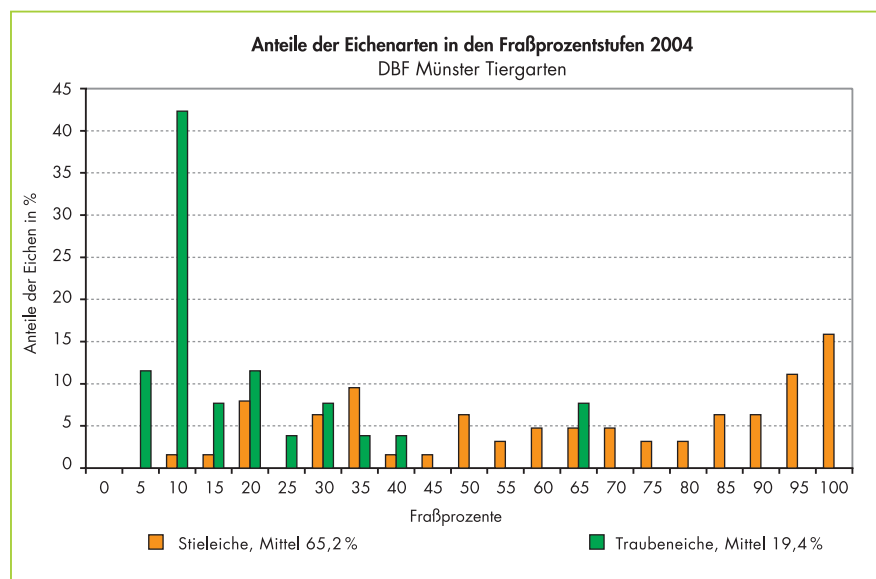
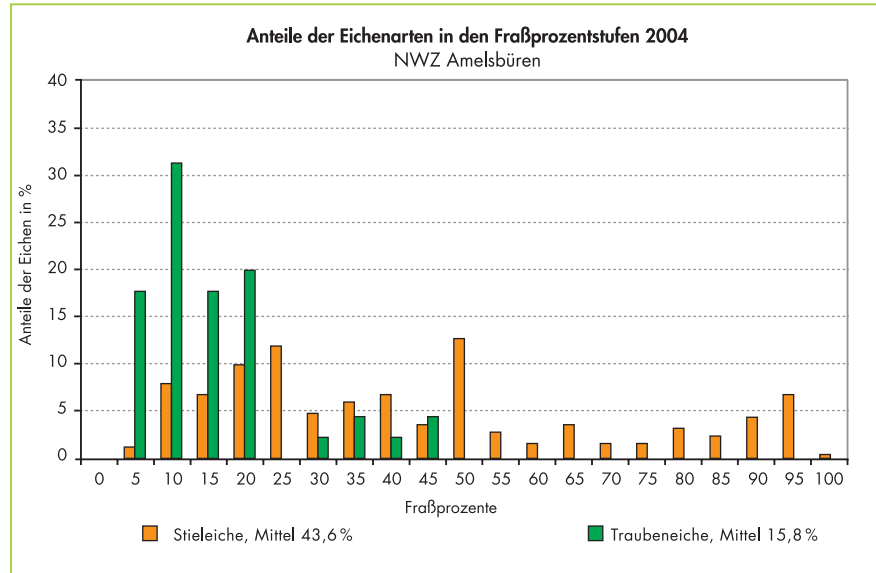
Zusammenhänge vorweg zu schicken:

Die Regenerationsbelaubung ist vom Johannistrieb zu unterscheiden. Der Johannistrieb bildet sich in einer zweiten Wuchsphase Ende Juni bis Anfang Juli als Langtrieb an den Spitzen der Maitriebe.

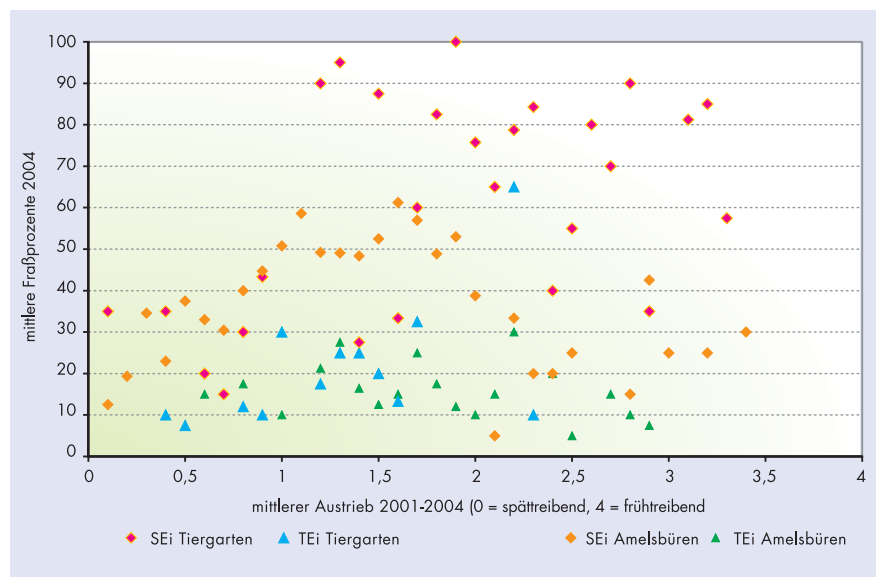
Die Regenerationsbelaubung entsteht dagegen aus schlafenden Knospen bereits Anfang Juni als Neubildung nach Verlust der Maibelaubung durch Fraß. Die Bildung der Regenerationsbelaubung wird erst bei mittleren bis hohen Blattverlusten und bei gegebener Vitalität der Bäume ausgelöst.

Geringer und mäßiger Fraß wird hingegen nicht regeneriert und ist bei den Kronenzustandsaufnahmen im Sommer noch deutlich zu sehen.

Den Zusammenhang zwischen Frühjahrs- und Sommeraufnahme zeigt Tabelle 3, wobei ein starker Schaden der Stufe 3 im Sommer keinen Kahlfraß, sondern ein verbreitetes Auftreten von zerfressenen Blättern bedeutet.



**Abb. 2 und 3:** Häufigkeitsverteilung der Fraßprozent an Stiel- und Traubeneiche in Amelsbüren und im Tiergarten



Fraßschäden im Sommer	0 = keine	1 = geringe	2 = mittlere	3 = starke
Mittlere Fraßprozente im Frühjahr	97,8	60,7	34,9	48,4

Tabelle 3

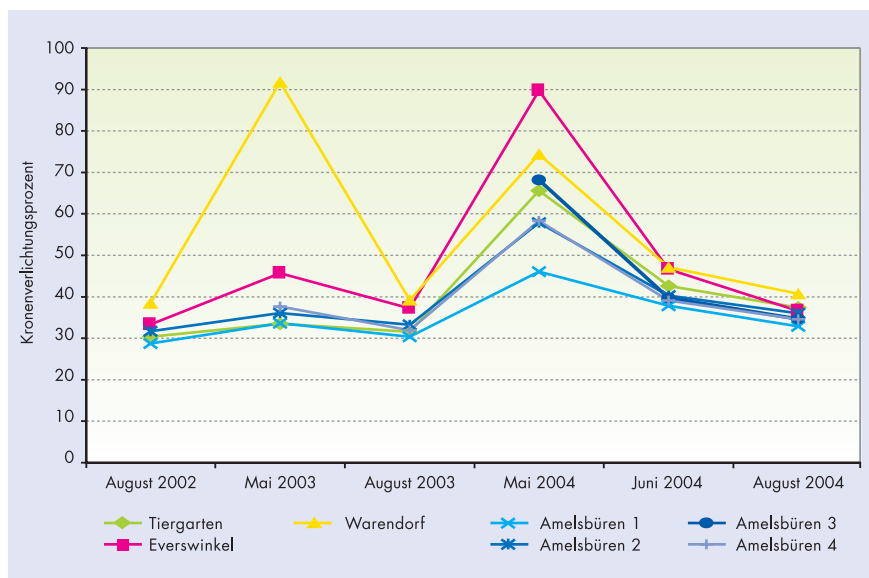


Abb. 5: Verlauf des Kronenverlichtungsprozentes zwischen August 2002 und August 2004

	Regeneration			Veränderung 2004 gegenüber den Vorjahren	
	Phase 1	Phase 2	Gesamt	Aug. 2003 - Aug. 2004	Aug. 2002 - Aug. 2004
	Differenz 2004				
	Mai-Juni	Juni-August	Mai-August		
Tiergarten	22,9	5,2	28,0	- 5,8	- 7,0
Everswinkel	42,8	10,0	52,8	+ 0,6	- 3,2
Warendorf	27,1	6,4	33,4	- 1,5	- 2,3
Amelsbüren 1	8,2	4,9	13,1	- 2,5	- 4,1
Amelsbüren 2	17,5	4,3	21,7	- 2,7	- 4,3
Amelsbüren 3	28,3	5,0	33,3	-	-
Amelsbüren 4	19,1	4,5	23,6	- 2,6	-
Mittel Flächen ohne Fraß	-	-	1,3	+ 3,4	+ 1,1

Tabelle 4: Regenerationsverhalten der Eichen dargestellt als Differenzen von mittleren Kronenverlichtungsprozentsen

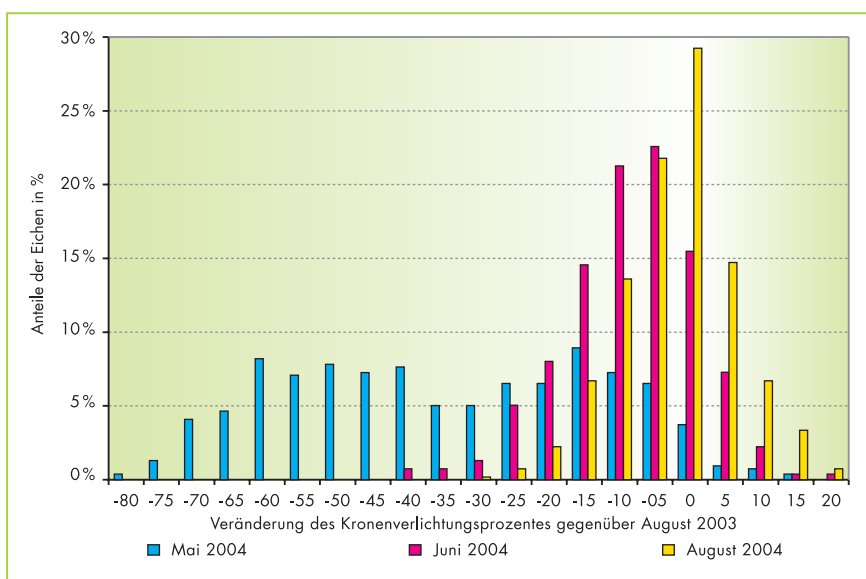


Abb. 6: Differenz der Kronenverlichtungsprozente bei den drei Aufnahmen im Jahr 2004 zum Augustwert 2003

Der Tabelle ist zu entnehmen, dass nach erfolgter Regeneration an zuvor kahl gegessenen Eichen im Sommer keine Fraßschäden zu sehen sind. In die Aufnahme der Waldzustandserhebung im Sommer gehen damit als Schäden nur Bäume mit geringem bis mäßigem Fraß ein. In der letzten Spalte der Tabelle befindet sich eine relativ geringe Anzahl von Eichen, bei denen nach mittlerem Fraß eine Regeneration ausgeblieben ist.

Wie verändert sich das mittlere Kronenverlichtungsprozent in der Zeitreihe von August 2002 bis August 2004?

Der Verlauf des mittleren Kronenverlichtungsprozentes zu den 6 Aufnahmetermen zwischen August 2002 und August 2004 ist in Abbildung 5 zu sehen. Da in den Jahren 2002 und 2003 in Amelsbüren nicht alle Parzellen aufgenommen wurden, sind die Ergebnisse für die vier Teilflächen gesondert dargestellt.

Das Regenerationsverhalten der Eichen soll zunächst hier unter zwei Aspekten betrachtet werden. Zum einen ergibt sich die Regeneration als Differenz der mittleren Kronenverlichtung im Mai 2004 zur Kronenverlichtung im August 2004. Als Zwischenstufe lassen die Werte von Juni 2004 Aussagen über den Verlauf der Wiederbelaubung zu.

Zum anderen kann durch den Vergleich der Augustwerte 2002 bis 2004 festgestellt werden, ob sich nach dem Fraß der Kronenzustand der Vorjahre wieder einstellt. Bei dieser Betrachtung sollen Faktoren, die – wie zum Beispiel die Witterung – gegebenenfalls neben dem Fraß Einfluss auf den Kronenzustand nehmen, ausgeblendet bleiben.

Durch die aus der Abbildung 5 abgeleiteten und in Tabelle 4 zusammengestellten Werte wird der Regenerationsverlauf auf den Eichenflächen ersichtlich. Zum Vergleich sind am Ende der Tabelle 4 die Mittelwerte aller anderen Flächen aus Tabelle 2 angefügt, die in den beiden letzten Jahren vom Fraß kaum betroffen waren.

