

# Der Waldzustand in Europa

Kurzbericht 2009

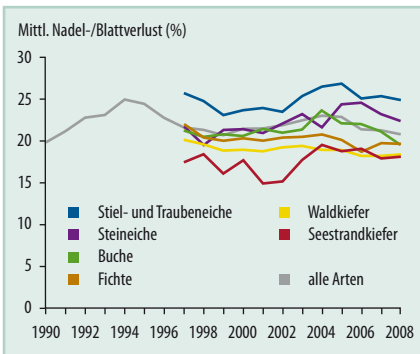


# INHALT UND ZUSAMMENFASSUNG



## Europäisches forstliches Umweltmonitoring ..... 4

In enger Zusammenarbeit zwischen der Europäischen Kommission und ICP Forests werden seit über 20 Jahren standardisierte Waldmonitoringverfahren und -methoden entwickelt. Diese werden europaweit geschult und angewendet. Im Rahmen des FutMon Projektes erfolgt momentan eine Weiterentwicklung und Neuausrichtung v. a. in den Bereichen Biodiversität und Klimawandel.



## Der Gesundheitszustand der Wälder blieb 2008 stabil ..... 5

Nach einem Anstieg des Nadel-/Blattverlustes in den Jahren 2004 und 2005 erholte sich der Kronenzustand der meisten Hauptbaumarten wieder. 21 % der im Jahr 2008 erfassten Bäume wurden als geschädigt eingestuft. Seit Jahren zeigen Trauben- und Stieleiche die höchsten Blattverluste. Die meisten immergrünen Baumarten weisen einen besseren Kronenzustand auf, als die laubabwerfenden Baumarten.

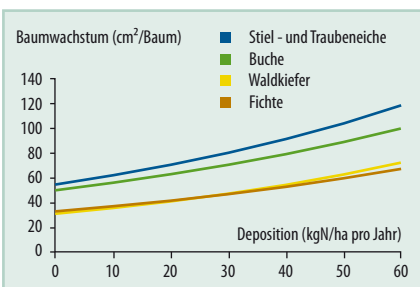
### ... aber Trends unterscheiden sich nach Baumart und Region

Der Waldzustand unterscheidet sich deutlich zwischen den einzelnen Europäischen Waldtypen. Alle Aufnahmen basieren auf harmonisierten Methoden.



## Teilerfolge der Luftreinhaltepolitik ..... 8

Die Schwefeleinträge wurden außerordentlich erfolgreich reduziert. Auf über dreiviertel der Flächen liegen die Säureeinträge mittlerweile unter den kritischen Eintragsraten. Im Gegensatz dazu haben sich die Stickstoffeinträge kaum geändert. Die aktuelle Deposition übersteigt auf mehr als zwei Drittel der Flächen die kritischen Eintragsraten.



## Wälder und Klimawandel ..... 10

Der Klimawandel beeinträchtigt die Funktion der Waldökosysteme. Dennoch können Wälder den Klimawandel abschwächen, da sie als Kohlenstoffsenken dienen. Durch ihr Wachstum entziehen Bäume der Atmosphäre Kohlendioxid und speichern es im Holz. Obwohl Stickstoffeinträge und steigende Temperaturen das Baumwachstum steigern, entspricht die jährliche Kohlenstoffaufnahme des Waldes nur 10 % der CO<sub>2</sub> Emissionen in Europa. Es bedarf dringend einer Reduktion des CO<sub>2</sub> Ausstoßes.



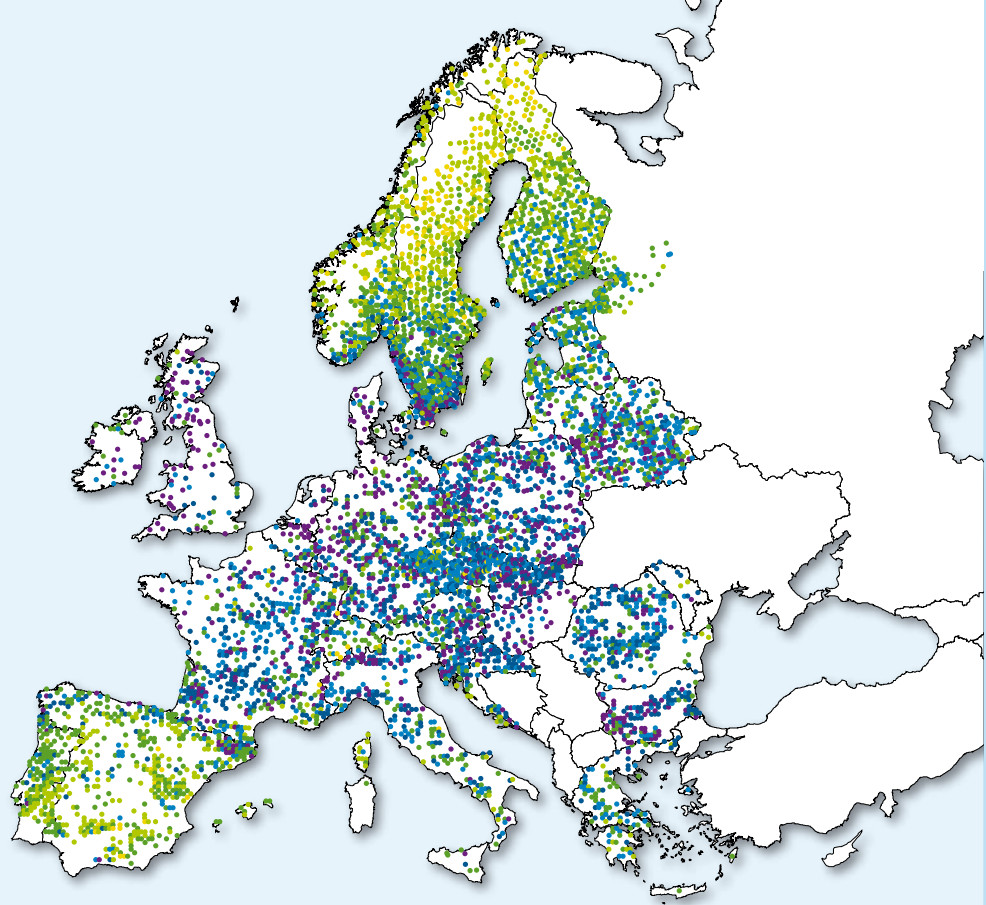
## Biologische Vielfalt im Blick ..... 11

