

# Waldmonitoring: Harte Daten für die Politik

Wissenschaftler in ganz Europa erfassen aktuell und nach einheitlichen Standards Umweltveränderungen und ihre Folgen für Wald und Forstwirtschaft

Hans-Peter Dietrich und Stephan Raspe

**In Zeiten dynamischer Umweltveränderungen ist eine stete und zeitnahe Bewertung der erbrachten Leistungen des Waldes und bestehender Risiken eine Voraussetzung für nachhaltiges Wirtschaften mit der Natur. Das Forstliche Umweltmonitoring als wichtiger Teil des Waldmonitorings dient der Umweltvorsorge in besonderem Maße. Es ist eingebunden in ein international abgestimmtes Informationsnetzwerk. Vergleichbare Daten und Bewertungsgrundlagen sind eine unverzichtbare Referenz für Forst- und Umweltpolitik.**

Der Fall der Berliner Mauer 1989 und die ägyptische Revolution 2011 markieren zeitgeschichtlich drei Jahrzehnte grundlegenden gesellschaftspolitischen Wandels, deren Zeugen wir gerade wurden. Weniger bewegend, aber nicht minder dynamisch ändert sich unsere Umwelt im gleichen Zeitraum. Der Klimawandel mit seinen vielen unbekanntenen Auswirkungen auf Mensch und Natur ist längst in den Wäldern angekommen und stellt Waldbesitzer und Forstwirtschaft vor große Herausforderungen.

Wir beobachten zwei gegenläufige Entwicklungen. Zur selben Zeit, in der die Luftreinhaltepolitik der europäischen Industrienationen sichtbare Erfolge erzielen konnte (Raspe, Schulz, Dietrich und Foullois, S. 15–18 in diesem Heft) und die Säureeinträge in unsere Waldböden (saurer Regen) deutlich vermindert wurden, hat die weltweit hohe Treibhausgas-Emission zu einer bereits merklichen Erwärmung der Erdatmosphäre geführt. Auch in unseren Breiten ist bereits eine Häufung von Jahren mit starken Witterungsextremen aufgetreten (Zimmermann und Raspe, S. 19–22 in diesem Heft). Weltweit wurden die zehn wärmsten Jahre seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in den Jahren nach 1990 gemessen. Die Messungen an bayerischen Waldklimastationen (WKS) bestätigen den Trend erhöhter Lufttemperatur im Sommerhalbjahr (Abbildung 1). Hitze rekorde, Jahrhundertssommer mit lang anhaltender Bodentrockenheit und Extremniederschlagsereignisse mit Jahrhunderthochwässern sind mittlerweile nichts Ungewöhnliches mehr.

Langlebige Ökosysteme wie unsere Wälder stehen dabei vor besonderen Problemen. Vitalität und Gesundheit wichtiger Waldbaumarten sind zunehmend gefährdet. Betroffen sind vor allem wenig anpassungsfähige Baumarten auf ungeeigneten Standorten wie zum Beispiel die Fichte in Mittelfranken. In den Wäldern werden langfristig nur die Baumarten erfolgreich bestehen, die an die künftigen Witterungsbedingungen gut angepasst sind. Die Forstwirtschaft muss deshalb rechtzeitig handeln und vorausschauend planen. Vorsorgend hat die Bayerische Forstverwaltung bereits ein umfangreiches Waldumbauprogramm und Maßnahmen zur Anpassung der Bergwälder in Bayern eingeleitet.