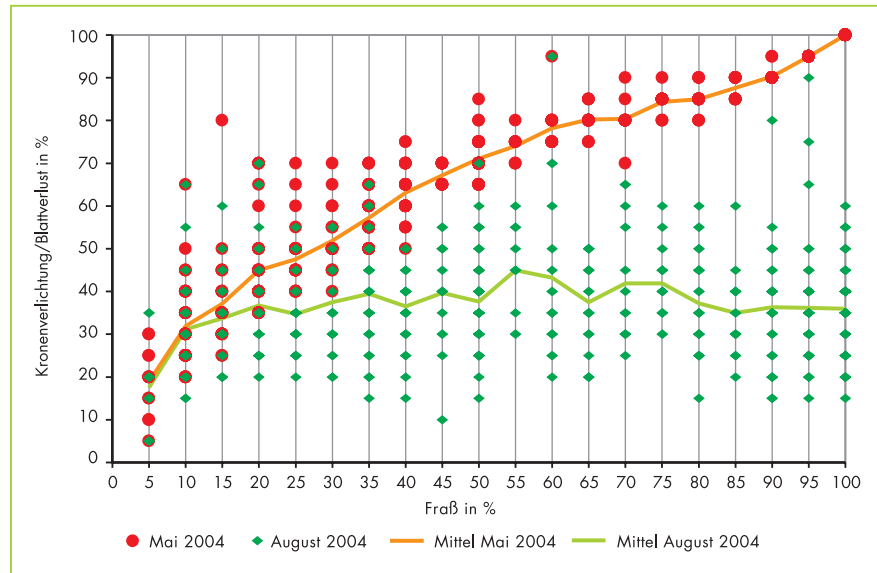
Positive Werte bedeuten eine Abnahme der Kronenverlichtung und damit eine Verbesserung des Kronenzustandes, negative Werte zeigen entsprechend eine Verschlechterung des Kronenzustandes an. >>

## Eichenschäden

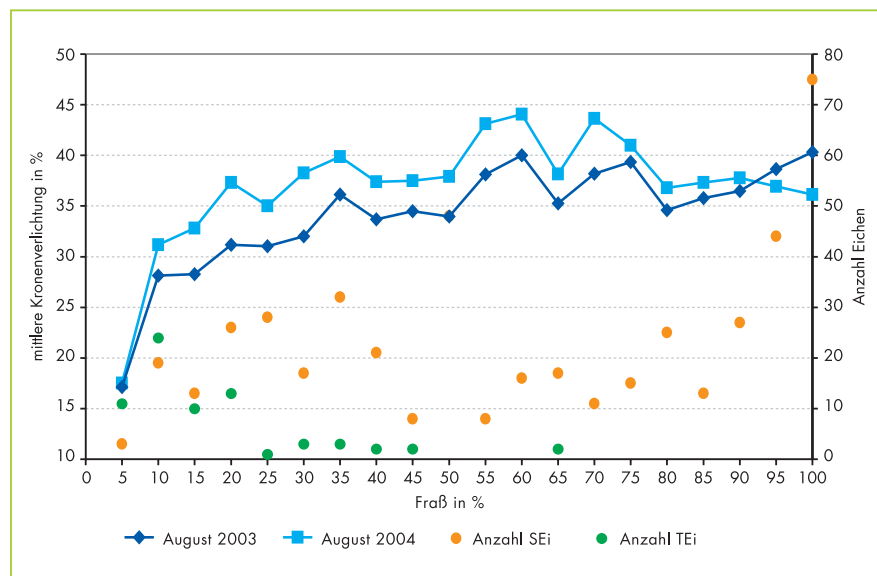
Aus der Tabelle 4 lassen sich folgende Ergebnisse ableiten:

- Die Wiederbelaubung nach Fraß erfolgte im wesentlichen in der Phase 1 und war bis Ende Juni im Mittel bereits zu ca. 80 % vollzogen.
- Im Vergleich der Augustaufnahmen hat sich der Kronenzustand 2004 auf allen Flächen gegenüber den Jahren 2002 und 2003 verschlechtert. Eine Ausnahme bildet der im Jahr 2004 am stärksten befallene Bestand in Everswinkel, der sich 2004 gegenüber 2003 leicht verbessern konnte.
- Aus dem Vergleich mit dem Mittel der nicht befallenen Flächen ist zu schließen, dass die Zunahme der Kronenverlichtung mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den Fraß zurückzuführen ist. Eine vollständige Regeneration hat damit nicht stattgefunden.

Wie verhält sich im Laufe des Fraßjahres 2004 die Kronenverlichtung an den Einzelbäumen im Vergleich zum Vorjahr? Abbildung 6 soll zeigen, wie sich der Kronenzustand bei den drei Aufnahmen des Jahres 2004 gegenüber dem Verlichtungsprozent vom August 2003 darstellt. Auf der x-Achse des Diagramms sind die Differenzen der Kronenverlichtungsprozente des Jahres 2004 zum Augustwert 2003 aufgetragen. Der Wert -80 bedeutet als Beispiel eine Abnahme der Belaubungsdichte um 80 Prozentpunkte gegenüber 2003. Über dem Wert 0 befinden sich die Eichen, deren Belaubung sich gegenüber dem Vorjahr nicht verändert hat. Die y-Achse zeigt die Häufigkeit, in der die Differenzstufen besetzt sind. Der Abbildung ist zu entnehmen, dass sich fraßbedingt der Kronenzustand im Mai 2004 bei Einzelbäumen gegenüber dem Vorjahr um bis zu 80 Prozentpunkte verschlechtert hat. Nach Bildung der Regenerationsbelaubung beträgt dieses Maximum bei der Augustaufnahme nur noch 30 Prozentpunkte. Bei Betrachtung der Augustwerte hat sich bei 29% der Eichen die Belaubungsdichte gegenüber 2003 nicht verändert. In der Summe ist bei 45% der Bäumen eine Zunahme der Kro-



**Abb. 7:** Veränderung des Kronenverlichtungsprozentes zwischen Mai und August 2004 in Abhängigkeit vom Fraß



**Abb. 8:** Mittleres Kronenverlichtungsprozent im August 2003 und August 2004 in Abhängigkeit vom Fraß

nenverlichtung zwischen 5 und 30 Prozentpunkten festzustellen. Hier ist also keine vollständige Regeneration erfolgt. Auf der anderen Seite konnte aber auch bei 26% der Eichen eine Verbesserung des Kronenzustandes um 5 bis 20 Prozentpunkte beobachtet werden. Hier handelt es sich zum Teil um Eichen, die 2003 gering bis mäßig befallen waren und deren Belaubung sich 2004 nach ausgebliebenem Fraß oder nach Kahlfraß verbessert hat.

Wie verläuft die Regeneration in Abhängigkeit von der Stärke des Fraßes 2004? In einem weiteren Diagramm (Abb. 7) wird die Bandbreite der Regeneration des

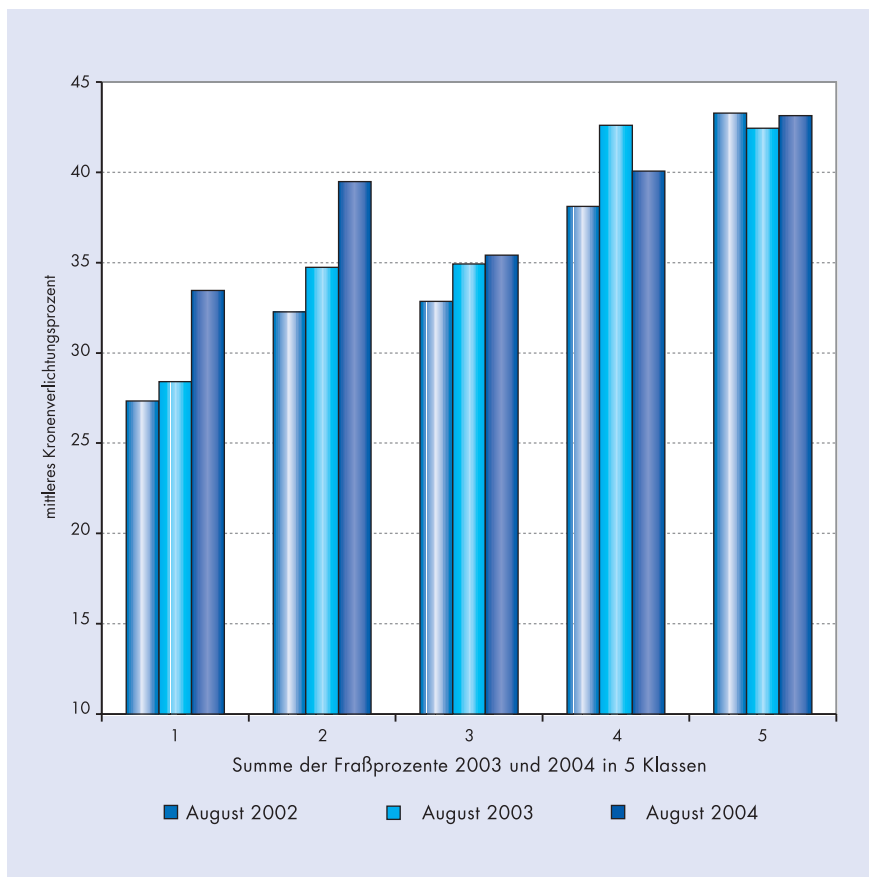
Fraßschadens im Verlauf des Jahres 2004 analysiert. Auf der x-Achse ist die Fraßstärke, auf der y-Achse die Kronenverlichtung in Prozent aufgetragen.

Hinter den einzelnen Datenpunkten befindet sich eine unterschiedliche Anzahl von Beobachtungen, die zwischen 1 und 76 Einzelbäumen liegen kann. Die grünen Datenpunkte auf den senkrechten Gitternetzlinien zeigen an, in welchem Ausmaß sich die Regeneration der Eichen bei unterschiedlicher Fraßstärke bis zum August vollzogen hat. So weisen die 76 im Mai zu 100% entlaubten Eichen im August Kronenverlichtungsprozente zwischen 15 und 60% auf. Bei geringem Fraß bleibt eine Regeneration aus, so dass

Klasse	1	2	3	4	5
Summe der Fraßprocente	0-40	45-80	85-120	125-160	165-200
Anzahl Eichen auf den Flächen*	38 /- / 4/78	25/ 1/22/31	26/19/79/9	- / 40 / 37/-	- / 33 / 2 /-
Kronenverlichtungsprozent 2002	27,3	32,3	32,9	38,1	43,3
Kronenverlichtungsprozent 2003	28,4	34,7	34,9	42,6	42,4
Kronenverlichtungsprozent 2004	33,5	39,5	35,4	40,1	43,1
Verhältnis SEi zu TEi in %	56 : 44	92 : 8	100 : 0	100 : 0	100 : 0

\*von links nach rechts: DBF Tiergarten/DBF Warendorf/NWZ Everswinkel/NWZ Amelsbüren

**Tabelle 5:** Summe der Fraßprocente der beiden Jahre 2003 und 2004 und mittleres Kronenverlichtungsprozent



**Abb. 9:** Mittleres Kronenverlichtungsprozent der Jahre 2002-2004 in Abhängigkeit von der Summe der Fraßprocente 2003 und 2004

sich die Kronenverlichtungswerte der beiden Aufnahmen im linken Teil des Diagramms weitgehend überlagern.

Abbildung 8 zeigt im Vergleich das mittlere Kronenverlichtungsprozent der Augustaufnahmen von 2003 und 2004 in Abhängigkeit vom Fraß 2004. Ab Fraßschäden in Höhe von 10% bis zu Schäden in Höhe von 90% verläuft die Kurve von August 2004 über der von 2003.

Durch den Fraß ist also die mittlere Kronenverlichtung gegenüber dem Vorjahr angestiegen. Die größten Unterschiede sind allerdings bei den geringen bis mittleren Fraßschäden zu beobachten. Hier verläuft die Regeneration offensichtlich nicht vollständig.

Ab Fraßschäden in Höhe von 75% werden die Unterschiede zum Vorjahr sehr gering und bei den höchsten Schäden von 95% und 100% verbessert sich im Mittel sogar der Kronenzustand gegenüber dem Vorjahr. Dies spricht für ein momentan sehr gutes Regenerationsvermögen der Eiche auf den untersuchten Flächen.

#### Welche Auswirkungen hat wiederholter Fraß in den beiden Jahren 2003 und 2004 auf den Kronenzustand 2004 gegenüber 2002?

Auf den vier untersuchten Flächen sind bereits 2003 in unterschiedlicher Weise Fraßschäden aufgetreten, wobei besonders die Dauerbeobachtungsfläche in Wa-

rendorf betroffen war (vgl. Tabelle 2). Um festzustellen, wie sich die Fraßschäden beider Jahre auf den Kronenzustand der Eichen ausgewirkt haben, wird für die Einzelbäume zunächst die Summe der Fraßprocente beider Jahre gebildet. Die Bandbreite der Summen wird in 5 gleich große Klassen unterteilt. Für jede Klasse wird das mittlere Kronenverlichtungsprozent der Augustaufnahmen von 2002, 2003 und 2004 berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 und Abbildung 9 dargestellt.

Der Kronenzustand hat sich besonders bei den Eichen mit den geringen Fraßschäden verschlechtert. Ursache dafür ist, dass – wie bereits oben erwähnt – geringer Fraß im Laufe des Sommers nicht regeneriert wird. Die zerfressenen Blätter sind dementsprechend noch im August zu sehen.

Bei starkem Fraß ist dagegen nur eine geringe bzw. keine Verschlechterung des Kronenzustandes eingetreten. In der Klasse 4 hat sich der Kronenzustand sogar im Mittel zwischen 2003 und 2004 verbessert. Auch unter dem Aspekt der wiederholten Belastung ist also 2004 ein gutes Regenerationsvermögen der Eiche festzustellen.

#### Zusammenfassung

Von den starken Fraßschäden des Jahres 2004 waren in NRW auch vier Beobachtungsflächen im zentralen Münsterland betroffen.

Die Schäden, die fast ausschließlich an der Stieleiche aufgetreten sind, wurden im wesentlichen vom Eichenwickler verursacht. Bei den Kronenzustandsaufnahmen Ende Juni und im August zeigte sich bei den meisten Eichen ein gutes Regenerationsvermögen.

Da die aktuellen Schäden der Beginn einer neuen Kalamität sein könnten, wird eine verstärkte Beobachtung vor allem von wertvollen Eichenbeständen empfohlen. Dem Eichen-Prachtkäfer und der Entwicklung der Forstspannerpopulation ist dabei besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Beide befinden sich zur Zeit zwar in der Latenz, bei der Kalamität in den neunziger Jahren hatten sie jedoch erheblichen Anteil am Eichensterben. <

## Der Zuwachs von Buchen, Eichen, Kiefern und Fichten 2003

### Ergebnisse von Dauerbeobachtungsflächen

Christoph Ziegler, LÖBF Recklinghausen

Bei der Untersuchung von Stammscheiben werden Trockenjahre gerne als Weiserjahre verwendet, da sie durch ihre schmale Jahringbreite besonders auffällig sind. Eine Auswertung der jährlichen Zuwachsmessungen auf den nordrhein-westfälischen Dauerbeobachtungsflächen zeigt, dass das Trockenjahr 2003 bei Buchen, Eichen und Kiefern zu keinen Zuwachsverlusten geführt hat. Aus Sicht der Zuwachsanalyse kann deshalb das Jahr 2003 nicht als Weiserjahr gelten.

#### Datengrundlage

Das forstliche Umweltmonitoring auf den Dauerbeobachtungsflächen und den 8 EU-Level II-Flächen in Nordrhein-Westfalen beinhaltet neben der Erfassung von Kronenzustandsdaten auch Zuwachsmessungen, die allerdings in unterschiedlichen Zeitreihen vorliegen.

Während die Fichtenflächen bereits seit Anfang der achtziger Jahre mit Dauermessbändern ausgestattet wurden (vgl. *Beitrag zum Zuwachs der Fichte in diesem Bericht*), beginnt bei den anderen Baumarten erst im Herbst 1995 eine geschlossene Zeitreihe mit jährlichen Messungen, wobei zunächst nur die Bäume erfasst wurden, von denen gleichzeitig auch Kronenzustandsdaten erhoben werden. Ab dem Jahr 2000 werden inzwischen jährliche Vollerhebungen auf den Flächen durchgeführt.