In bewirtschafteten Wäldern nimmt die biologische Vielfalt momentan zu. Andererseits steigen die Ansprüche an die Wälder und biologische Vielfalt konkurriert mit anderen Waldfunktionen. Biodiversitätsmonitoring liefert gesicherte Daten als Grundlage einer ausgewogenen Waldnutzung. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt sind noch ungewiss.



kgC/ha in 2000

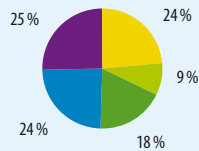
- < 500
- 500 – 999
- 1000 – 1499
- 1500 – 1999
- 2000 – 2499
- ≥ 2500



Errechnete Netto Kohlenstoffaufnahme (kgC/ha) in Bäumen auf 6000 Level I Flächen im Jahr 2000. Die Flächen des EU/ICP Forests bieten eine einzigartige Grundlage, um Auswirkungen des Klimawandels und seine Abmilderung durch die Wälder in Europa zu modellieren.

Mittlere jährliche Deposition (kgS/ha pro Jahr)

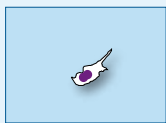
- keine Messungen
- 0,7 – 3,3
- 3,4 – 4,2
- 4,3 – 5,7
- 5,8 – 8,0
- 8,1 – 47,0



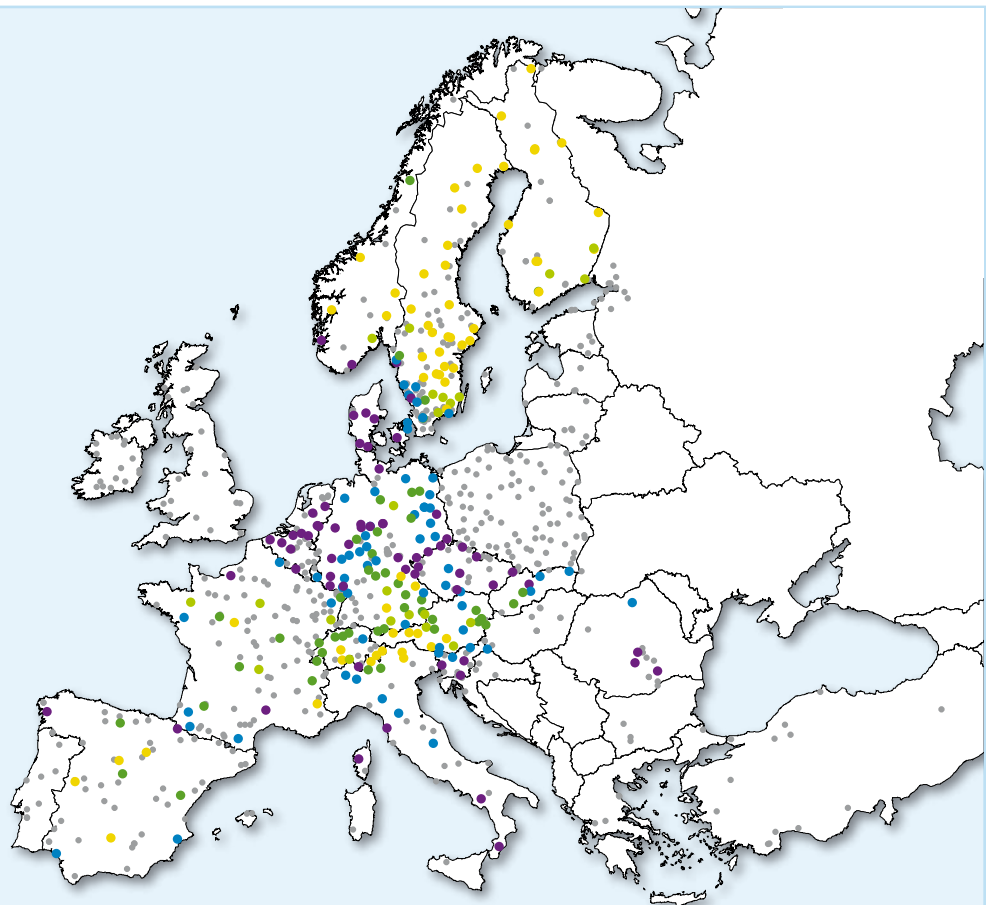
Azoren (Portugal)



Kanarische Inseln (Spanien)



Zypern



Mittlere Sulphat ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ) Deposition auf Level II Flächen für 2004-2006. Die Messung der Luftverschmutzung ist ein wesentlicher Bestandteil des Programms.