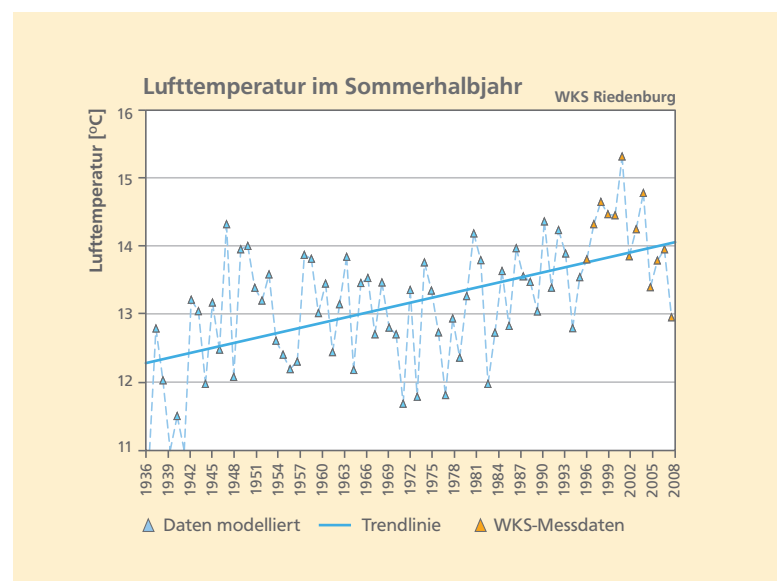


Abbildung 1: An der WKS Riedenburg nehmen seit Jahrzehnten in den Sommerhalbjahren die Lufttemperaturen zu. Besonders seit 1990 häufen sich Jahre mit höheren Sommertemperaturen.

Bedingt durch die Klimawandeldiskussion und die Preisentwicklung bei fossilen Energiequellen, ist die Nachfrage und Wertschätzung des umweltfreundlichen Energieträgers und Rohstoffes Holz stark gestiegen. Die Nutzungsansprüche haben sich in der Forstwirtschaft stark verändert. Holz hat eine gute CO<sub>2</sub>-Bilanz und Wald kann erheblich und nachhaltig zum Ersatz fossiler Energieträger und energieintensiver Rohstoffe beitragen. Es gilt, die verfügbaren Potentiale bestmöglich zu nutzen.

## Forstliches Umweltmonitoring als Teil des Waldmonitorings

Der Begriff Monitoring bezeichnet allgemein die regelmäßige und langfristige Beobachtung und Erfassung eines Vorgangs oder Prozesses. Das unterscheidet Monitoring von einmaligen Zustandserhebungen oder kurzfristigen Studien. Dabei ist die

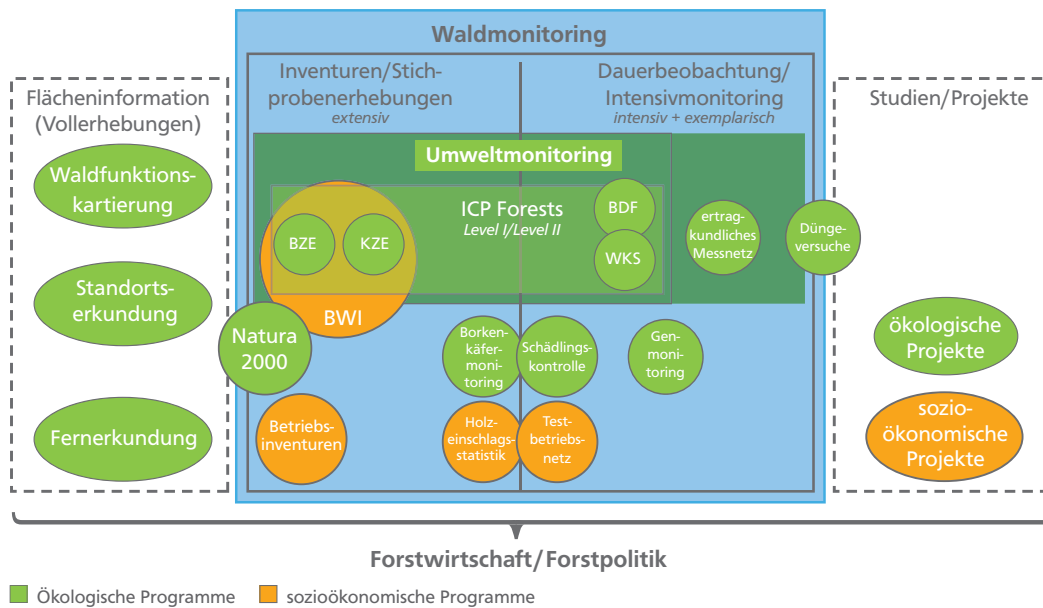


Abbildung 2: Elemente des Waldmonitorings in Bayern

Wiederholung ein zentrales Element, um anhand von Ergebnisvergleichen Veränderungen bewerten zu können.