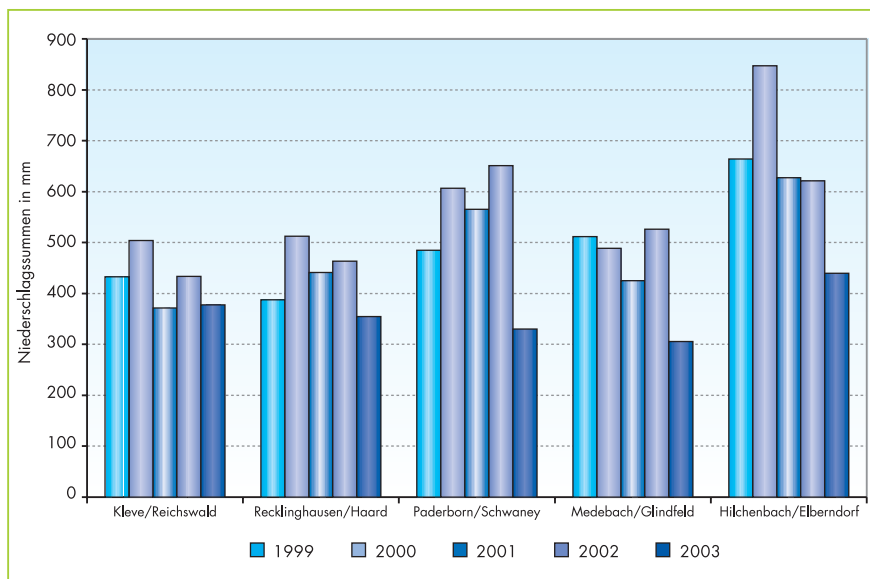
Diese Auswertung beschränkt sich im wesentlichen auf die Flächen und Bäume, die seit 1995 durchgehend mit Dauermessbändern gemessen wurden. Dabei handelt es sich um Bäume der herrschenden Schicht (*Kraft'sche Baumklassen 1*

*bis 3*), die vereinbarungsgemäß für eine Kronenbonitur in Frage kommen und die in den Beständen systematisch ausgewählt wurden. Die Berechnungen beziehen sich auf den Durchmesserzuwachs, der an den Bäumen in 1,30 m Höhe außerhalb der Vegetationsperiode gemessen wurde.

Bei der Buche liegen Daten von 7 Flächen und 242 Bäumen vor. Bei der Eiche sind es 5 Flächen mit 303 Bäumen, bei der Kiefer 2 Flächen mit 56 Bäumen und bei der Fichte 6 Flächen mit 166 Bäumen.

#### Einflussfaktoren auf den Durchmesserzuwachs der Bäume

Der jährliche Witterungsverlauf ist bezogen auf das Durchmesserwachstum der Bäume nur einer von mehreren Einflussgrößen, wobei sich gleichmäßig verteilte Niederschlagsmengen in ausreichender Höhe während der Vegetationsperiode günstig auf den Zuwachs auswirken. Als weitere Witterungsfaktoren sind Temperatur, Luftfeuchte und Sonnenscheindauer zu nennen. Für spezielle Fragestellungen führt die ausschließliche Betrachtung



**Abb. 1:** Niederschlagssummen von März bis August an den Waldmessstationen in den Jahren 1999-2003

Flächenbezeichnung	Forstamt	Höhenlage m ü. NN	Alter am 1.10.2003	Anzahl Bäume
Duisburg, Abt. 27 A	Wesel	80	67	28
Schwaney, Abt. 480, Level II 508	Paderborn	385	116	57
Haard, Level II 503	Recklinghausen	70	118	53
Monschau, Level II 507	Hürtgenwald	450	137	26
Glindfeld, Level II 505	Schmallenberg	530	152	29
Elberndorf, Abt. 81 B	Hilchenbach	660	154	29
Kleve, NWZ Rehsohl, Abt. 111	Kleve	34	196	20

**Tabelle 1:** Flächenübersicht Buche

von Niederschlagssummen und Temperaturmittelwerten zu keinen befriedigenden Ergebnissen.

Um Stresssituationen, die Zuwachsverluste zur Folge haben, näher zu beschreiben, bedarf es der genaueren Situationsanalyse, die z.B. die Verteilung der Niederschläge innerhalb der Vegetationszeit sowie die Länge der Trocken- und Hitzeperiode ermittelt und dabei auch das verfügbare Bodenwasser im jeweiligen Bestand berücksichtigt.

Innerhalb dieses Beitrages können diese komplexen Zusammenhänge nicht aufgeschlüsselt werden. Eine differenzierte Darstellung des Witterungsverlaufes der letzten Jahre findet sich in diesem Waldzustandsbericht. Außerdem wird dort der Bodenwasserhaushalt für die Bestände Haard, Tannenbusch und Elberndorf eingehend besprochen. Die Niederschlagssummen für die zuwachsrelevanten Monate März bis August an den nordrhein-westfälischen Waldmessstationen sind in Abbildung 1 für die Jahre 1999 bis 2003 dargestellt. Hier zeigt sich, dass besonders das Mittelgebirge von den ge-

ringen Niederschlägen im Jahr 2003 betroffen war.

Neben der Witterung spielen noch weitere Faktoren für den Zuwachs eine Rolle. Eine starke Fruktifikation kann – vor allem bei der Buche und Fichte – ebenso zu Zuwachseinbußen führen, wie auch außergewöhnliche Schadereignisse. So haben die Fraßschäden durch Eichenwickler und Frostspanner bei der Eiche eine große Bedeutung.

Als Beispiel für ein abiotisches Schadereignis ist der starke Eisbruch vom Dezember 1988 auf der Buchen-Level II-Fläche in Paderborn/Schwaney zu nennen, der dort über mehrere Jahre zu vermindertem Zuwachs geführt hat. Weitere Einflussfaktoren sind die Belastungs-/Bendelungsdichte der Bäume und die Konkurrenzsituation im Bestand. In Beständen mit hohem Bestockungsgrad ist der Zuwachs am Einzelbaum in der Regel geringer als in weniger dichten Beständen. Nach Durchforstungen zeigt sich oft ein Zuwachsschub am Einzelbaum nach dessen Freistellung. Wichtige Einflussgrößen sind schließlich das Alter der Bäume und die standörtlichen Wuchsbedingungen.

Die genannten Faktoren können zum Teil für den hier in Betracht gezogenen Auswertungszeitraum von 1996 bis 2003 als relativ stabile Größen angenommen werden. Größeren Schwankungen unterliegen neben den Witterungsbedingungen das Fruktifikationsverhalten besonders der Buche und die Fraßbelastung der Eiche.

### Buche

Für eine geschlossene Zeitreihe der letzten 8 Zuwachsperioden stehen Daten von 242 Buchen auf 7 Flächen zur Verfügung. Der Verlauf des Zuwachses und die Stärke der Fruktifikation sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Fruktifikation wird in den Stufen 0 (keine) bis 3 (starke) erhoben.

Im Niveau der Kurvenanordnung zeigt sich deutlich der Alterseinfluss. Der jüngste Bestand in Duisburg hat fast durchgängig den höchsten Zuwachs, gefolgt von der Buche in Schwaney, die zudem im Eggegebirge bei hohen mittleren Niederschlägen auf einem sehr gut nährstoffversorgtem Standort steht. An dritter Stelle liegt in den meisten Jahren die Buche in der Haard, die nur geringfügig älter als die Schwaneyer Buche ist, jedoch bei geringeren Niederschlägen auch auf >>

## Zuwachs

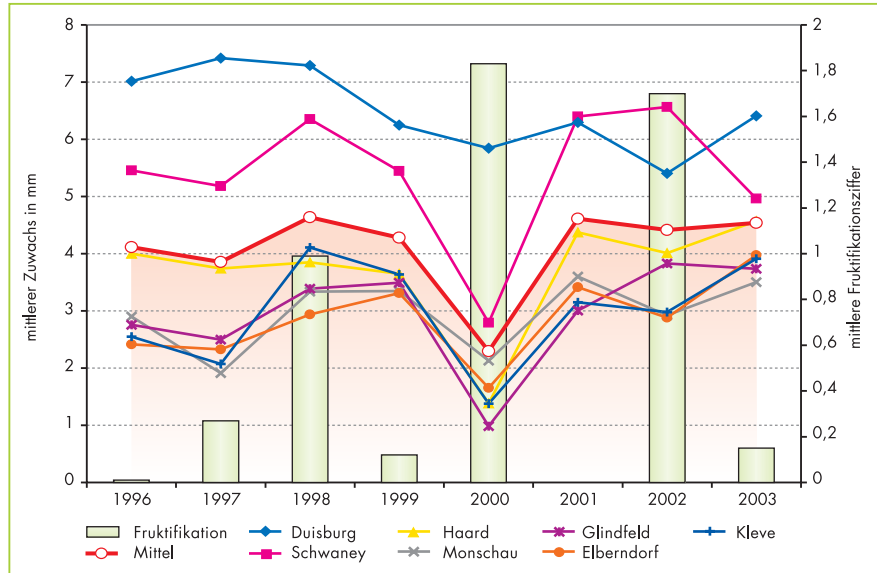
einem ärmeren Boden stockt. Die älteren Flächen liegen im Niveau dicht zusammen, wobei die fast 200-jährigen Buche in Kleve hinter den anderen Flächen nicht zurückbleibt. Es handelt sich hier um Überhälter über einer zweiten Buchenschicht, die aufgrund großer Kronen und vollem Lichtgenuss noch zu einem relativ hohen Zuwachs fähig sind.

### Zuwachs der Buche und Fruktifikation

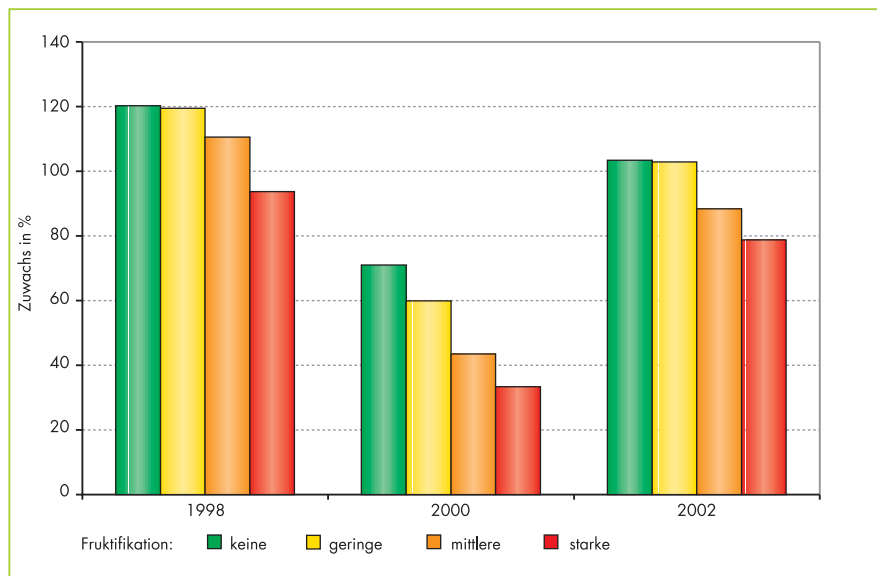
Im Kurvenverlauf ist zunächst auf allen Flächen der starke Zuwachsrückgang im Jahr 2000 auffällig. Dieser kann nicht durch Wassermangel erklärt werden, da das Jahr relativ niederschlagsreich war. Ursache könnte vielmehr die starke Buchenmast in diesem Jahr sein. Über diesen Zusammenhang wird in der Literatur mehrfach berichtet (*H.Mayer, Waldbau, 1984, S. 362f; dort Hinweise auf: Rohmeyer 1972; Maurer 1964*). In den Mastjahren 1998 und 2002 ist dieser Zusammenhang allerdings nicht zu erkennen, da vermutlich die Qualität der Mast eine andere war und/oder die Wuchsbedingungen von anderen Einflussfaktoren stärker bestimmt wurden.

Die Abbildung 3 zeigt für die Jahre 1998, 2000 und 2002 den mittleren prozentualen Zuwachs der Buchen in Abhängigkeit von der Stärke der Fruktifikation. Der Zuwachs in den Mastjahren wird dabei für jeden Einzelbaum zum mittleren Zuwachs des Vor- und Folgejahres prozentual in Beziehung gesetzt. Im Diagramm ist damit die prozentuale Abweichung des Zuwachses im Mastjahr zum mittleren Zuwachs der beiden Jahre vor und nach der Fruktifikation dargestellt. In den jeweiligen Bezugsjahren hat die Buche nicht fruktifiziert.

In allen Mastjahren ist eine Abnahme des Durchmesserzuwachses mit zunehmender Fruchtbildung zu sehen. Das Jahr 1998 zeigt sich trotz Mast als gutes Zuwachsjahr, in dem nur die stark fruktifizierenden Buchen unter 100% des Mittels der Jahre 1997 und 1999 bleiben. Das Jahr 2000 fällt durch das allgemein sehr niedrige Zuwachsniveau auf, wobei auch die nicht und gering fruktifizierenden Bäume deutlich unter dem Wert von 100% liegen. Hier liegt die Vermutung nahe, dass neben der Fruktifikation noch ein weiterer Faktor Einfluss auf den Zuwachs hatte. Auffällig ist im Vergleich



**Abb. 2:** Durchmesserzuwachs und Fruktifikation auf den Buchen-Dauerbeobachtungsflächen



**Abb. 3:** Mittlerer prozentualer Durchmesserzuwachs von Buchen in Abhängigkeit von der Stärke der Fruchtbildung in den Mastjahren 1998, 2000 und 2002 im Vergleich zu Jahren ohne Fruktifikation

dazu auch der Zuwachsrückgang bei der Eiche im Jahr 2000, der durch Witterungs- oder Schadereignisse nicht erklärt werden kann (vgl. Abbildung 4).

Die hier dargestellten Zusammenhänge werden voraussichtlich auch im aktuellen Jahr 2004, in dem die Buche wieder stark fruktifiziert, das Zuwachsverhalten bestimmen.

### Zuwachs der Buche und Niederschläge

Mit Blick auf das Trockenjahr 2003 zeigt sich in Abbildung 2 lediglich auf der Fläche in Schwaney ein deutlicher Zuwachsrückgang. Während die Fläche Glindfeld gegenüber dem Vorjahr als stabil angesehen werden kann, weisen die 5 weiteren

Flächen einen ansteigenden Zuwachs auf. Innerhalb der Zeitreihe liegen 2003 die Werte im Mittel ebenso hoch wie in den Jahren 1998 und 2001, in denen die bisher höchsten Zuwächse gemessen wurden. Die Ursache für den Zuwachsrückgang in Schwaney könnten im Standort begründet sein.