## ZWEI JAHRZEHNTE FORSTLICHES UMWELTMONITORING: SOLIDE GRUNDLAGE EINER NACHHALTIGEN WALDNUTZUNG

Wie reagieren Wälder auf den Klimawandel? Wie wirkt sich verringerte Luftverschmutzung auf die Wälder aus? Haben Waldschäden Auswirkungen auf die biologische Vielfalt und welche Anforderungen stellen sie an eine nachhaltige Waldbewirtschaftung? Und kann der Klimawandel durch nachhaltige Waldbewirtschaftung und Kohlenstoffbindung in den Wäldern abgeschwächt werden? Diese Fragen werden gleichermaßen von Wissenschaftlern, Politikern und der Öffentlichkeit gestellt. Langfristiges, systematisches und intensives forstliches Umweltmonitoring schafft eine gesicherte Basis, auf der solche Fragen beantwortet und politische Maßnahmen getroffen werden können. Der vorliegende Bericht präsentiert die aktuellen Ergebnisse des Programms vor dem Hintergrund der in den letzten 20 Jahren gewonnenen Erkenntnisse.

Europaweit hat sich der Gesundheitszustand der Wälder deutlich weniger verschlechtert, als dies in den frühen 80er Jahren befürchtet wurde (siehe S. 5). Der Kronenzustand der Waldkiefer hat sich in Mittel- und Nord-Osteuropa seit Mitte der 90er Jahre sogar verbessert. Die erhöhten Nadel-/Blattverlustwerte werden mittlerweile zumindest teilweise durch natürliche Faktoren wie Baumalter, extreme Wetterbedingungen,

Schädlingsbefall und Waldkrankheiten erklärt. Es ist schwierig, den Anteil der vom Menschen verursachten Schadfaktoren, wie Luftverschmutzung zu bestimmen, aber in einigen Regionen zeigen Wälder deutliche Schäden, die nicht nur durch natürliche Ursachen erklärt werden können. Stickstoff- und Säureeinträge übersteigen die kritischen Eintragsraten immer noch auf einem Großteil der Untersuchungsflächen. Dennoch zeigt die Abnahme der Luftverschmutzung einen gewissen Erfolg der Luftreinhaltepolitik (siehe S. 8). Basierend auf den abnehmenden Luftschadstoffeinträgen prognostizieren Modellrechnungen eine Erholung der Waldböden, obwohl die Versauerung selbst im Jahr 2050 nicht den vorindustriellen Stand erreichen wird.

Einige schädigende Auswirkungen der Luftverschmutzung wurden bisher nachgewiesen. Stickstoffeinträge führen zu einer erhöhten Nitratauswaschung ins Grundwasser und damit teilweise zu einer Überschreitung der zulässigen Trinkwassergrenzwerte. Das hohe Verhältnis von Aluminium zu basischen Kationen im Boden kann zu einer Schädigung der Wurzelsysteme führen.

Luftverschmutzung hat auch Auswirkungen auf die biologische Vielfalt der Wälder. Stickstoff- und Schwefeleinträge beeinflussen die Zusammen-

setzung der Bodenvegetation und das Vorkommen von epiphytischen Flechten (siehe S. 11). Stickstoffdepositionen erhöhen das Baumwachstum (siehe S. 10) und haben dadurch in den vergangenen 40 Jahren zu einer um 5 % erhöhten Kohlenstoffaufnahme der Wälder geführt, so das Ergebnis von Modellrechnungen. Waldbäume binden laufend neuen Kohlenstoff. Allerdings ist die Gesamtmenge an gespeichertem Kohlenstoff in den Böden wesentlich höher als in den Bäumen.

Die außergewöhnliche Hitze und Trockenheit im Sommer des Jahres 2003 verursachte eine drastisch verringerte Wasserverfügbarkeit in den Wäldern Mitteleuropas. Dies führte zu einem Höchststand der Kronenverlichtung für einige Baumarten und zu reduziertem Zuwachs. Die erhöhte Sonneneinstrahlung im Jahr 2003 verursachte höhere Ozonkonzentrationen. Die Ozongrenzwerte wurden großflächig überschritten. Die aktuellen Klimaszenarien sagen eine deutliche Zunahme derartiger Extremereignisse voraus.

Langfristig angelegtes forstliches Umweltmonitoring ermöglicht es, Auswirkungen geänderter Umweltbedingungen auf den Gesundheitszustand der Wälder abzuschätzen und angemessene Waldbewirtschaftungsformen zu entwickeln.



Sammler für Streufall und Bestandesniederschlag auf einer Intensivuntersuchungsfläche in der Slowakei.

# DER WALDZUSTAND IN EUROPA

Kurzbericht 2009

Wirtschaftskommission der Vereinten  
Nationen für Europa,  
Übereinkommen über weiträumige  
grenzüberschreitende Luftverunreinigung,  
Internationales Kooperationsprogramm für die  
Erfassung und Überwachung der Auswirkungen von  
Luftverunreinigungen auf Wälder (ICP Forests)

Europäische Kommission  
Generaldirektion Umwelt  
LIFE Unit

Hamburg und Brüssel, 2009

Vervielfältigung unter Angabe der Quelle erlaubt,  
ausgenommen für kommerzielle Zwecke

ISSN 1020-587X  
Printed in Germany

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

## Danksagung

Die Europäische Kommission und das ICP Forests bedanken sich bei allen Personen und Einrichtungen, die zu der Erstellung dieses Berichts beigetragen haben, insbesondere

- Das Programmkoordinierungszentrum des ICP Forests am Institut für Weltforstwirtschaft des Johann Heinrich von Thünen-Institutes, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei,
- die Partner des LIFE+ FutMon Projektes,

- die Nationalen Koordinierungsstellen des ICP Forests.