Das *Forstliche Umweltmonitoring* erfasst Umwelteinflüsse und die durch sie hervorgerufenen Zustandsänderungen von Waldökosystemen anhand ökologischer Messparameter und daraus abgeleiteter Indikatoren.

Das *Waldmonitoring* umfasst die Bewertung aller forstlich relevanten Informationen zu Wald und seiner Bewirtschaftung. Zusätzlich zu ökologischen Indikatoren aus dem forstlichen Umweltmonitoring werden naturschutzfachlich, forstwirtschaftlich und gesellschaftlich relevante Informationen und Aspekte (ökologische, ökonomische und soziale) zeitnah erfasst und deren Veränderung bewertet (Abbildung 2).

### Qualifizierte Umwelt- und Waldinformationen für Forstwirtschaft und Forstpolitik in Bayern und Europa

Forst- und umweltpolitische Entscheidungen stützen sich zum einen auf repräsentative Informationen, die aus flächigen Vollerhebungen gewonnen werden (Flächendaten) sowie auf statistische Kenndaten. Zum anderen ergänzt das Waldmonitoring diese Informationen durch Stichprobeninventuren und die zeitnahe Erfassung und Bewertung zusätzlicher ökonomischer Leistungszahlen und ökologischer Indikatoren. Es werden unter anderem bestehende Umweltrisiken und die dadurch verursachten Veränderungen in unseren Wäldern erfasst, die Naturnähe des Waldökosystems ermittelt und die Waldgefährdung durch Insekten oder Pathogene überwacht (Abbildung 2).

An vorderer Stelle der forstwirtschaftlich bedeutenden Themen stehen die *Leistungsfähigkeit* und das *Produktionspotential der Wälder* im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Waldnutzung und die Sicherung der Waldfunktionen. Neu hinzu gekommen ist die Frage der CO<sub>2</sub>-Bindung und der Senkenfunktion der Wälder für klimawirksame Treibhausgase (Schulz und Klein, S. 23–25 in diesem Heft). Die erforderlichen

Informationen aus periodischen Waldinventuren (z. B. Bundeswaldinventur, BWI) werden durch jährliche stichprobenbasierte Befragungen zur aktuellen Nutzungsintensität (Holzeinschlagsstatistik nach Besitzarten und Sortimenten) und zur Beurteilung der wirtschaftlichen Lage im größeren Privatwald und Körperschaftswald (Testbetriebsnetz) erweitert.

Die *Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen* und Ressourcen ist ein weiterer Aspekt von zentraler Bedeutung für die nachhaltige Forstwirtschaft. Deshalb gilt ein besonderes Augenmerk der Erhaltung der Bestandesstabilität und -produktivität, dem Boden- und Grundwasserschutz sowie dem Erhalt der biologischen und genetischen Vielfalt. Das forstliche Umweltmonitoring ergänzt hier fehlende Informationen, indem es Umweltrisiken, die von Schadstoffeinträgen und Witterung ausgehen, kontinuierlich erfasst und bewertet. Solche Umweltrisiken sind unter anderem Klimawirkungen, Bodenversauerung, Eutrophierung oder Stickstoffsättigung. Das forstliche Umweltmonitoring beinhaltet folgende Messprogramme:

- Intensivmessung der Schadstoffbelastungen, Klimaeinflüsse und ihrer Wirkungen an 18 bayerischen Waldklimastationen;
- Erfassung von Bodenveränderungen:
  - an ausgewählten Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF); landnutzungsübergreifend an Weiserstandorten und Waldklimastationen;
  - auf ausgewählten Düngerversuchsflächen;
- Beobachtung der Vitalität und Gesundheit des Waldes:
  - bei jährlichen Kronenzustandserhebungen (KZE); landesweit auf dem Netz der Bundeswaldinventur und an Waldklimastationen;
  - langjährige periodische Messungen zum Baumwachstum auf ertragskundlichen Weiserflächen.