Über dem stark zerklüfteten Muschelkalk liegt ein toniger Verwitterungslehm. Während das Grundgestein keine Wasserspeicherkapazität besitzt, gibt der tonreiche Oberboden das vorhandene Wasser kaum ab, besonders dann, wenn es nur in geringen Mengen vorliegt. Hinzu kommt, dass der Bestand in großen Teilen eine zweite Schicht aus Bergahorn und Buche und in





Flächenbezeichnung	Forstamt	Höhenlage m ü. NN	Alter am 1.10.2003	Anzahl Bäume
Viersen, Probekreise	Mönchengladbach	82	108	49
Viersen, Traubeneiche	Mönchengladbach	82	108	7
Viersen, DBF	Mönchengladbach	82	108	17
Tannenbusch, Level II 502	Kleve	30	127	27
Tannenbusch, Probekreise	Kleve	30	127	77
Arnsberg, Abt. 316/3	Arnsberg	245	151	46
Stadthohn	Borken	56	160	38
Warendorf, Abt. 11 D	Warendorf	67	168	42

Tabelle 2: Flächenübersicht Eiche

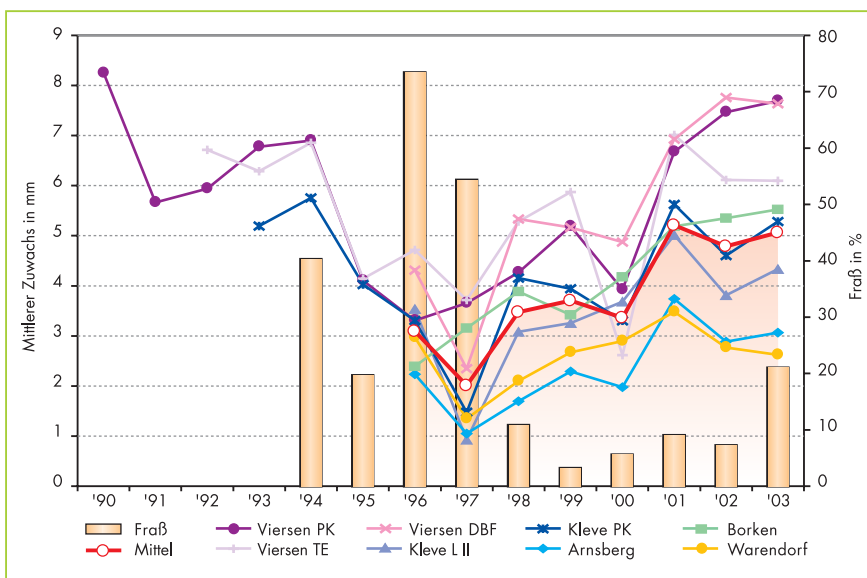


Abb. 4: Durchmesserzuwachs und Fraß auf den Eichen-Dauerbeobachtungsflächen in NRW

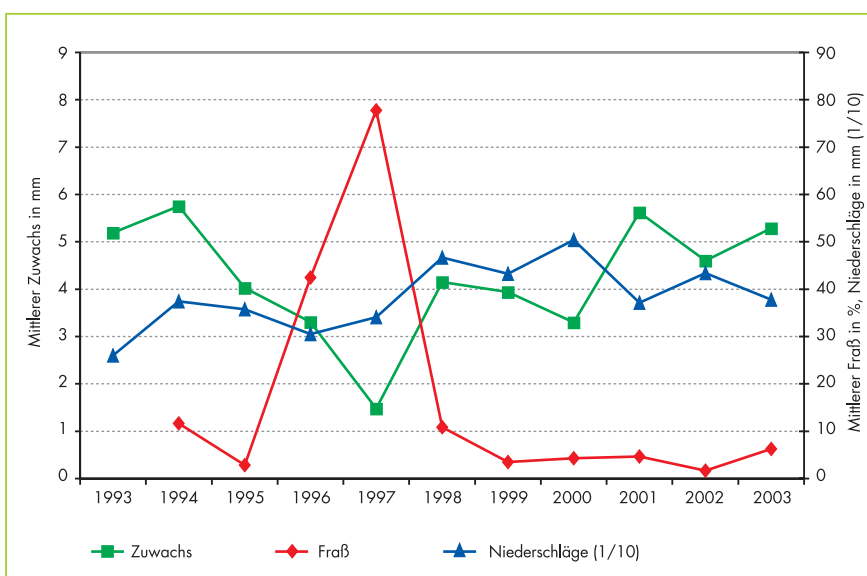


Abb. 5: Zuwachs, Fraß und Niederschläge auf der Eichen-DBF Kleve-Tannenbusch

weiteren Bereichen eine dichte Bodenvegetation aufweist. Beides trägt dazu bei, dass bei wenig ergiebigen Niederschlägen aufgrund der Interzeption kaum Wasser in den Wurzelbereich der Bäume gelangt.

Wie die Buche so zeigen im gleichen Bestand die Mischbaumarten Esche und Bergahorn ebenso Zuwachsrückgänge, wie im überdurchschnittlichen Maße auch die Fichten auf einer unmittelbar angrenzenden Dauerbeobachtungsfläche (s. Abschnitt zur Fichte). Insofern könnte aufgrund der standörtlichen Besonderheiten die Trockenheit auf dieser Fläche zu Zuwachseinbußen geführt haben.

### Eiche

Für eine geschlossene Zeitreihe der letzten 8 Zuwachsperioden stehen Daten von 303 Eichen auf 5 Flächen zur Verfügung. Auf den Flächen in Kleve und Viersen liegen von Teilkollektiven Zeitreihen ab 1993 bzw. 1990 vor.

Der Verlauf des Durchmesserzuwachses und der Frühjahrsfraß durch Eichenwickler und Frostspanner ist in Abbildung 4 dargestellt. Der Fraß an der Eiche wird seit 1994 in 5%-Stufen bonitiert. Bezug ist die aktuelle Belaubung.

Der Durchmesserzuwachs ist bei der Eiche durch die Fraßkalamität Mitte der neunziger Jahre stark beeinflusst. Der Kurvenverlauf von den Flächen in Kleve und Viersen macht den Zuwachseinbruch nach wiederholtem Kahlfraß deutlich. Von den anderen Flächen liegen lediglich Durchmesserwerte aus den Jahren der Flächenanlage (1987 Borken, 1989 Warendorf, 1990 Arnsberg) vor, mit denen sich allerdings Mittelwerte für den Zeitraum bis 1996 berechnen lassen. Die Mittel liegen für diese Flächen zwischen 4,6 und 5,2 mm pro Jahr.

Der niedrigste Zuwachs wurde auf fast allen Flächen 1997 gemessen. In dieses Jahr fällt auch das Ende der Fraßkalamität. In den Jahren 1998 und 1999 erholen sich die Bestände, während 2000 der Zuwachs auf einigen Flächen noch einmal zurückgeht. Im Jahr 2001 wird auf den meisten Flächen dann wieder das Niveau wie vor der Kalamität erreicht.

Wie bei der Buche so sind auch auf fast allen Eichenflächen im Trockenjahr 2003 gegenüber dem Vorjahr steigende Zuwächse zu verzeichnen. Lediglich auf der Fläche in Warendorf, die 2002 und

## Zuwachs

besonders 2003 von starkem Fraß betroffen war, ging der Zuwachs leicht zurück. In Viersen stagniert er zum Teil auf hohem Niveau.

Für die Fläche in Kleve wird der Zusammenhang zwischen den Faktoren Zuwachs, Fraß und Niederschlag in Abbildung 5 grafisch dargestellt. Aus Skalierungsgründen ist nur ein Zehntel der Niederschlagssumme (März bis August) aufgeführt.

Die Zuwachskurve scheint durch die Niederschlagsmenge nicht beeinflusst zu sein. Der fraßbedingte Zuwachseinbruch 1996 und 1997 und die anschließende Erholungsphase bis zum Jahr 2001 ist in dieser Darstellung noch einmal deutlich zu sehen.

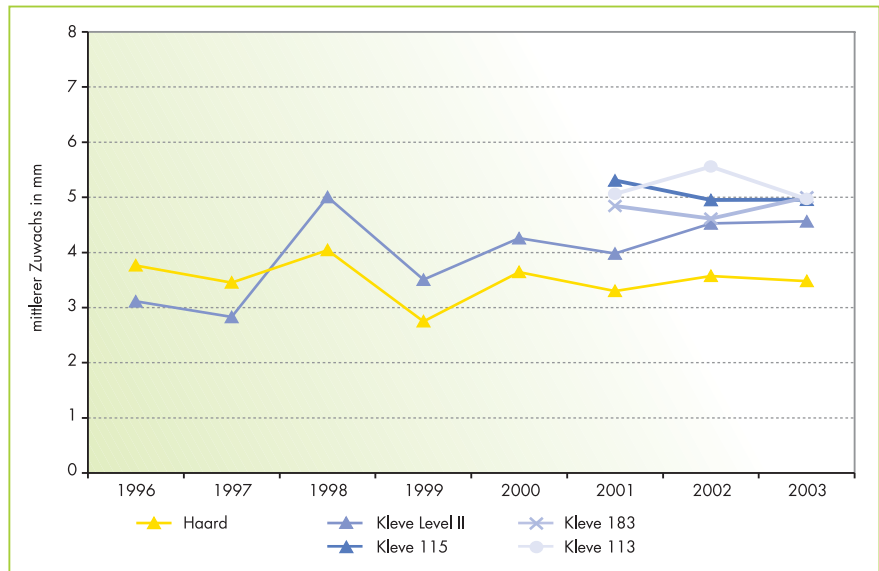
### Kiefer

Bei der Kiefer liegen nur von zwei Flächen mit insgesamt 56 Bäumen geschlossene Zeitreihen ab 1996 vor. Mit Blick auf das Trockenjahr 2003 werden diese Daten durch Zuwachsmessungen auf drei weiteren Flächen im Klever Reichswald für den Zeitraum ab dem Jahr 2001 ergänzt. Es handelt sich um zwei stark durchforstete Bestände in den Abteilungen 115 und 183, sowie um Überhälter über einer Buchendickung in Abteilung 113.

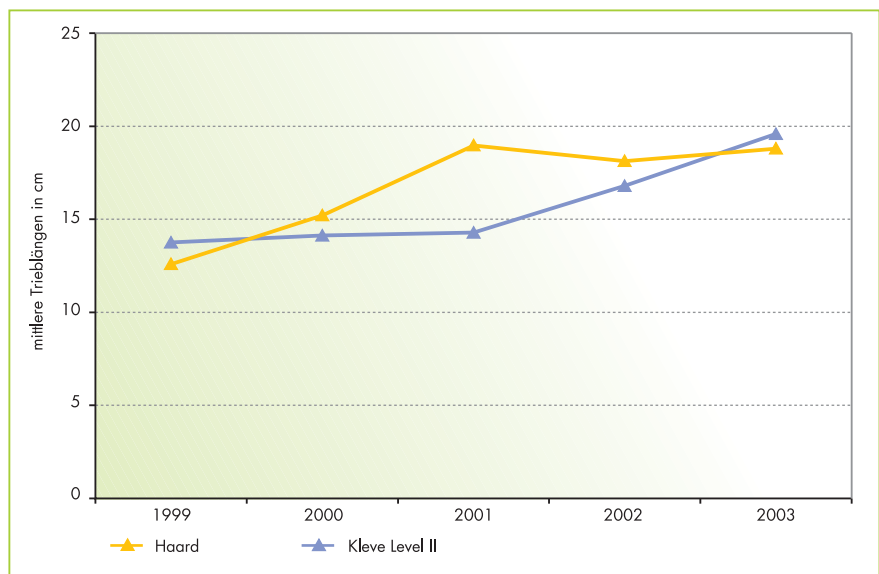
Der Verlauf des Zuwachses auf den Kieferflächen ist in Abbildung 6 dargestellt. Die Kiefer ist bezogen auf ihren Nährstoff- und Wasserbedarf die anspruchsloseste einheimische Wirtschaftsbaumart. Dementsprechend sind bei ihr 2003 kaum Zuwachseinbußen zu erwarten, zumal auf den Flachlandflächen die Niederschlagsdifferenz zu den Vorjahren nicht so hoch war wie auf den Mittelgebirgsstandorten (vgl. Abb. 1). Im Kurvenverlauf der Abb. 6 zeigt sich 2003 keine einheitliche Tendenz. Bei den Überhältern in Abt. 113 ist der Zuwachs etwas zurückgegangen, entspricht dort aber dem Wert von 2001. Ein leichter Anstieg ist in Abt. 183 zu verzeichnen, während die anderen Flächen als unverändert angesehen werden können. Im Vergleich zur Buche und Eiche zeigt der Zuwachsverlauf bei der Kiefer im Beobachtungszeitraum nur geringe Schwankungen. Dies wird darin begründet sein, dass auf den Flächen in den letzten Jahren keine besonderen Schadereignisse aufgetreten sind.