### Autoren

Richard Fischer, Martin Lorenz, Michael Köhl, Volker Mues, Georg Becher, Oliver Granke, Alexey Bobrinsky, Tatjana Braslavskaya, Wim de Vries, Matthias Dobbertin, Philipp Kraft, Daniel Laubhann, Natalia Lukina, Hans Dieter Nagel, Gert J. Reinds, Hubert Sterba, Svein Solberg, Silvia Stofer, Walter Seidling, Sigrid Strich.

### Kofinanzierung

Die Produktion dieses Berichtes wurde unter der LIFE+ Verordnung (EG) Nr. 614/2007 des Europäischen Parlamentes und des Rates kofinanziert.

### Bildnachweis

D. Aamlid (S. 2/3 – Landschaftsbild, 4, 5, 11, 12), A. Bobrinsky (S. 6 – links), L. Croise (S. 6 – rechts), Europäische Kommission (S. 3), Föderale Forstbehörde Russland (S. 2), R. Fischer (S. 7, 8), M. Rütze (S. 10).



## VORWORT



Alexey Savinov

Es ist mir eine Freude, den Kurzbericht 2009 des „International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests“ (ICP Forests) im Namen der 41 teilnehmenden Länder vorzustellen. ICP Forests ist eines der größten Bio-Monitoring Programme der Welt. ICP Forests wurde 1985 von der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) im Rahmen der Genfer Luftreinhaltekonvention eingerichtet. Inzwischen wurde diese Konvention von 51 Unterzeichnern ratifiziert, einschließlich der Sowjetunion im Jahr 1979. Damals wurde das sogenannte Waldsterben in Europa vor allem auf Luftverschmutzung zurückgeführt. Inzwischen ist bekannt, dass neben den Luftschadstoffeinträgen auch andere Faktoren wie Feuer, Übernutzung und Insektenschädlinge in Betracht gezogen werden müssen. Außerdem kann Luftverschmutzung mit dem Klimawandel zusammenwirken und dessen Auswirkungen entweder verstärken oder abschwächen.

Inzwischen hat das ICP Forests Monitoring Programm beträchtliche Bedeutung für viele politische Prozesse erlangt, die sich mit Luftreinhaltung, Klimawandel, Biodiversität und nachhaltiger Waldbewirtschaftung befassen. ICP Forests liefert Politikern, Wissenschaftlern und der breiten Öffentlichkeit verlässliche, wissenschaftlich solide Informationen über den Waldzustand in verschiedenen Regionen Europas und über seine langfristige Entwicklung.

Als Rechtsnachfolgerin der Sowjetunion hat die Russische Föderation die Verbindlichkeiten der Genfer Luftreinhaltekonvention übernommen. Das Ministerium für natürliche Ressourcen und Ökologie der Russischen Fö-

deration und die Föderale Forstbehörde sind sich der weltweiten ökologischen Bedeutung der russischen Wälder bewusst und haben sich daher dazu verpflichtet, die Biodiversität und die Lebensfunktionen des Ökosystems Wald zu erhalten, indem sie die Entwicklung einer multi-funktionalen Forstwirtschaft anstreben. In diesem Sinne haben sie sich dazu entschlossen, mit anderen europäischen Ländern im Rahmen von ICP Forests auf dem Gebiet des Waldmonitorings zu kooperieren. In Russland wird diese Umweltbeobachtung gemäß dem ICP Forests Programm derzeit in den Bezirken Leningrad, Pskow, Nowgorod, Kaliningrad und Murmansk durchgeführt, sowie in einer 500 km breiten Zone in der Republik Karelien entlang der russischen Westgrenze. Bislang wurden in dieser Zone 569 Beobachtungsflächen eingerichtet. Die ersten Ergebnisse zu Blattverlust und Blattvergilbung der Bäume, zu Schadeinwirkungen, Biodiversität, Kohlenstoffkreislauf und dem Ernährungszustand von Boden und Pflanzen wurden kürzlich präsentiert.

Ich hoffe, dass wir durch die kontinuierliche, fruchtbare internationale Kooperation im Rahmen von ICP Forests weitere harmonisiert erfasste Daten zum Zustand der europäischen Wälder erhalten werden, die wir dann für die nachhaltige Waldbewirtschaftung nutzen werden.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alexey Savinov'.

Alexey Savinov,  
Leiter der Föderalen Forstbehörde,  
Russland

## VORWORT

Rund ein Drittel der Landfläche der Europäischen Union ist bewaldet. In ganz Europa sind Wälder nicht nur von ökonomischer Bedeutung, sondern sind auch wichtig für die Entwicklung der ländlichen Räume und für die Erholung der Bevölkerung. Wälder spielen zudem eine wesentliche Rolle für Natur- und Umweltschutz und sie sind von großer Bedeutung für die Bekämpfung des Klimawandels.

Deshalb unterstützt die Europäische Kommission seit vielen Jahren forstliche Aktivitäten in Zusammenarbeit mit den EU-Mitgliedsstaaten. Das Engagement der Europäischen Kommission beim forstlichen Umweltmonitoring ist ein wesentlicher Bestandteil dieser Unterstützung. Die LIFE+ Verordnung wurde 2007 verabschiedet und schafft Finanzierungsmöglichkeiten für die Erhebung politisch relevanter Informationen über Wälder. Von besonderer Bedeutung sind Daten zur Auswirkung des Klimawandels, zur Biodiversität, zum Gesundheitszustand der Wälder und zu ihrer Schutzfunktion.