Ökosystemare Beobachtungen und Erhebungen zur *Naturnähe* der Waldbewirtschaftung und zum *Erhalt der biologischen und genetischen Artenvielfalt* im Rahmen des Waldmonitorings liefern weitere forstwirtschaftlich wie umweltpolitisch bedeutsame Größen. Hierzu zählen:

- Natura-2000-Monitoring von Lebensraumtypen und Arten, jeweils stichprobenbasiert, soweit möglich auf dem Netz der Bundeswaldinventur, wo nötig auf eigenem Inventurnetz länderübergreifend, bzw. durch Vollerhebung in Lebensraumtypen mit geringer Verbreitung;
- genetisches Monitoring auf ausgewählten Weiserflächen des Intensivmonitorings.

Für die Überwachung und Prognose forstschädlicher Insekten wurde ein zielgerichtetes *Waldschutzmonitoring* entwickelt:

- Borkenkäfermonitoring als Kontroll- und Expertensystem (landesweit, saisonal, stichprobenbasiert) (Zeitler, S. 12–14 in diesem Heft);
- phytosanitäre Überwachung von blattfressenden Insekten an Nadel- und Laubbäumen mittels Fallenfang (Schwammspinner, Nonne) oder Probepuppensuche bei Kiefern-schädlingen und Fichten-Gespinstblattwespe (regional, saisonal bzw. jährlich, stichprobenbasiert).

Daten und Expertise aus dem Waldmonitoring werden regelmäßig in den Wald- und Fachberichten der Bundesrepublik und der Europäischen Union veröffentlicht.

Bund und Ländern erwachsen aus internationalen Vereinbarungen vielfältige Berichtspflichten, die nur auf Grundlage eines angepassten Waldmonitorings erfüllt werden können, zum Beispiel

- zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung (Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa, MCPFE),
- zum Klimaschutz (Klimarahmenkonvention, Kyoto-Protokoll),
- zum Schutz der biologischen Vielfalt (Übereinkommen über die biologische Vielfalt, CBD) und
- zur Luftreinhaltung (Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung, UN/ECE-CLRTAP)

Daten und Kennwerte aus dem Waldmonitoring fließen darüber hinaus in Berichte anderer Behörden ein, so zum Beispiel in den Umweltbericht des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (BayLfU 2007); sie werden von Wissenschaft, Behörden und Öffentlichkeit intensiv genutzt. Ökonomische Kenndaten werden statistisch in den Ländern und im Bund aufbereitet und der Forstwirtschaft und Öffentlichkeit berichtet.

Nachfolgende Ausführungen beziehen sich auf das Forstliche Umweltmonitoring, einem Kernelement des Waldmonitorings.

## Umweltrisiken machen nicht an Landesgrenzen halt

Trotz der Erfolge in der Luftreinhaltungspolitik stellen überhöhte Stickstoffeinträge ein ungelöstes Problem für die Wälder dar. Nährstoff-Ungleichgewichte und Nitratauswaschungen werden beobachtet. An der Mehrzahl der Waldklimastationen werden zur Zeit kritische Schwellenwerte (Critical Loads) des Stickstoff-Eintrages überschritten (Raspe, Schulz, Dietrich und Foullois, S. 15–18 in diesem Heft). Ein Drittel der bayerischen Waldstandorte gelten bereits als Stickstoff gesättigt, dort wird Nitrat mit dem Sickerwasser aus den Waldböden ausgetragen (Mellert, Gensior und Kölling 2005). Stickstoff ist vor allem ein