Flächenbezeichnung	Forstamt	Höhenlage m ü. NN	Alter am 1.10.2003	Anzahl Bäume
Kleve-Reichswald, Level II 501	Kleve	45	69	26
Haard	Recklinghausen	70	101	30
Kleve-Reichswald, Abt. 115	Kleve	33	53	83
Kleve-Reichswald, Abt. 183	Kleve	45	69	44
Kleve-Reichswald, Abt. 113	Kleve	35	91	17

**Tabelle 3:** Flächenübersicht Kiefer



**Abb. 6:** Durchmesserzuwachs auf den Kiefern-Dauerbeobachtungsflächen in NRW



**Abb. 7:** Triebblängen der Kiefer

Flächenbezeichnung	Forstamt	Höhenlage m ü. NN	Alter am 1.10.2003	Anzahl Bäume
Kleve, Abt. 87	Kleve	41	51	27
Velmerstot, Level II 504	Paderborn	420	56	30
Glindfeld, Abt. 7	Schmallenberg	500	63	29
Jägerhaus, Abt. 327	Hürtgenwald	560	69	23
Elberndorf, Level II 506	Hilchenbach	670	80	29
Schwaney, Abt. 480	Paderborn	385	98	28

**Tabelle 4:** Flächenübersicht Fichte

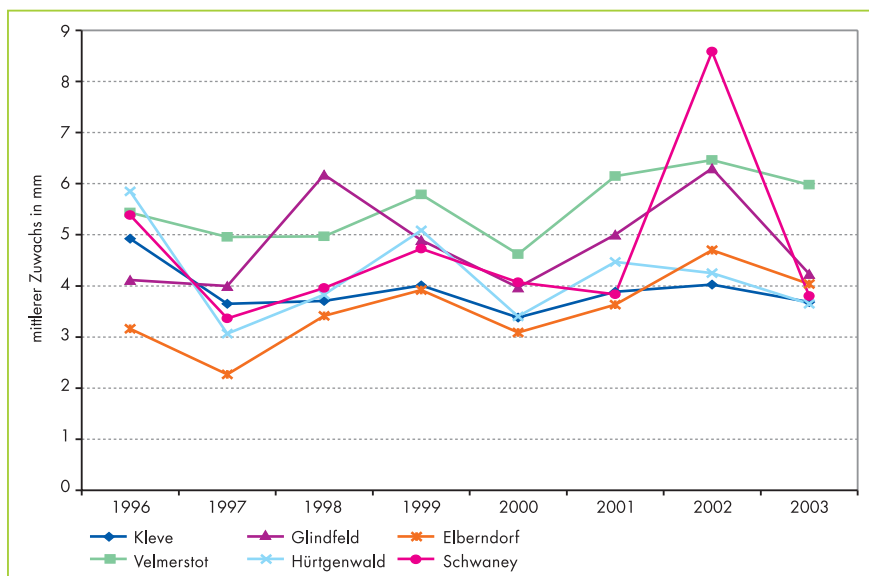


Abb. 8: Durchmesserzuwachs auf den Fichten-Dauerbeobachtungsflächen in NRW

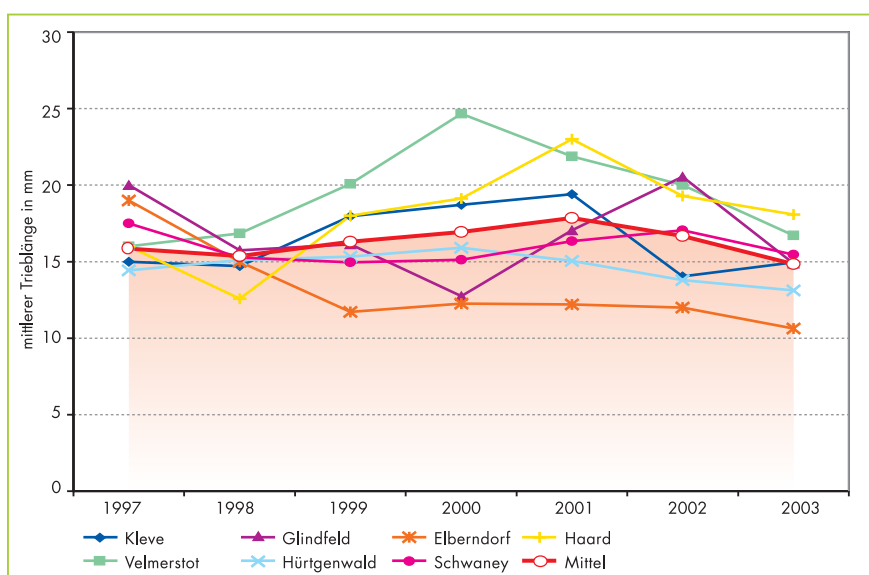


Abb. 9: Triebblängenwachstum der Fichte auf den Dauerbeobachtungsflächen in NRW

Neben den Zuwachsmessungen am Stamm liegen von den Flächen Kleve Level II und Haard Triebblängenmessungen von je 8 Bäumen und 3 Zweigen aus der Lichtkrone vom Winter 2003/2004 vor. Gemessen wurden am Haupttrieb der Zweige die Triebblängen der letzten 5 Jahre. Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 dargestellt.

Wie beim Dickenzuwachs zeigt sich auch beim Längenwachstum im Jahr 2003 keine rückläufige Tendenz. In Kleve wurden sogar die längsten Triebe der letzten fünf Jahre gemessen. Für das Streckungswachstum der Triebe ist im wesentlichen die Wasserversorgung im Frühjahr und Frühsommer ausschlaggebend. Zu diesem Zeitpunkt standen offensichtlich ausreichende Wassermengen zur Verfügung.

### Fichte

Für die Baumart Fichte liegen in der Zeitreihe von 1996 bis 2003 Ergebnisse von 6 Flächen und 166 Bäumen vor. Der Zuwachsverlauf ist in Abbildung 8 zu sehen. Im Gegensatz zu den anderen Baumarten fällt der Zuwachsrückgang im Jahr 2003 auf allen Flächen auf, ohne dass dabei allerdings ein Minimum im Beobachtungszeitraum erreicht wird.

Der höchste Rückgang ist in Schwaney zu beobachten, wo auf gleichem Standort auch der benachbarte Buchenbestand einen deutlich verminderten Zuwachs zeigte (vgl. Abb. 2).

Eine ausführliche Untersuchung zum Zuwachsverlauf der Fichte ist innerhalb dieses Berichtes einem gesonderten Beitrag zu entnehmen.

Ergänzend zum Durchmesserzuwachs liegen Triebblängenmessungen von 7 Dauerbeobachtungsflächen aus dem Winter 2003/2004 vor.

Zusätzlich zu den Flächen aus Tabelle 4 ist noch ein 102-jähriger Fichtenbestand am Level II-Standort Haard einbezogen. Im Rahmen einer Nadelprobenahme wurden von jeweils 8 Fichten 3 Äste des siebten Astquirls entnommen. An den Zweigen wurden am Haupttrieb die Triebblängen der letzten 7 Jahre gemessen, so dass das Wachstum der Jahre 1997 bis 2003 nachvollzogen werden kann. Die Ergebnisse sind als Flächenmittelwerte in Abbildung 9 dargestellt.

Bei einem uneinheitlichen Gesamtbild zeigt sich im Jahr 2003 auf fast allen Flächen ein rückläufiges Wachstum, wobei sich im Mittel ein Trend des Vorjahres fortsetzt.

Die Zuwachsspitze des Jahres 2002 bei den Durchmessern ist bei den Triebblängen nicht zu sehen. Die Werte im Jahr 2003 liegen im Durchschnitt des aufgenommenen Zeitraumes, so dass davon auszugehen ist, dass die Trockenheit das Triebblängenwachstum der Fichten nicht beeinflusst hat.

Wie bereits bei der Kiefer erwähnt, standen zur Zeit des Streckungswachstums ausreichende Wassermengen zur Verfügung.

### Zusammenfassung

Wie die Auswertungen auf den nordrhein-westfälischen Dauerbeobachtungsflächen zeigen, reagiert lediglich die Fichte auf den trockenen Sommer 2003 mit einem Rückgang im Durchmesserzuwachs. Während der Zuwachs der Kiefer etwa gleichbleibend ist, kann auf den meisten Buchen- und Eichenbeständen sogar ein ansteigendes Durchmesserwachstum festgestellt werden.

Im Beobachtungszeitraum von 1996 bis 2003 hat bei der Buche vermutlich die Fruktifikation und bei der Eiche das Fraßgeschehen durch Eichenwickler und Frostspanner einen stärkeren Einfluss auf den Durchmesserzuwachs als die Witterung.

## Auswirkungen des trockenen Sommers 2003 auf das Wachstum der Fichte in NRW

Günter Spelsberg und Holger Teske, LÖBF Recklinghausen

Der Sommer 2003 war gegenüber dem langjährigen Mittel deutlich zu warm und – mit regionalen Unterschieden – deutlich zu trocken. Das hat in der Landwirtschaft zu Ernteminderungen geführt, insbesondere im Osten und Südosten Deutschlands. Im Wald wird in den Waldzustandsberichten der Länder von vorzeitigem Laubfall berichtet. Die trocken-warme Witterung in Verbindung mit dem Wasserstress der Bäume hat zu einer Massenvermehrung der Borkenkäfer geführt. Es ist zu erwarten, dass der Sommer 2003 auch Auswirkungen auf den Zuwachs der Fichte gehabt hat.

Zur Prüfung wird der Durchmesserzuwachs 2003 im Vergleich zu einer ca. 100jährigen Zeitreihe betrachtet.

### Datenmaterial

Für eine langjährige Zeitreihe des Durchmesserzuwachses der Fichte in NRW stehen zwei verschiedene Datenquellen zur Verfügung.

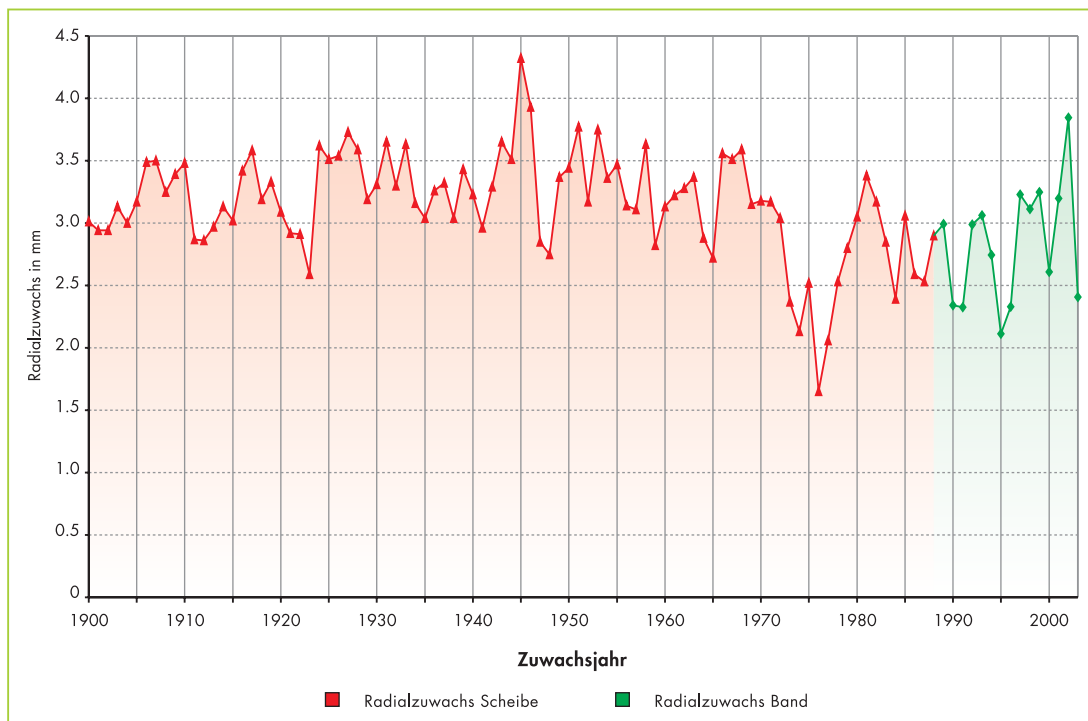
Jahringmessungen an Stammscheiben aus 87 Fichtenbeständen ab einem Alter von 40 Jahren sind die erste Datenquelle. Die Bestände sind repräsentativ entsprechend der Fichtenverbreitung im Lande verteilt (4 km x 4 km-Raster der Waldzustandserhebung). Aus jedem Bestand sind drei Probestämme analysiert, die den Mittelstamm der 100 stärksten je ha repräsentieren. Die Bäume wurden nach der Vegetationszeit 1988 gefällt, so dass daraus eine arithmetisch gemittelte Jahringfolge ab 1900 bis einschließlich 1988 vorliegt.

Die Fichtendauerbeobachtungsflächen des Landes sind die zweite Datenquelle. In den Flächen ist jede Fichte mit einem Dauerumfangmessband ausgerüstet. Die

Messbänder werden jährlich nach Ende der Vegetationszeit abgelesen. Aus der Differenz zum Vorjahr ergibt sich der Durchmesserzuwachs. Aus jeder Fläche wurden nur die 100 stärksten Fichten je ha im Jahr 2003 herangezogen. Es liegen Daten seit 1984 vor. Um mit den Stammanalysen vergleichbare Werte zu erhalten, wurde der Durchmesserzuwachs halbiert und anschließend arithmetisch gemittelt. Die beiden Zeitreihen überlappen sich zwischen 1984 und 1988. Die Dauerbeobachtungsflächen sind im Durchschnitt älter und dichter bestockt. Für den Überlappungszeitraum beträgt ihre Jahringbreite durchschnittlich nur 83 % derjenigen der Stammscheiben. Deswegen werden die Werte aus den Dauerbeobachtungsflächen 1989-2003 durch 0,83 dividiert. Mit dem so abgeleiteten Radialzuwachs wurde die Jahringfolge der Stammscheiben bis einschließlich 2003 verlängert (Abb. 1).

### Ergebnis

Der Zuwachs des Jahres 2003 liegt deutlich unter dem des Vorjahres. Allerdings



**Abb 1:** Jahrringbreiten im Zeitraum 1900 bis 2003 (1989-2003 hergeleitet aus Bandablesungen).

war 2002 auch ein besonders gutes Zuwachsjahr. Es weist den höchsten Zuwachs der 20 Messjahre in den Dauerbeobachtungsflächen auf. In der zusammengefassten Zeitreihe haben nur die Jahre 1945 und 1946 einen ähnlich hohen Zuwachs. Ein Zuwachsrückgang von 2002 auf 2003 ist deshalb nicht verwunderlich. Das Zuwachsniveau 2003 liegt etwa auf dem Niveau der schlechteren Jahre in den letzten beiden Jahrzehnten, unterschreitet deren Rahmen aber nicht.

In der Mitte der 70er Jahre war der Radialzuwachs deutlich geringer. Den geringsten Zuwachs der gesamten Zeitreihe weist 1976 auf. Dieses Jahr ist wegen des extrem schmalen Jahrringes auf Stammscheiben leicht zu finden. Fazit hinsichtlich der Jahrringbreite: 2003 war deutlich schlechter als 2002, aber es war im Zuwachsniveau kein Extremjahr.

Ein anderer Aspekt der Jahrringentwicklung ist der Zuwachstrend im Vergleich zum Vorjahr. Ist der Zuwachs zweier Jahre ähnlich hoch, so reagieren die Bäume teils mit einem Zuwachsanstieg, teils mit einem Zuwachsabfall. Steigt oder fällt der

Zuwachs jedoch deutlich, z.B. um mehr als ein Viertel, ist dies verbunden mit einem sehr einheitlichen Verhalten der einzelnen Bäume. Von 1975 auf 1976 ist die Zuwachsreaktion bei 96 % aller Fichten gleichartig. Diese Gleichläufigkeitsquote ist auch im Jahre 2003 mit 95 % recht hoch. Es gibt aber auch Jahre mit hoher Gleichläufigkeit bei zunehmendem Zuwachs, z. B. 1997 oder 1966.