Vor diesem Hintergrund genehmigte die Europäische Kommission die Kofinanzierung des FutMon Projektes („Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System“). Das FutMon Projekt baut auf bestehende Monitoring-Aktivitäten auf und entwickelt diese weiter. Es ist die Fortsetzung einer 20-jährigen fruchtbaren Kooperation zwischen der Europäischen Kommission und dem ICP Forests. Das neue FutMon Projekt startete im Januar 2009. Es wird Informationen über den Gesundheitszustand der Wälder liefern, sowie Erkenntnisse über ihre Gefährdung durch Luftverschmutzung, Bodenversauerung und Nitrat-Auswaschung. In Zusammenarbeit mit

nationalen Waldinventuren entwickelt es darüber hinaus ein systematisches Raster von Waldflächen als Basis für ein regelmäßiges Monitoring vieler Parameter, einschließlich Bodenvegetation und Totholz. Außerdem erwarten wir detaillierte Informationen zum Einfluss von steigenden Temperaturen und häufiger auftretenden Extrem-Ereignissen wie Stürmen oder Insektenbefall. Das Projekt vereint 38 Partner-Institutionen in 24 europäischen Ländern und stützt sich auf das Wissen von über 300 Experten. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Wissenschaftlern, Institutionen und Netzwerken wird eine multifunktionale Informationsbasis geschaffen, die dem Informationsbedarf sowohl der Politik als auch von Forschung und Forstverwaltungen entspricht.

Gute Kommunikation und eine gut informierte Öffentlichkeit sind besondere Anliegen der LIFE+ Verordnung. Daher begrüße ich es, dass der erste für die breitere Öffentlichkeit bestimmte Bericht des FutMon Projekts fristgerecht vorgelegt werden kann. Er zeigt deutlich, dass nachhaltige Bewirtschaftung und Schutz unserer Wälder im Interesse und in der Verantwortung der gesamten Europäischen Gemeinschaft liegt. Ich spreche den beteiligten Experten meine Anerkennung für ihr großes Engagement aus und wünsche dem FutMon Projekt viel Erfolg.

Joaquim Capitão,  
amtierender Leiter der LIFE Unit  
Generaldirektion Umwelt  
Europäische Kommission



Joaquim Capitão







Internationale Exkursion zu einer Untersuchungsfläche in Russland. Harmonisierte Erfassungsmethoden sind wesentlich für den Erfolg des Programms.

## EUROPÄISCHES FORSTLICHES UMWELTMONITORING

### Enge Kooperation als Basis für erfolgreiches Monitoring

In den frühen 80er Jahren erregte ein sich drastisch verschlechternder Kronenzustand der Waldbäume in weiten Teilen Europas Aufsehen. Die Sorge, dass dies durch Luftverschmutzung verursacht sein könnte, führte 1985 zur Einrichtung des „International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests“ (ICP Forests) im Rahmen der Genfer Luftreinhaltekonvention der UNECE. Die anschließende 20 jährige enge Zusammenarbeit zwischen der Europäischen Kommission und ICP Forests mündete 2007 in das FutMon Projekt. ICP Forests und FutMon werden vom Institut für Weltforstwirtschaft am Johann Heinrich von Thünen-Institut in Hamburg koordiniert.

### ICP Forests steht für kontinuierliche und harmonisierte Waldzustandsüberwachung

ICP Forests ist das einzige Programm, das basierend auf Dauerbeobachtungsflächen kontinuierlich transnational abgestimmte Waldzustandsdaten für einen Großteil der Europäischen Länder liefert. Das Monitoring stützt sich auf zwei Intensitätsstufen: „Level I“ umfasst 6000 systematisch ausgewählte Flächen in 38 europäischen Partnerländern, während das intensivere „Level II“ auf ursprünglich 800 Flächen basiert, welche die wichtigsten Waldtypen von 29 teilnehmenden Ländern repräsentieren. ICP Forests deckt über 200 Millionen Hektar Wald ab und ist damit eines der umfangreichsten und am längsten laufenden Waldmonitoring Programme der Welt.

Erhebung	Anzahl der Flächen
Kronenzustand	822/662
Nadel-/Blattchemie	795/150
Analyse der Bodenfestphase	742/0
Baumwachstum	781/77
Bodenvegetation	757/119
Totholz	90/0
Epiphytische Flechten	90/0
Analyse der Bodenlösung	262/241
Luftschadstoffeintrag	558/437
Luftqualität	121/121
Meteorologie	235/235
Phänologie	152/152
Streufall	145/145
Fernerkundung	National data/0

### FutMon erweitert die Bandbreite des bestehenden Monitoring Programms

Im Rahmen des FutMon Projektes wird das forstliche Umweltmonitoring in den Mitgliedsstaaten der EU weiterentwickelt. Das Projekt stützt sich dabei auf bestehende Flächen und fördert deren Weiterbetrieb. Es schafft ein gesamt-europäisches Informationssystem, welches verschiedene Bereiche, wie Waldgesundheit, Biodiversität und Klimawandel bedient. Die Anzahl der Intensivuntersuchungsflächen wird auf 300 Flächen in der EU und 90 Flächen in nicht-EU Staaten reduziert. Im Gegenzug werden neue und noch aufwändigere Erhebungen entwickelt und im Rahmen von Demonstrationsvorhaben getestet.

Level II Monitoring (Anzahl der Flächen/Anzahl der Flächen mit Datenübermittlung für 2006). Während Totholz und epiphytische Flechten auf 90 Flächen erfasst wurden, gibt es Kronenzustandsdaten für 822 Flächen. Nicht alle Parameter werden jährlich erfasst.





Gesunder Zedernwald auf Zypern. Der Waldzustand wird durch den Grad der Benadelung oder Belaubung erfasst; vollständig benadelte Bäume gelten als gesund.