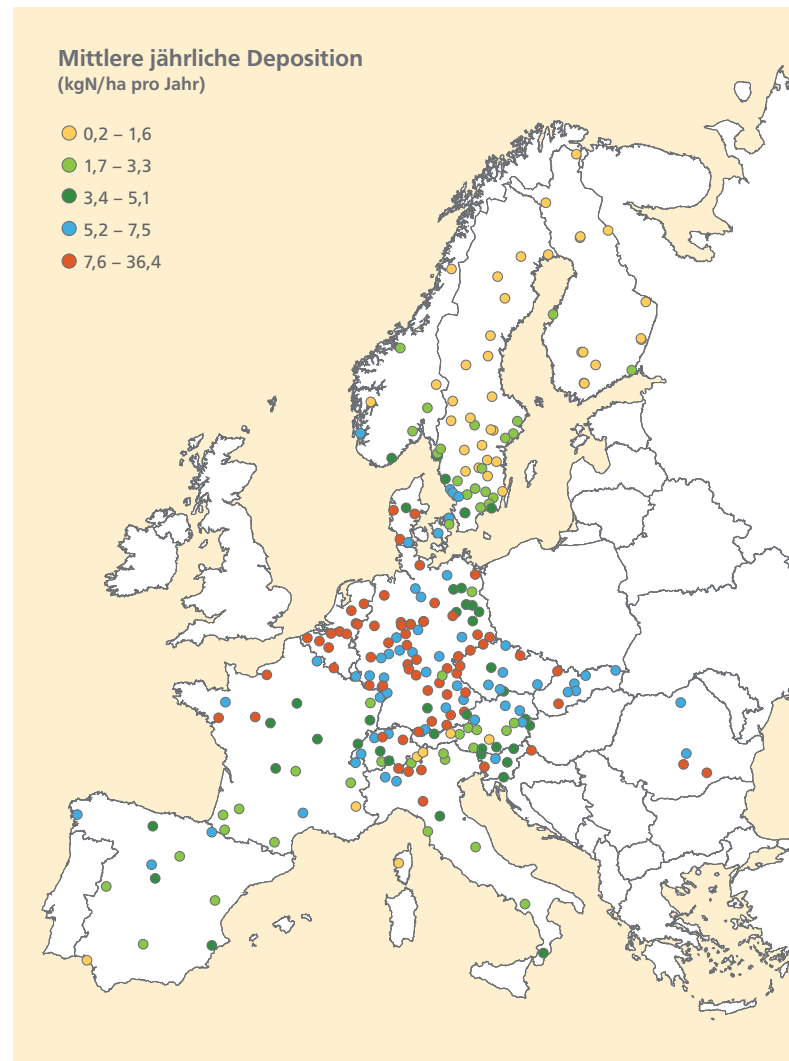


Abbildung 3: Stickstoffdeposition in Europa im Jahr 2009

Fischer et. al (2009)

Problem der Industriestaaten mit hoher Bevölkerungsdichte und intensiver Landwirtschaft (Abbildung 3). Grenzüberschreitende umweltpolitische Initiativen zur Minderung der negativen Folgen liegen im Interesse der walddreichen Regionen Mittel- und Osteuropas.

Wälder sind weltweit vom Klimawandel betroffen. Die Frage, ob und wie unsere heimischen Wirtschaftsbaumarten an die erwarteten Temperaturerhöhungen von bis zu 2–4 °C angepasst sind, ist von besonderem Interesse für unsere heimische Forst- und Holzwirtschaft. Bei der Beantwortung dieser Frage ist der Blick über die Landesgrenzen unerlässlich. Für eine sichere Prognose ist es hilfreich, die Anpassungsfähigkeit der Baumarten in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet und insbesondere an den klimatischen Rändern genauer zu untersuchen. Dort lassen sich Schwellenwerte für erhöhtes Risiko besser ableiten. Kronenzustandsdaten aus dem internationalen forstlichen Umweltmonitoring zeigen die regional sehr unterschiedlichen Vitalitätseinbußen der Buchen nach der extremen Trockenheit des Jahres 2003 (Dietrich, S. 9–11 in diesem Heft). Wie eng Wassermangel und Vitalitäts- bzw. Produk-

tionseinbußen bei den Waldbäumen verknüpft sind, zeigte sich im Jahrhundertssommer 2003 (Abbildung 4).

## Ökologische Daten für die Waldbewirtschaftung

Die Ergebnisse aus den Intensivmessungen (Waldklimastationen) erlauben unter anderem eine umfassende Bewertung der Stoffkreisläufe der betrachteten Ökosysteme. Dadurch können nicht nur die Einflüsse der Schadstoffeinträge, sondern auch deren Auswirkungen auf die forstliche Nutzung bewertet werden. Monitoringdaten werden mit Inventur- und Flächendaten kombiniert; mittels Modellen und geographischen Informationssystemen werden Flächenaussagen generiert und Handlungsempfehlung für den Waldbesitzer und die Forstbetriebe erstellt. Aktuelle Beispiele hierfür sind die Klimarisikokarten der Baumarten oder die Kulissen für Kalkungsempfehlungen.