In der Abbildung 2 sind Jahre mit mehr als 80 % Gleichläufigkeit farblich hervorgehoben, grün bei einem Zuwachsanstieg und rot bei einem Abfall. Bei mehr als 90 % Gleichläufigkeit ist der Farbton intensiver. Die Abbildung zeigt, dass sich in jüngster Zeit die markanten Zuwachsreaktionen häufen. In den letzten 15 Jahren gibt es acht markante Jahre, in den 85 Jahren davor nur zwölf. Hervorzuheben ist, dass mit 2001 und 2002 zwei direkt aufeinander folgende Jahre mit einer hohen Gleichläufigkeit zunehmender Jahrringbreite dem Zuwachsrückgang 2003 vorausgehen.

Fazit hinsichtlich der Gleichläufigkeit: Nur 1976 gab es eine höhere Quote mit

gleichgerichtetem Jahrringbreitenabfall. Anders als 1976 gehen allerdings zwei Jahre mit deutlicher Zuwachszunahme voraus. Die Abfolge dieser drei Jahre dürfte so markant sein, dass sie für die Datierung zukünftig gewonnener Jahrringproben der Fichte genutzt werden kann.

Um zu prüfen ob es standörtliche Unterschiede im Zuwachsverhalten 2003 gibt, wurden die Fichten der Dauerbeobachtungsflächen nach der Höhenlage ihres Standortes in zwei etwa gleichgroße Baumzahlgruppen aufgeteilt. Je die Hälfte der Fichten stockt unterhalb bzw. oberhalb von 400 m Seehöhe (Abb. 3).

Bis Mitte der 90er Jahre haben die Fichten der unteren Mittelgebirgslagen den höheren Radialzuwachs. Danach liegen beide Gruppen in etwa gleichauf. 2003 ist der Zuwachsrückgang im höheren Mittelgebirge deutlich geringer ausgeprägt und liegt noch auf dem durchschnittlichen Niveau der 80er Jahre. Hingegen ist 2003 für die Fichten aus den unteren Lagen das bisher schlechteste Jahr. Ergänzend zu den beschriebenen Auswertungen für die 100 stärksten Fichten je ha wurde >>

## Zuwachs

analysiert, ob die Zuwachsreaktion 2003 von der sozialen Position des Baumes abhängt. In den Dauerbeobachtungsflächen liegen Werte nicht nur für die 100 stärksten Fichte je ha sondern für den Gesamtbestand vor. Je Fläche werden die Bäume nach dem Brusthöhendurchmesser sortiert und in fünf gleichstark besetzte Klassen aufgeteilt. Klasse 1 sind die 20% stärksten und Klasse 5 die 20% schwächsten Fichten einer Fläche. Dadurch sind bei der anschließenden Berechnung des mittleren Radialzuwachses je Klasse über alle Flächen hinweg die einzelnen Flächen in jeder Klasse mit gleicher Baumzahl berücksichtigt (Abb. 4).

Erwartungsgemäß ist das Zuwachsniveau der fünf Klassen deutlich voneinander abgesetzt. Der Zuwachsverlauf ist synchron, die Kurven überschneiden sich nicht. Die Zuwachsreaktion von 2002 auf 2003 ist in der zuwachsstarken Klasse 1 natürlich absolut am stärksten ausgeprägt. Die prozentuale Verringerung unterscheidet sich zwischen den Klassen nur geringfügig. Fazit: Die Zuwachsreaktion des Jahres 2003 zeigt keinen Unterschied zwischen den sozialen Klassen der Fichten.

### Zusammenfassung

Der Radialzuwachs der Fichte liegt im Jahre 2003 etwa ein Drittel niedriger als im Vorjahr. 2002 war allerdings ein außerordentlich gutes Zuwachsjahr. Der Zuwachsrückgang ist daher keine Besonderheit. Auch das verbliebene Zuwachsniveau liegt in der Größenordnung anderer schlechterer Wuchsjahre der Vergangenheit. Es ist kein Extremjahr. Die Zuwachsabnahme betrifft die sozialen Klassen innerhalb der Bestände gleichmäßig. Der Zuwachsrückgang ist in den unteren Mittelgebirgslagen erheblich stärker als in den höheren Lagen.

Die deutlichen Zuwachssteigerungen in den Jahren 2001 und 2002 und der anschließende markante Rückgang 2003 weisen eine hohe Gleichläufigkeit zwischen den Bäumen auf. Dadurch entsteht eine charakteristische Signatur in zukünftigen Jahrringfolgen der Fichte, was für die Datierung von Jahrringserien verwendet werden kann. Insgesamt weist die Fichte im Jahr 2003 einen unterdurchschnittlichen Zuwachs auf. 2003 war in Nordrhein-Westfalen aber kein Extremjahr.

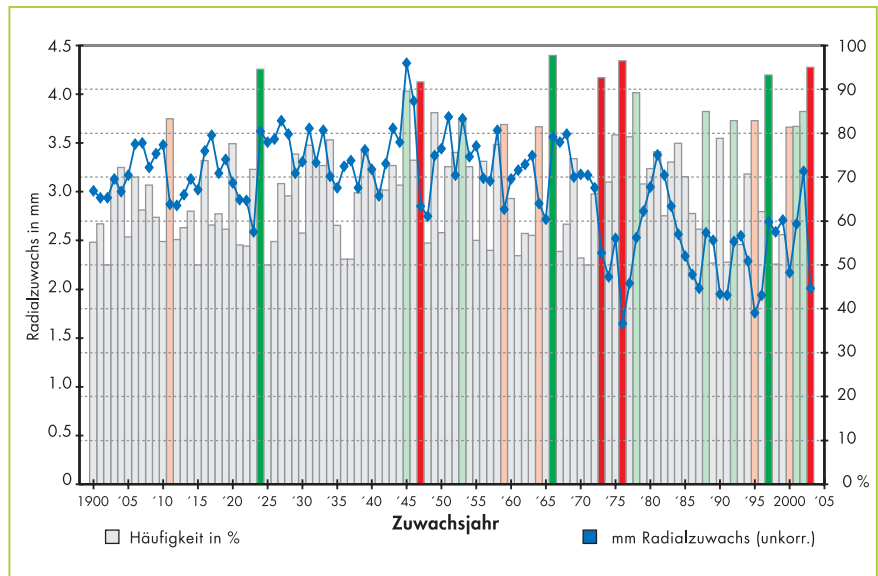


Abb 2: Gleichläufigkeit der jährlichen Zuwachsänderung zwischen 1900 und 2003

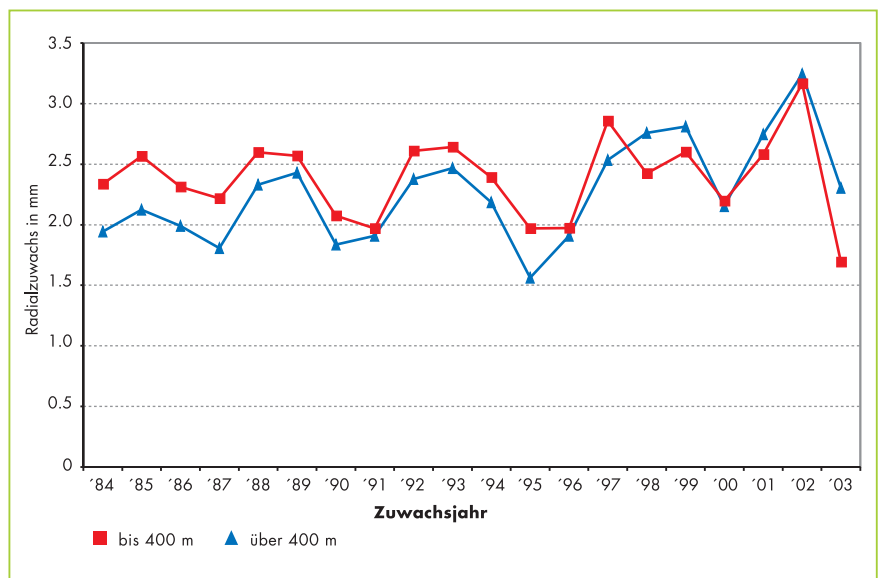


Abb 3: Zuwachsentwicklung der Dauerbeobachtungsflächen in unterschiedlicher Höhenlage

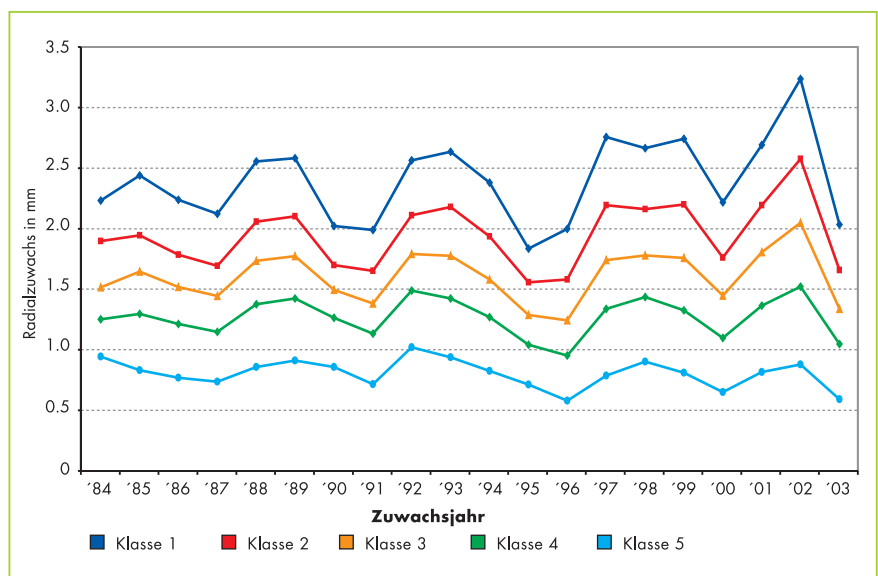


Abb 4: Zuwachsentwicklung nach Sozialklassen in den Dauerbeobachtungsflächen

## Phänologische Beobachtungen: Längere Vegetationszeiten im Bergland

Christoph Ziegler, LÖBF Recklinghausen

Der Austriebstermin der Buchen ist zwischen 2001 und 2004 von Jahr zu Jahr früher eingetreten. Bei gleichzeitig später herbstlicher Verfärbung ergeben sich Vegetationszeiten, deren Dauer besonders im Bergland über den langjährigen Mitteln liegen. Zwischen Flachland und Bergland sind beim Austriebstermin nur geringe Unterschiede festzustellen.

### Zielsetzung der Phänologie im Wald

Als Teil des forstlichen Umweltmonitorings werden auf den nordrhein-westfälischen EU Level II-Flächen seit 2001 phänologische Daten nach europaweit einheitlichen Vorgaben erhoben. In Verbindung mit meteorologischen Messdaten sind die Beobachtungen zum Blattaustrieb und zur herbstlichen Blattverfärbung unentbehrlich, um die Länge der forstlichen Vegetationszeit festzulegen und die Daten zum Bodenwasserhaushalts zu interpretieren. Neben dem Austrieb der

Knospen im Frühjahr und dem Blattfall im Herbst werden auch Daten zum Blühen und Fruchten der Waldbäume sowie zu biotischen oder abiotischen Schadereignissen erhoben. Die Phänologie unterstützt somit auch die Waldzustandserhebung bei der Interpretation von Kronenzustandsdaten.

### Aufnahme- und Auswertungsverfahren

Laubaustrieb, Blattverfärbung und Blattfall werden wöchentlich in 10%-Stufen an Einzelbäumen bonitiert. >>

Flächenbezeichnung	Forstamt	Baumart	Höhenlage m ü. NN
Kleve, NWZ Rehsohl, Abt. 111	Kleve	Buche	34
Haard, Level II 503	Recklinghausen	Buche	70
Schwaney, Abt. 480, Level II 508	Paderborn	Buche	385
Monschau, Level II 507	Hürtgenwald	Buche	450
Glindfeld, Level II 505	Schmallenberg	Buche	530
Kleve, Tannenbusch, Level II 502	Kleve	Eiche	30
Arnsberg, Abt. 316/3	Arnsberg	Eiche	245
Velmerstot, Level II 504	Paderborn	Fichte	420
Elberndorf, Level II 506	Hilchenbach	Fichte	670
Kleve, Reichswald, Level II 501	Kleve	Kiefer	45

**Tabelle 1:**  
Flächenübersicht

Nach der Berechnung von Flächenmittelwerten können durch Interpolation Tageswerte abgeleitet werden. Um Flächen untereinander zu vergleichen, nimmt man den Zeitpunkt, an dem ein phänologisches Merkmal das Flächenmittel von 50% erreicht hat. Der Beginn der herbstlichen Blattverfärbung ist dann schwer zu erfassen, wenn bereits im Hochsommer trockenheitsbedingte Blattverfärbungen auftreten. Wenn im Bestand jedoch 50% der Blätter verfärbt sind, kann davon ausgegangen werden, dass die natürliche Herbstverfärbung abläuft.

**Ergebnisse aus den Jahren 2001 bis 2004**

Für jede Beobachtungsfläche wird der mittlere Beginn und das mittlere Ende der forstlichen Vegetationsperiode bestimmt. Für das Ende der Vegetationsperiode ist nicht der Blattfall, sondern das Erreichen der im Mittel 50%-igen Blattverfärbung entscheidend. Die Ergebnisse für die Jahre 2001 bis 2004 sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt, wobei für das Jahr 2004 die Herbstaufnahme noch aussteht.

Auf allen Flächen tendieren die Buchen dazu, jährlich früher auszutreiben. Das Jahr 2001 fällt durch die auf den meisten Flächen erst sehr spät einsetzende Blattverfärbung auf. Im Trockenjahr 2003 war keine besonders frühe mittlere Verfärbung festzustellen. Auf der Eifelfläche Monschau war die Vegetationszeit 2003 sogar länger als in den beiden Vorjahren.

Der mittlere Austriebstermin auf den beiden Eichen- und Fichtenflächen liegt zwischen 2001 und 2003 wie bei den Buchen von Jahr zu Jahr früher. Im Jahr 2004 zeigt sich jedoch im Gegensatz zur Buche eine gegenläufige Entwicklung. Besonders die Fichten treten mit einem späten Austriebstermin hervor (Abbildung 2). Bei der herbstlichen Blattverfärbung verhalten sich die beiden Eichenflächen nicht einheitlich. Während in Kleve die Verfärbung 2003 früher als in den beiden Vorjahren einsetzt, liegt dieser Termin in Arnsberg später als im Vorjahr. Für das Jahr 2001 liegen in Arnsberg keine Herbstaufnahmen vor.