## DER GESUNDHEITZUSTAND DER WÄLDER BLIEB 2008 STABIL ...

### Langfristiges Monitoring ist Grundlage für nachhaltige Forstwirtschaft

Der Waldzustand wird in fast allen europäischen Ländern kontinuierlich und über lange Zeiträume hinweg erfasst. Dies geschieht vor allem anhand des Nadel- und Blattverlustes und gibt Hinweise zur Reaktion der Waldökosysteme auf Umweltveränderungen. Die Monitoringdaten bilden zugleich die Basis für eine nachhaltige Forstwirtschaft. Die Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa verwendet Nadel-/Blattverlust als einen von vier Indikatoren für Waldgesundheit und -vitalität.

### Ein Fünftel der Bäume werden als „geschädigt“ beurteilt

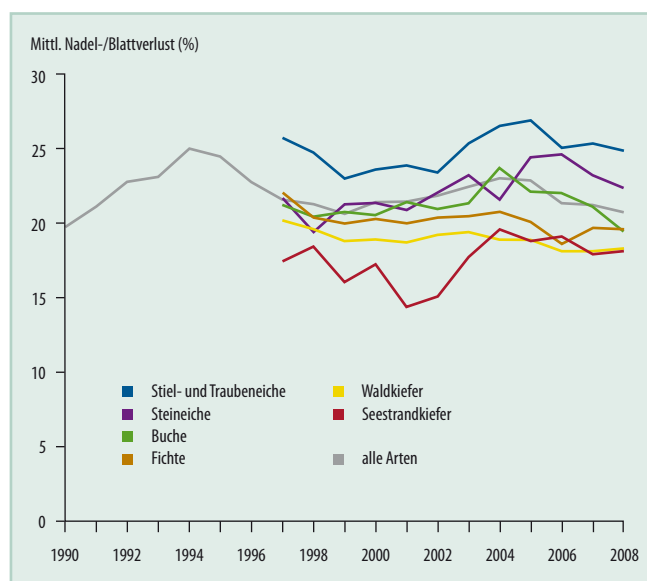
Nach einem Höchststand der Blattverluste 2004 und 2005 verbesserte sich der Kronenzustand der Hauptbaumarten in den darauffolgenden Jahren. 21 % der 2008 erfassten Bäume wurden anhand des Kronenzustandes als geschädigt eingestuft. Die Erfassungen wurden auf 5000 Beobachtungsflächen in 25 Ländern durchgeführt. Von den untersuchten Baumarten zeigten Stiel- und Traubeneiche kontinuierlich die höchsten Blattverluste. Buchen reagierten deutlich auf die extreme Trockenheit im Jahr 2003, erholten sich danach aber wieder. Der mittlere Kronenzustand von Fichte und Kiefer verbesserte sich seit den späten 90er Jahren leicht.

Insektenbefall, Pilzkrankungen, Trockenheit, Schneebruch und Stürme sind die häufigsten Ursachen für direkte Baumschädigungen. Ihre Auswirkungen können durch Luftverschmutzung und Klimaveränderungen verstärkt werden.

Der Kronenzustand der Hauptbaumarten (dargestellt als mittlerer Nadel-/Blattverlust) hat sich in den letzten zwei Jahren verbessert. Stiel- und Traubeneiche zeigen den höchsten Blattverlust. Die Zeitreihe ab 1990 umfasst weniger Länder.

### Die Harmonisierung nationaler Waldinventuren

Nationale Waldinventuren liefern in vielen europäischen Staaten breit gefächerte Informationen über die Wälder des jeweiligen Landes, sind in aller Regel jedoch nicht über Ländergrenzen hinweg vergleichbar. Die Zeitreihen des ICP Forests sind zwar meist kürzer und die Daten sind weniger umfangreich; sie werden aber mittels harmonisierter Verfahren und Methoden erfasst, sind daher vergleichbar und können über Ländergrenzen hinweg zur Beurteilung des Waldzustands genutzt werden. In vielen Ländern wurde das transnationale 16 × 16 km Raster im Rahmen von FutMon mit nationalen Forstinventuren zusammengelegt. Das neue Level I Netz kann dadurch als Grundlage für die Harmonisierung der nationalen Waldinventuren genutzt werden.