## Walddaten für die internationale Luftreinhaltepolitik

Die Wurzeln des forstlichen Umweltmonitorings in Bayern lassen sich zurückverfolgen in die Zeit der aufkeimenden Waldschadensforschung vor dem Hintergrund der Diskussion um das »Waldsterben« Anfang der 1980er Jahre. Als erstes deutsches Forstinstitut entwickelte die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, ehemals Bayerische Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, bereits im Jahr 1983 die systematische Kronenzustandserhebung auf der gesamten Waldfläche. Wenige Jahre später erteilte der Bayerische Landtag der LWF den Auftrag, ein landesweites Grundnetz von Waldklimastationen zu errichten, mit dessen Umsetzung das damals neu eingerichtete Sachgebiet Forsthydrologie 1990 beginnen konnte.

Die Intensivmessungen an den Waldklimastationen waren der Erkenntnis der Waldschadensforschung geschuldet, die wirksamen Umwelteinflüsse und ihre Wirkungen künftig nicht räumlich getrennt voneinander, sondern kontinuierlich und langfristig an ein und denselben Orten zu untersuchen. Schon im Namen der Waldklimastationen wird deutlich, dass die bayerische Politik der Bedeutung des Klimas bei der Analyse von Risiken für den Wald bereits Ende der 1980er Jahre vorausschauend großen Wert beigemessen hatte.

Kronenzustandserhebungen und Waldklimastationen sind heute integriert in das international größte wirkungsbezogene Umweltmessnetz, das vom Nordkap bis zu den Kanaren reicht. Seine Wurzeln hat dieses Umweltmessnetz in der Genfer Luftreinhaltekonvention. Dort und in Folgeprotokollen sind unter dem Ziel der Minderung grenzüberschreitender Luftschadstoffverunreinigungen nicht nur die inhaltlichen Vorgaben für den europäischen und deutschen Immissionschutz gelegt. Es wurden auch formale und verbindliche Voraussetzungen für ein internationales Kooperationsprogramm Forst (ICP Forests) geschaffen, mit dem die Wirkungen von Luftschadstoffen auf die Wälder ermittelt werden (siehe Kasten). Parallel dazu führte die Europäische Union das Forstli-