**Phänologische und klimatologische Vegetationszeit**

Aus den Daten zum Austrieb und zur Blattverfärbung lässt sich die phänologische

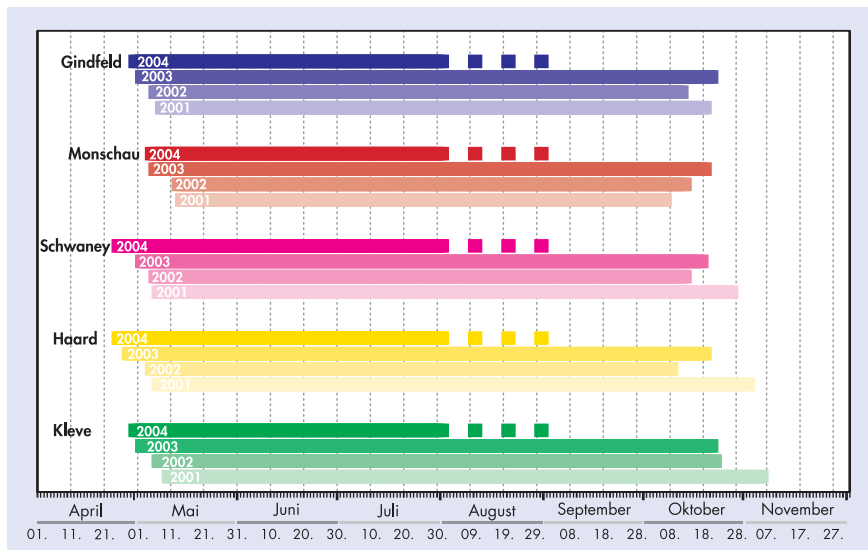


Abb. 1: Länge der forstlichen Vegetationsperiode auf den Buchen-Dauerbeobachtungsflächen

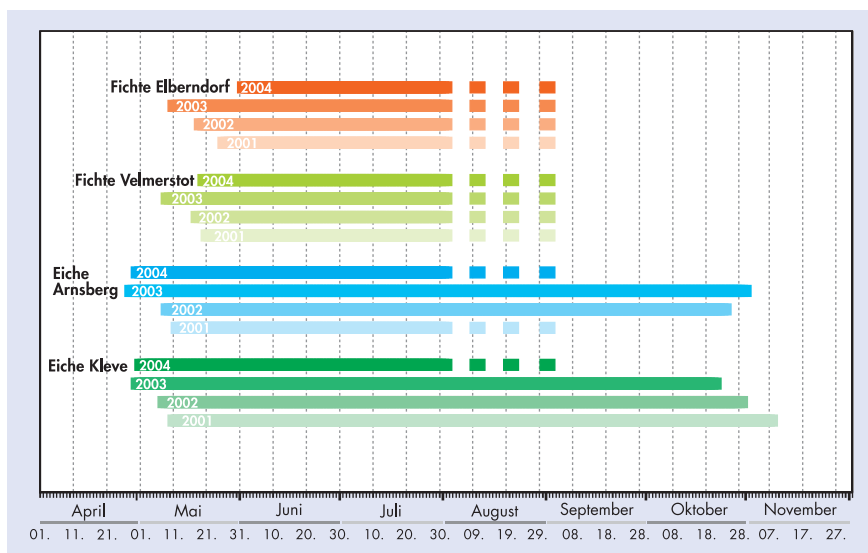


Abb. 2: Länge der forstlichen Vegetationsperiode auf den Fichten- und Eichen-Dauerbeobachtungsflächen

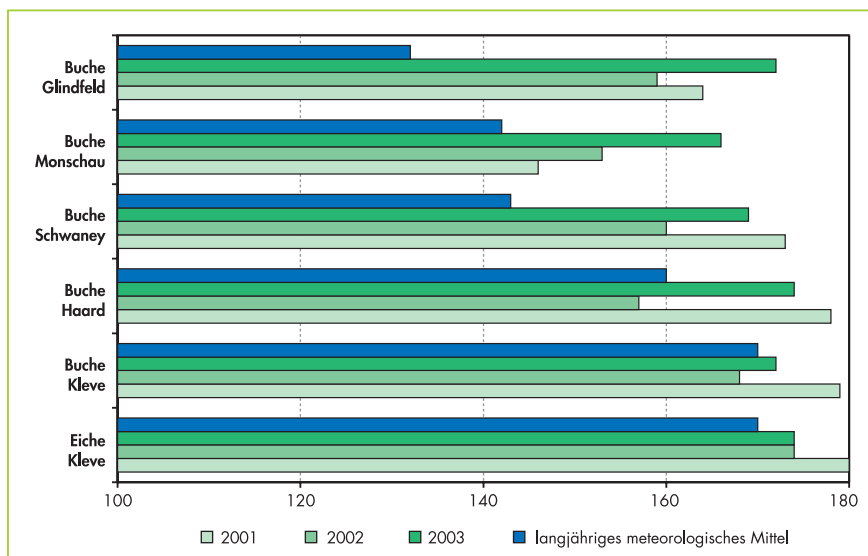
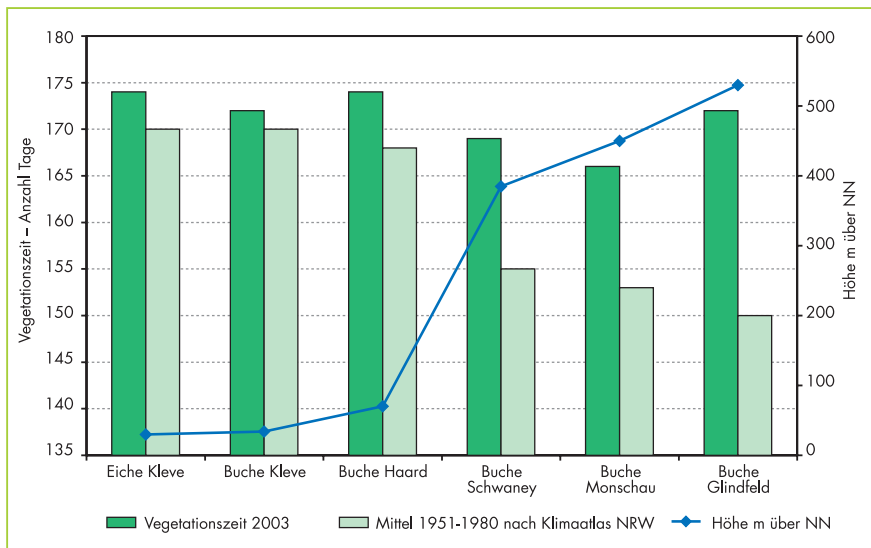
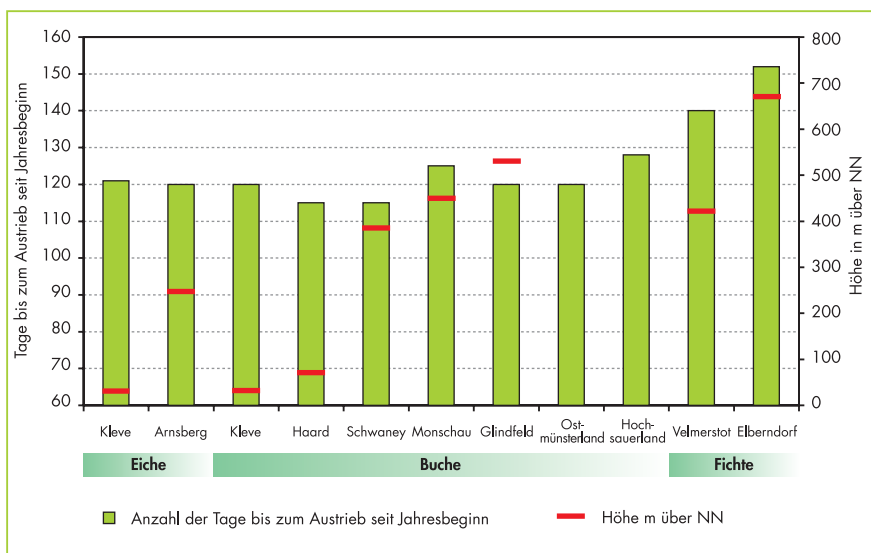


Abb. 3: Dauer der forstlichen Vegetationsperiode auf den Buchen- und Eichen-Dauerbeobachtungsflächen im Vergleich zum langjährigen meteorologischen Mittel

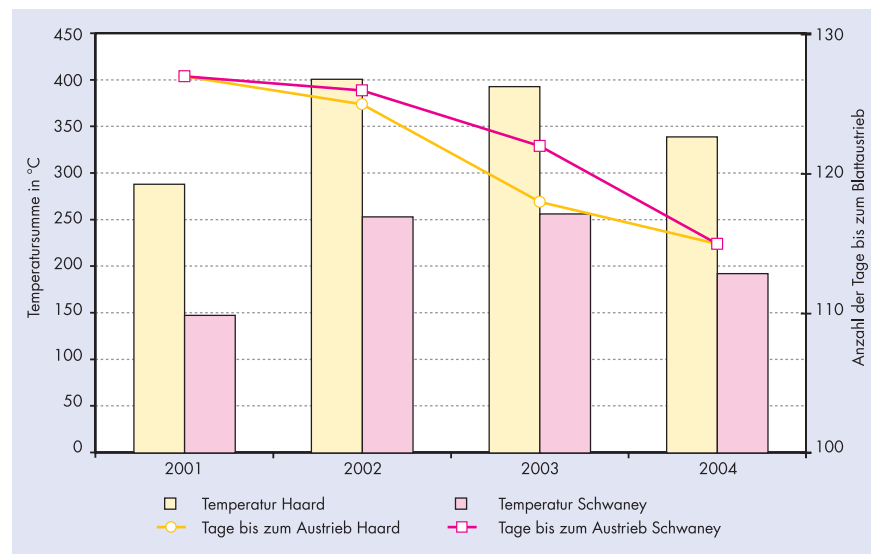




**Abb. 4:** Höhenlage über NN und Dauer der forstlichen Vegetationszeit 2003 im Vergleich zum langjährigen Mittel (1951-1980) der Buche in NRW (Klimaatlas)



**Abb. 5:** Anzahl der Tage seit Jahresbeginn bis zum Austrieb im Jahr 2004 auf den Dauerbeobachtungsflächen im Vergleich zu Mittelwerten des Klimaatlasses für das Ostmünsterland und das Hochsauerland



**Abb. 6:** Austriebsverhalten und Temperatursumme (20.2.-20.4.) auf den Level II-Flächen in der Haard und in Schwaney zwischen 2001 und 2004

Vegetationsperiode berechnen. In Abbildung 3 wird sie der Dauer der klimatologischen Vegetationszeit gegenüber gestellt. Die klimatologische Vegetationszeit ist durch den Zeitraum definiert, in dem die Tagesmittelwerte der Lufttemperatur im langjährigen Mittel anhaltend 10°C und mehr betragen.

Grundsätzlich war die phänologische Vegetationsperiode in den Jahren 2001 bis 2003 länger als die klimatologische Vegetationszeit. Die Unterschiede sind auf den Berglandflächen Schwaney, Monschau und Glindfeld wesentlich größer als auf den Flachlandflächen. Von der milden Witterung profitieren demnach die Mittelgebirgslagen mehr als das Flachland. Der im langjährigen Mittel deutliche Einfluss der Höhenlage auf die Dauer der Vegetationszeit ist in den Jahren 2001 bis 2003 kaum zu erkennen. Die Zusammenhänge sind beispielhaft für das Jahr 2003 in Abbildung 4 dargestellt. Dabei werden zum Vergleich interpolierte Mittelwerte der Jahre 1951 bis 1980 aus dem Klimaatlas für die Buche in NRW herangezogen (Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 1989, S. 48 und Karte 49).

Auch im Austriebsverhalten 2004 sind auf den Buchen- und Eichenflächen kaum Unterschiede in Abhängigkeit von der Höhenlage zu erkennen. Dargestellt sind in Abbildung 5 die Anzahl der Tage seit Jahresbeginn bis zu dem Zeitpunkt, an dem sich 50% der Belaubung entfaltet hat. Zum Vergleich dazu sind die Mittelwerte der Jahre 1951 bis 1980 (Klimaatlas NRW) für die Buche in den Naturräumen Ostmünsterland und Hochsauerland (schraffierte Säulen) angegeben.

Die in der Vergangenheit beobachtete Beziehung zwischen dem Beginn der forstlichen Vegetationszeit und der klimatischen Höhenstufe wurde in den letzten Jahren von anderen Faktoren überlagert.

### Phänologische Stadien im Bezug zu Wetterdaten

#### Austrieb im Frühjahr

Auf den Blattaustrieb der Buche hat die Lufttemperatur in den beiden vorhergehenden Monaten großen Einfluss. Für die Buchenflächen Haard und Schwaney werden deshalb die Temperatursummen zwischen dem 20. Februar und 20. April gebildet und mit der Anzahl der Tage vom Jahresbeginn bis zum Austrieb >>

in Beziehung gesetzt (Abbildung 6). Im Kurvenverlauf zeigt sich für beide Flächen der von Jahr zu Jahr frühere Austriebstermin. Die Temperatursummen steigen jedoch nicht in entsprechender Weise an. Bei einer wesentlich geringeren Temperatursumme treibt die Buche in Schwaney 2001 und 2004 zum gleichen Zeitpunkt wie in der Haard aus. Hier zeigt sich, dass neben dem Wärmeangebot weitere Faktoren für den Beginn der Blattentfaltung entscheidend sind. In der Literatur wird u.a. auf die Tageslänge sowie die genetische und biologische Entwicklungsbereitschaft hingewiesen.

**Blattverfärbung im Herbst**

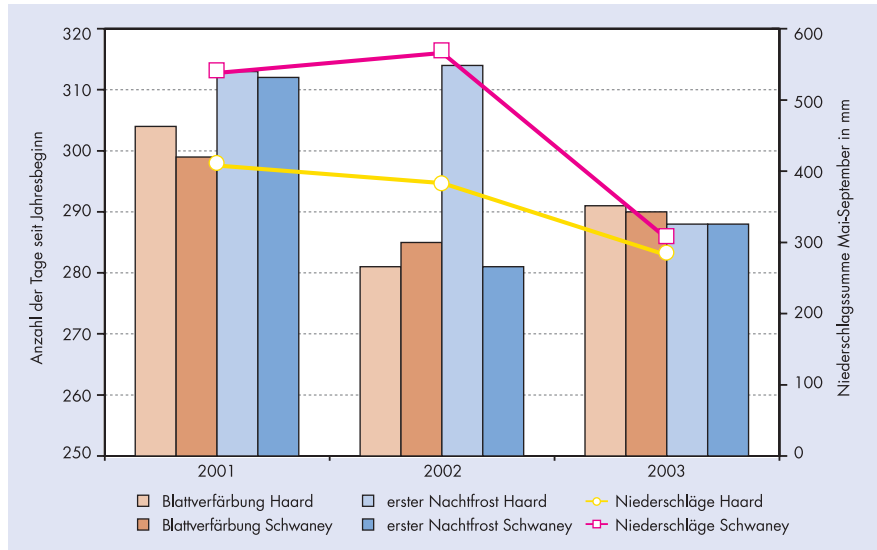
Blattverfärbungen treten im Spätsommer oft in Verbindung mit Trockenperioden auf. Für die sich anschließende herbstliche Verfärbung sind neben biologischen Prozessen die abnehmende Tageslänge und niedrige Temperaturen ausschlaggebend. Dabei spielt auch das Auftreten von Nachtfrösten eine Rolle. Sommer-trockenheit und früh auftretende Herbstfröste tragen beide zur Verkürzung der Vegetationszeit bei.