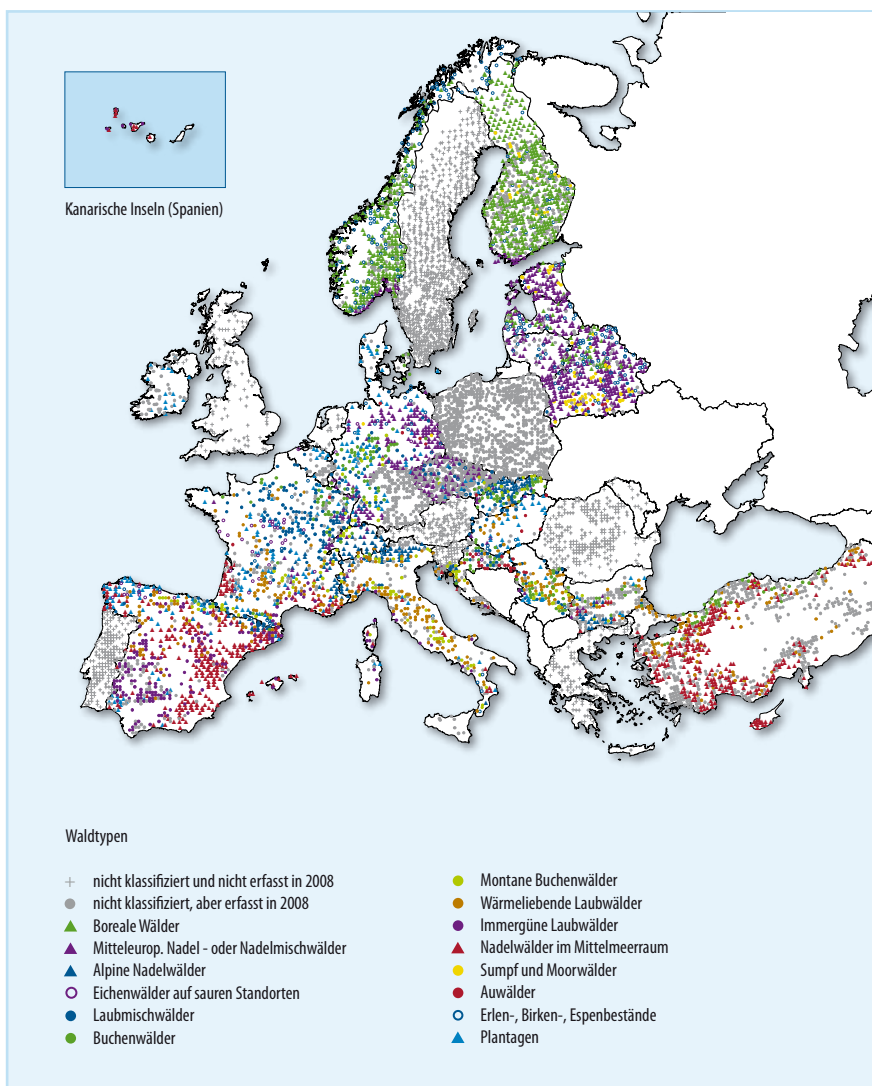


Borkenkäferbefall in der Region Archangelsk, Russland.



Eichenblatt mit Dürreschaden.

## ... ABER TRENDS UNTERSCHIEDEN SICH NACH BAUMART UND REGION



### Luftverschmutzung und Kahlschlag in den borealen Wäldern Russlands

Boreale Wälder bedecken weite Teile Skandinaviens, der Baltischen Staaten, Weißrusslands und Russlands. Das kühle Klima und die strengen Winter begünstigen die Vorherrschaft von Fichte und Kiefer, zum Teil mit Birken gemischt.

Russland baut derzeit erst ein Waldmonitoring-System auf. Gleichwohl liegen einige Beobachtungen über Schadereignisse vor. So wurden in Folge des heißen Sommers 1997 großflächige Kronenverlichtungen und Nadelvergilbungen beobachtet. Auf einer Fläche von 600 km<sup>2</sup> litten die vorgeschädigten Bestände anschließend unter Windwurf und Borkenkäferbefall. Gewaltige Kahlschläge in den letzten Jahren haben das Problem verschärft, da sie Störungen im Wasserkreislauf verursachten und große Freiflächen mit veränderten Standortbedingungen schufen.

Die Nickel- und Kupferverhüttung auf der Halbinsel Kola ist Hauptverursacherin für eine weitreichende Luft-

Level I Flächen gegliedert nach Waldtypen. Die Klassifizierung der Europäischen Umweltagentur bildet die Basis für eine regionale Analyse der Waldentwicklung.





Die Steineiche ist eine wichtige immergrüne Laubbaumart in Spanien. Überweidung stellt oft eine erhebliche Belastung dar.

verschmutzung in den letzten 60 Jahren, die die Wälder in weiten Teilen der Region Murmansk und Nordeuropas schädigt. Die kritischen Eintragsraten für Schwefel (3 kg/ha/a) wurden auf über 90 000 km<sup>2</sup> überschritten. Sichtbare Schäden gibt es auf über 39 000 km<sup>2</sup> und auf über 1000 km<sup>2</sup> wurden die Waldökosysteme vollständig zerstört.

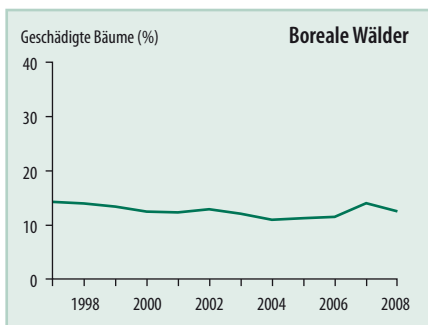
Der Gesundheitszustand der Wälder in den baltischen Staaten, in Finnland und Norwegen ist wesentlich besser. Allerdings traten regional Pilzkrankungen auf und 2005 waren große Flächen von Windwürfen betroffen. Der darauffolgende Borkenkäfer-Befall verursachte in Schweden 2008 eine Schadholzmenge von 700 000 m<sup>3</sup> Rundholz.

### Extreme Trockenheit beeinträchtigte mitteleuropäische Laubwälder

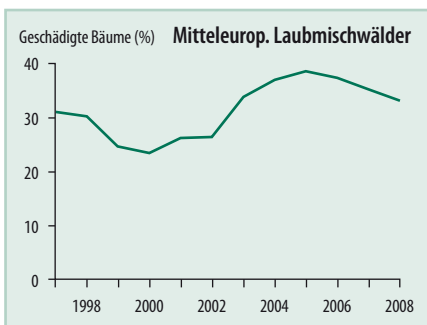
Die mesophytischen laubabwerfenden Wälder wachsen auf Böden mit guter Wasserversorgung. Die Hauptbaumarten sind Traubeneiche, Stieleiche, Esche, Ahorn und Linde. Die Eichen sind seit Jahren die am stärksten geschädigten Hauptbaumarten in Europa. Sowohl die Laubwälder als auch die Eichenbestände waren durch den extrem trockenen Sommer 2003 stark beeinträchtigt und begannen sich erst 2006 zu erholen. Die Buchenwälder reagierten ähnlich. Für die Zukunft muss mit einer Zunahme derartiger klimatischer Extremereignisse gerechnet werden. Dies wird die Stabilität und Gesundheit der Wälder weiter beeinträchtigen.