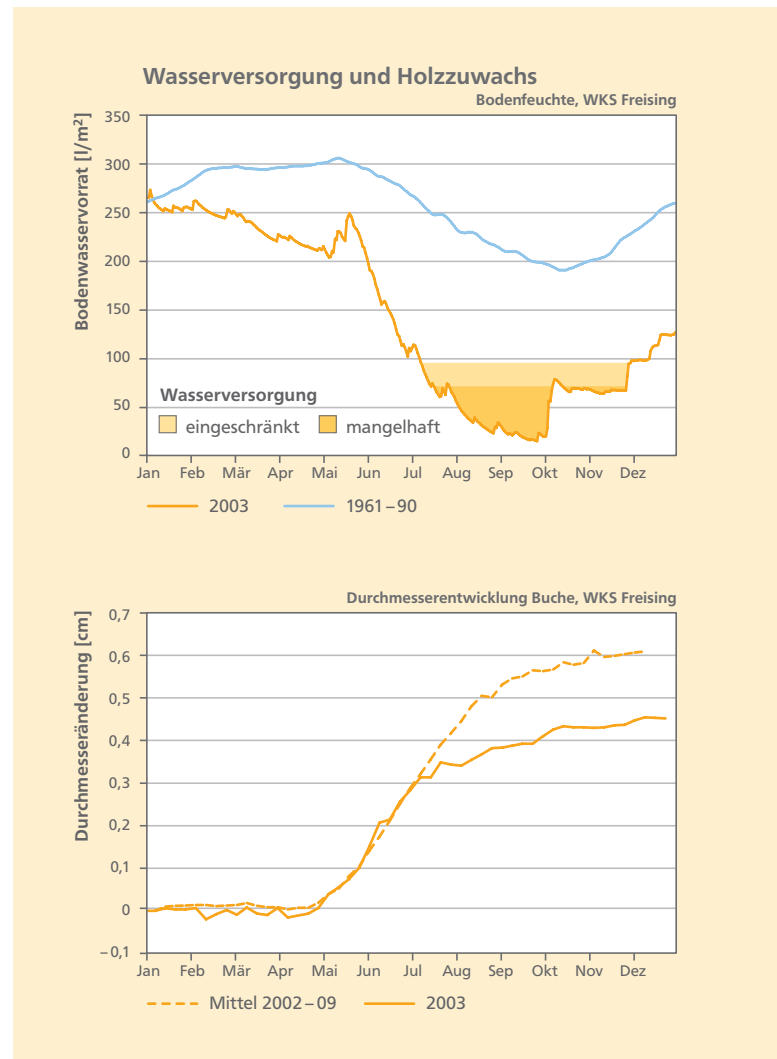


Abbildung 4: Wassermangel und Holzzuwachs: Bodenfeuchte (oben) und Durchmesserentwicklung der Buche (unten) an der WKS Freising; sehr schnell reagierte im Trockenjahr 2003 der Durchmesserzuwachs der Buchen auf die mangelhafte Wasserversorgung

che Umweltmonitoring für die Mitgliedstaaten verpflichtend ein. Eine verbindliche EU-Regelung gibt es mit Ablauf der EU-»Forest Focus-Verordnung« seit Ende 2006 zwar nicht mehr, die Verpflichtungen zum Umweltmonitoring aus der von der Bundesrepublik Deutschland und der Europäischen Union ratifizierten internationalen Luftreinhaltekonvention bleiben aber weiter bestehen. Die Mitgliedstaaten der EU bearbeiten derzeit ein Projekt zur Weiterentwicklung des europäischen Forstlichen Monitorings, das die EU im Rahmen der LIFE+ Verordnung mit Projektmitteln fördert ([www.futmon.org](http://www.futmon.org)).

## Waldmonitoring im Umbruch

In Bayern wurden die Kernbereiche des Forstlichen Umweltmonitorings bereits neu strukturiert. Ziel war es, die Messprogramme stärker auf die wichtigen Zukunftsfragen auszurichten. Synergien sollten bestmöglich genutzt und Kosten

eingespart werden. Das Neukonzept ist weitgehend umgesetzt. Messnetze von Bundeswaldinventur und Monitoring wurden bereits 2006 zusammengelegt. Die Kronenzustandserhebungen werden seit 2009 auf einem 16 x 16 Kilometer Grundraster durchgeführt. Die Anzahl der Waldklimastationen wurde von 22 auf 18 reduziert. Die Bodendauerbeobachtung wird an den Standorten der Waldklimastationen fortgeführt, ruht jedoch an den übrigen Standorten. Bedeutende Standorte der Waldforschung, wie zum Beispiel der Höglwald, wurden in das Programm der Waldklimastationen eingebunden. An zwei Waldklimastationen werden die Auswirkungen von klimatischen Einflüssen auf verschiedene Baumarten intensiver untersucht.

Mit dem Wegfall verbindlicher Rechtsnormen zum forstlichen Umweltmonitoring in Europa sind ein einheitliches Vorgehen und die Einhaltung notwendiger Vergleichsstandards auch in den Bundesländern nicht mehr gewährleistet. Auf Beschluss der Forstchefs und Waldbaureferenten der Länder wird im Jahr 2011 eine Arbeitsgruppe der Länder eingesetzt, um ein abgestimmtes deutsches Konzept zum Waldmonitoring zu formulieren. Gegebenenfalls kann dies als Grundlage für eine Verordnung zu § 41a Abs. 6 des novellierten Bundeswaldgesetzes (BWaldG) dienen. Die Initiative hat ein einheitliches Vorgehen in Deutschland zum Ziel.

Zur Zeit werden auf nationaler und EU-Ebene intensive Anstrengungen unternommen, das künftige Konzept und die Finanzierung für die Bereitstellung vergleichbarer Waldinformationen neu zu regeln.

## Literatur

BayLfU (2007): *Umweltbericht Bayern 2007*. Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.), 172 S.