Die erst späte Blattverfärbung im Jahr 2001 lässt sich durch die reichlichen Niederschläge und den sehr milden Herbst gut erklären. Erste Nachtfröste sind in der Haard am 9. November und in Schwaney am 8. November aufgetreten.

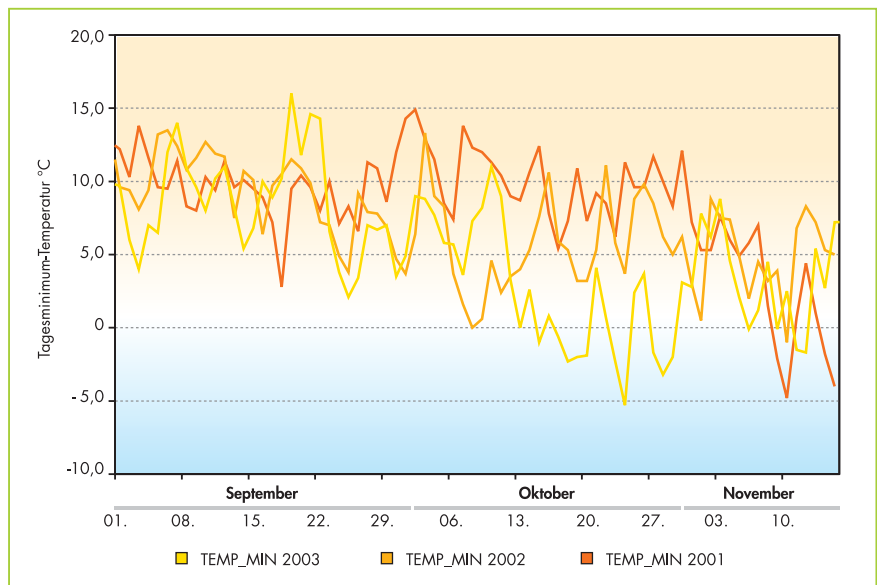
Deutlich kürzer stellt sich die Vegetationszeit im Jahr 2002 dar, obwohl zumindest in der Haard aus Sicht der Niederschläge und der Nachtfröste etwa gleiche Bedingungen herrschten.

Die ersten Fröste in Schwaney waren schwach und nur von sehr kurzer Dauer. Hier sind zwischen dem 8. und 12. Oktober 3 Frostnächte mit Temperaturen bis zu -1,7°C aufgetreten. Grund für die relativ frühe Blattverfärbung 2002 könnte die Fruktifikation der Buche sein. So ist auch im aktuellen Jahr 2004 bei starker Fruktifikation und milder Witterung bereits im September eine erhebliche Blattverfärbung an der Buche festzustellen.

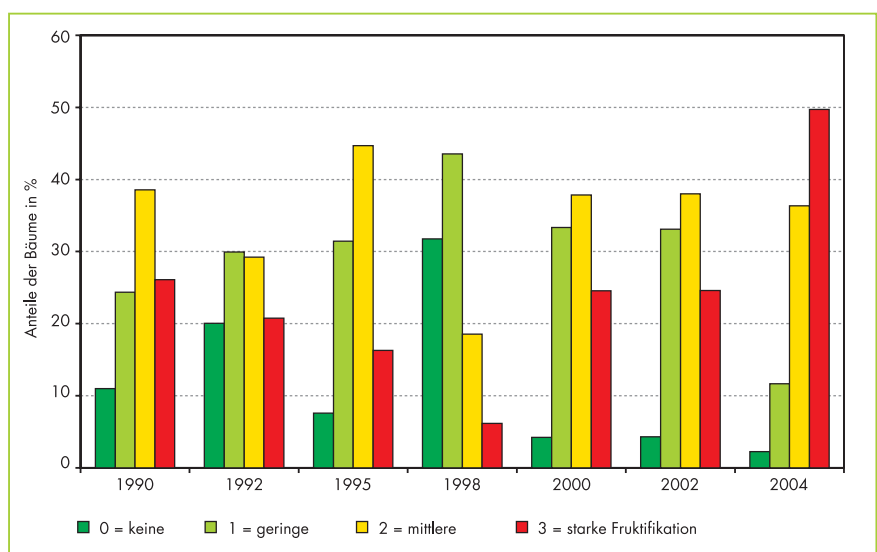
Überraschend ist die Entwicklung im Trockenjahr 2003. Trotz geringer Niederschläge und anhaltenden Nachtfrösten ab Mitte Oktober von 10 (Haard) bzw. 12 (Schwaney) Tagen Dauer mit Temperaturen bis zu -5,3°C (Haard) bzw. -8,1°C (Schwaney), hielt die phänologische



**Abb. 7:** Anzahl der Tage seit Jahresbeginn bis zur Blattverfärbung und bis zum ersten Herbstfrost sowie Vegetationszeitniederschläge auf den Level II-Flächen Haard und Schwaney



**Abb. 8:** Tagesminimumtemperaturen zwischen dem 1. September und dem 15. November der Jahre 2001-2003 auf der Level II-Fläche Haard



**Abb. 9:** Prozentuale Anteile der Buchen in den Fruktifikationsstufen bei den Masten zwischen 1990 und 2004; Ergebnisse von den Dauerbeobachtungsflächen in NRW



Neben der Buche hat auch die Eiche im Jahr 2004 stark geblüht.

Vegetationszeit auf beiden Flächen länger als im Vorjahr an (Abbildung 7). Durch die Frostperiode in der zweiten Oktoberhälfte unterscheidet sich der Herbst 2003 deutlich von den beiden Vorjahren (Abbildung 8).

### Blüte

Auslösender Faktor für die Blütenbildung von Waldbäumen sind hohe Temperaturen zur Zeit der Knospenanlage im Frühjahr und Frühsommer vor dem Jahr der Blüte (Dengler, 1972). Nach Gruber (2003) nehmen auf die Fruchtbildung der Buchen Witterungsfaktoren über einen Zeitraum von mindestens drei Jahren Einfluss. Im Jahr 2004 war an vielen Bäumen und Sträuchern eine starke Blüte festzu-

stellen. Diese Beobachtung stimmt mit der Erfahrung nach Dengler überein, da zur Zeit der Knospenanlage im Juni des Vorjahres überdurchschnittlich hohe Temperaturen gemessen wurden.

In den vergangenen 15 Jahren hat die Buche in ungewöhnlich kurzen Zeitabständen wiederholt fruktifiziert. Aufgrund der günstigen Witterung im Frühjahr 2004 hat die Blüte zu einer Fruchtbildung geführt, die wesentlich stärker als in den Vorjahren ausgeprägt war. Der Anteil der stark fruktifizierenden Buchen betrug 2004 auf den nordrhein-westfälischen Dauerbeobachtungsflächen ca. 50% (Abbildung 9).

Die starke Blüte bei der Eiche hat dagegen nur zu einer geringen bis mittleren Mast geführt. In Beständen, die im Frühjahr durch Schmetterlingsraupen kahlgefressen wurden, konnte kein Fruchtanhang festgestellt werden.

In Fichtenbeständen war die männliche Blüte 2004 wesentlich stärker als die weibliche ausgeprägt. Folglich ist der Fruchtanhang wie bei der Eiche in diesem Jahr nur gering bis mittelstark. Die Fichte blühte ca. 10 bis 14 Tage vor dem Austrieb. Die Fichtenblüte fiel damit zeitgleich mit der Buchenblüte zusammen. Die starke Blüte der Fichte könnte ihren relativ späten Austrieb gegenüber den Vorjahren erklären.

### Zusammenfassung

Die phänologischen Beobachtungen auf den Dauerbeobachtungsflächen zeigen im Trockenjahr 2003 keine auffällig kürzere Vegetationszeit als in den Vorjahren. Auf allen Flächen sind im Beobachtungszeitraum 2001-2003 Vegetationszeiten festzustellen, deren Dauer die langjährigen Mittel vor allem im Bergland übertreffen. Bei der Buche setzt die Blattentfaltung zwischen 2001 und 2004 von Jahr zu Jahr früher ein, wobei sich die Austriebszeitpunkte im Flachland nur wenig von denen im Bergland unterscheiden. Buche, Eiche und Fichte haben 2004 stark geblüht. Nach allgemeiner Erfahrung wurde die Blüte von dem warmen und trockenen Jahr 2003 begünstigt. Aus der starken Blüte hat sich bei der Buche eine überdurchschnittliche Mast entwickelt, während bei der Eiche und Fichte die Fruktifikation gering bis mäßig blieb. <

## Autoren- und Adressverzeichnis

Name	Kontakt	
Falkenried, Lutz	<b>Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW</b>  Castroper Straße 312-314 45665 Recklinghausen	<b>Telefon</b> 02 361. 305-213 <b>Telefax</b> 02 361. 305-538  lutz.falkenried@loebf.nrw.de www.loebf.nrw.de
Gehrmann, Dr. Joachim	<b>Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW</b>  Castroper Straße 312-314 45665 Recklinghausen	<b>Telefon</b> 02 361. 305-470 <b>Telefax</b> 02 361. 305-540  joachim.gehrmann@loebf.nrw.de www.loebf.nrw.de
Geiger, Dr. Jutta	<b>Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen</b>  Wallneyer Straße 6 45133 Essen	<b>Telefon</b> 02 01. 79 95-15 45 <b>Telefax</b> 02 01. 79 95-1575  jutta.geiger@lua.nrw.de www.lua.nrw.de
Genßler, Lutz	<b>Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW</b>  Castroper Straße 312-314 45665 Recklinghausen	<b>Telefon</b> 02 361. 305-472 <b>Telefax</b> 02 361. 305-540  lutz.genssler@loebf.nrw.de www.loebf.nrw.de
Krause, Dr. Georg	<b>Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen</b>  Schederhofstraße 6 45133 Essen	<b>Telefon</b> 02 01. 79 95-12 15 <b>Telefax</b> 02 01. 79 95-1574  georg.krause@lua.nrw.de www.lua.nrw.de
Niesar, Mathias	<b>Landesbetrieb Wald und Holz</b>  Albrecht-Thaer-Straße 34 48147 Münster	<b>Telefon</b> 02 51. 23 76-0  mathias.niesar@hf-nrw.lfv.nrw.de www.wald-und-holz.nrw.de
Radermacher, Ludwig	<b>Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen</b>  Schederhofstraße 6 45133 Essen	<b>Telefon</b> 02 01. 79 95-12 11 <b>Telefax</b> 02 01. 79 95-1574  ludwig.radermacher@lua.nrw.de www.lua.nrw.de
Spelsberg, Günter	<b>Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW</b>  Castroper Straße 312-314 45665 Recklinghausen	<b>Telefon</b> 02 361. 305-231 <b>Telefax</b> 02 361. 305-538  guenter.spelsberg@loebf.nrw.de www.loebf.nrw.de

Name	Kontakt	
Teske, Holger	<b>Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW</b>  Castroper Straße 312-314 45665 Recklinghausen	<b>Telefon</b> 02 361. 305-364 <b>Telefax</b> 02 361. 305-538  holger.teske@loebf.nrw.de www.loebf.nrw.de
Ziegler, Christoph	<b>Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW</b>  Castroper Straße 312-314 45665 Recklinghausen	<b>Telefon</b> 02 361. 305-466 <b>Telefax</b> 02 361. 305-540  christoph.ziegler@loebf.nrw.de www.loebf.nrw.de
Zirlewagen, Dr. Dietmar	<b>INTERRA</b>  In der Petersbreite 47 79341 Kenzingen	<b>Telefon</b> 076 44. 93 05 39  d.zirlewagen@interra.biz www.interra.biz

## Waldzustandsberichte des Bundes und der UN/ECE

### Bericht über den Zustand des Waldes 2004 – Ergebnisse des forstlichen Umweltmonitorings

Hsg. BUVEL, Berlin Dezember 2004;

[www.verbraucherministerium.de](http://www.verbraucherministerium.de) > Service > online Bestellschein

### The Condition of Forests in Europe – 2004 Executive Report

Hsg. United Nations Economic Commission for Europe, Geneva 2004

[www.icp.forests.org](http://www.icp.forests.org)

## Impressum

### Herausgeber

#### LÖBF NRW

Landesanstalt für Ökologie,  
Bodenordnung und Forsten des  
Landes Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10  
45659 Recklinghausen

Telefon 02361. 305-0  
Fax 02361. 305-700

Mail [poststelle@loebf.nrw.de](mailto:poststelle@loebf.nrw.de)  
Internet [www.loebf.nrw.de](http://www.loebf.nrw.de)

#### Postanschrift

Postfach 101052  
45610 Recklinghausen

© LÖBF NRW | Recklinghausen 2005

### Fachliche Bearbeitung

Vorgelegt durch die begleitende  
Arbeitsgruppe zum Forstlichen  
Umweltmonitoring:

Dr. Joachim Gehrman, LÖBF  
Recklinghausen (Leiter d. Arbeitsgruppe)  
Mathias Niesar, LWK Bonn  
Ludwig Radermacher, LUA Essen  
Manfred Stemmer, HF Münster  
Ronald Steudte-Gaudich, GD Krefeld

### Gestaltung und Satz

Vollmer

### Bildnachweis

Titelbild, U1, U4, 9: Kratsch; 4: Gehr-  
mann; 20, 21, 22, 31: Niesar; 26, 29:  
Scheible; 27: Falkenried; 31: Wießner;  
41: Wengelinski; 4, 51: Ziegler

### Druck

XXX folgt

### Papier

100% Recyclingpapier  
ausgezeichnet mit dem blauen Engel





[www.loebf.nrw.de](http://www.loebf.nrw.de)



Landesanstalt für  
Ökologie, Bodenordnung  
und Forsten des Landes  
Nordrhein-Westfalen

**NRW.**