Fischer, R. et al. (2005): *The Condition of Forests in Europe – 2005 Executive Report*. UNECE ICP Forests (Hrsg.), 33 S.

Fischer, R. et al. (2009): *Der Waldzustand in Europa – Kurzbericht 2009*. UNECE ICP Forests (Hrsg.), 13 S.

Mellert, K.H.; Gensior, A.; Kölling, Ch. (2005): *Stickstoffsättigung in Wäldern Bayerns – Ergebnisse der Nitratinventur*. Forstarchiv 76, S. 35–43

Hans-Peter Dietrich ist Mitarbeiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, koordiniert die Programme des Umweltmonitorings und ist Mitglied einer Expertengruppe des ICP Forests. [Hans-Peter.Dietrich@lwf.bayern.de](mailto:Hans-Peter.Dietrich@lwf.bayern.de)

Dr. Stephan Raspe ist Mitarbeiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und leitet eine Expertengruppe des ICP Forests. [Stephan.Raspe@lwf.bayern.de](mailto:Stephan.Raspe@lwf.bayern.de)

## Internationales Kooperationsprogramm Forst (ICP Forests)

Das pan-europäische Kooperationsprogramm zum Monitoring in den Wäldern (ICP Forests) gibt es seit 1985. ICP Forests hat das Mandat, die Auswirkungen von Luftschadstoffen und anderen Stressfaktoren auf den Waldzustand in Europa zu erfassen und zu überwachen. ICP Forests nimmt diese Aufgabe unter der Dachorganisation der »Working Group on Effects (WEG)« wahr. Grundlage ist die Genfer Luftreinhaltekonvention von 1979 (Convention of Long-range Transboundary Air Pollution: CLTRAP). Vergleichbare Programme gibt es für andere Umweltbereiche (z. B. Wasser, Vegetation, menschliche Gesundheit).

Heute koordiniert ICP Forests das weltweit größte vernetzte Umweltmonitoringprogramm zur Beobachtung der Gesundheit von Wäldern. Über Landesgrenzen hinweg werden von den Mitgliedstaaten vergleichbare Daten nach einheitlichen Standards und Methoden erhoben und für die nationale und internationale Forst- und Umweltpolitik bereitgestellt. Der Kooperation gehören mittlerweile 42 Staaten und die EU selbst an. In der EU war das Forstliche Monitoring ergänzend in einer eigenen Europäischen Verordnung geregelt und für die Mitgliedstaaten verpflichtend. Erhebungen der Länder wurden von der EU gefördert. Eine verbindliche EU Regelung besteht seit 2006 nicht mehr.

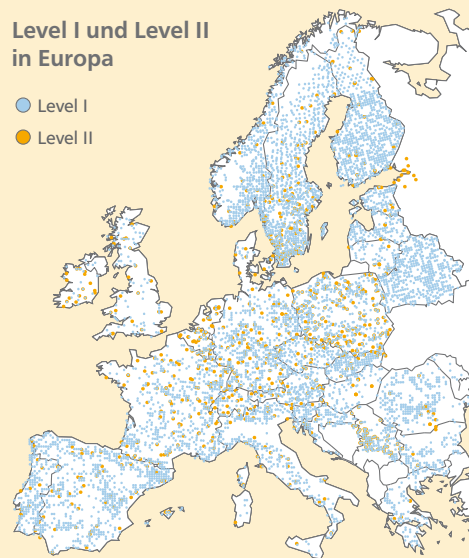
Deutschland, vertreten durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, obliegt die Führungsrolle (Lead country) im ICP Forests, beherbergt den Sitz des Programmkoordinationszentrums am von Thünen Institut in Hamburg und stellt den Leiter des Programms. Entscheidungen werden von allen Mitgliedstaaten in den jährlichen Vollversammlungen getroffen.

Das Monitoringprogramm in den Wäldern basiert auf zwei komplementären Säulen:

- jährliche Kronenzustandserhebung an über 6.000 Rasterpunkten (Level I, repräsentativ)
- Intensive Beobachtung von Umwelteinflüssen und Wirkungen an ca. 800 Standorten (Level II, intensiv)

### Level I und Level II in Europa

- Level I
- Level II



Quelle: Fischer et al. (2009)