### Schutzstatus für die Restbestände der immergrünen Laubwälder

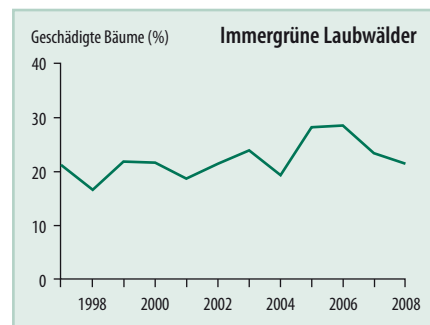
Von Natur aus zählen dichte immergrüne Laubwälder zu den häufigsten Waldtypen in Südeuropa. Heutzutage herrschen lichte Bestände vor, die einer kombinierten land- und forstwirtschaftlichen Nutzung unterliegen. In Spanien litten die Bestände unter dem „seca“-Syndrom, welches durch trockene Jahre ausgelöst wurde und durch Insekten- und Pilzbefall sowie durch Übernutzung verstärkt wurde. Seit 2006 haben feuchtere Sommer die Erholung begünstigt. Waldbrände sind ständige Bedrohung für die Wälder im Mittelmeerraum. Dichte, naturnahe Wälder sind dabei weniger gefährdet als aufgelichtete Waldbestände.



Anteil geschädigter Bäume in borealen Wäldern des Baltikums, Finnlands und Norwegens: ein Beispiel für überwiegend gesunde Wälder.



Anteil geschädigter Bäume in Laubmischwäldern Mitteleuropas; diese reagierten stark auf die Trockenheit im Jahr 2003.



Anteil geschädigter Bäume in immergrünen Laubwäldern Südeuropas; Trockenheit, Insekten- sowie Pilzbefall führten 2005 und 2006 zu erhöhtem Blattverlust.





## TEILERFOLGE DER LUFTREINHALTEPOLITIK

### Luftverschmutzung beeinträchtigt Waldökosysteme

Luftschadstoffeinträge können die Funktion von Waldökosystemen beeinträchtigen. Die Nährstoffkreisläufe sind wichtige Indikatoren für die Funktionsfähigkeit und Stabilität der Ökosysteme. Zu den wichtigen Prozessen gehören die Stoffaufnahme durch Pflanzen, Austauschprozesse in den Böden und die Auswaschung in das Oberflächen- und das Grundwasser. Boden-, Wasser-, und Waldwachstumsdaten sowie der Ernährungszustand der Bäume werden an Level II Beobachtungsflächen erhoben und genutzt, um die sogenannten Kritischen Eintragsraten („critical loads“) zu ermitteln – das sind die Eintragsraten von Stoffen, die das Ökosystem gerade noch ertragen kann, ohne dauerhaft Schaden zu nehmen.

### Abnehmende Schwefeleinträge, aber unverändert hohe Stickstoffbelastung

Die Schwefelemissionen in Europa wurden seit 1981 um 70 % Prozent reduziert. Dies ist ein Erfolg der Luftreinhaltepolitik der UNECE und der EU. Auf den rund 200 analysierten Beobachtungsflächen fiel die unterhalb der Baumkronen gemessene durchschnittliche jährliche Schwefeldeposition zwischen 2001 und 2006 um 20 %. Die Schwefelbelastung war in Mitteleuropa im Allgemeinen höher als in Nord- und Südeuropa.

Im Gegensatz dazu änderten sich die Stickstoffeinträge seit 2001 nur wenig. Die wichtigsten mit der Luft eingetragenen Stickstoffverbindungen sind Ammonium und Nitrat. Die Messungen in den Beständen auf den selben 200 Beobachtungsflächen ergaben im Mittel Einträge von rund 5 kg pro Hektar und Jahr. Die Einträge in Europa zeigen eine weite

**Der Bestandesniederschlag** wird wöchentlich bis monatlich eingesammelt und in Labors der Mitgliedstaaten chemisch analysiert. Nach aufwändigen Qualitätskontrollen werden die Daten an das Koordinierungszentrum zur Auswertung übermittelt.

**Dynamische bodenchemische Modelle** basieren auf historischen Luftschadstoffeinträgen, die in der Literatur beschrieben sind, auf aktuellen Messungen und Zukunftsszenarien. Sie berücksichtigen darüber hinaus Nährstoffaufnahme, Mineralisierung und Verwitterung für basische Kationen und Aluminium sowie die Auswaschung ins Grundwasser.

**Kritische Eintragsraten („critical loads“)** definieren Grenzwerte ab denen mit negativen Auswirkungen der Luftverschmutzung gerechnet werden muss. Sie geben an, wie viel der eingetragenen Substanzen im Ökosystem nachhaltig gebunden werden können.



Spanne, wobei die höchsten Werte in Mitteleuropa gemessen wurden. Die Eintragsraten reichen von wenig über 0 bis zu 36 kg Ammonium und 16 kg Nitrat. Stickstoffemissionen entstehen vor allem durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe und durch landwirtschaftliche Intensivtierhaltung.

### Vielfältige Auswirkungen

Stickstoff-Anreicherungen im Boden können das Wachstum der Waldbäume beschleunigen. Sie können jedoch auch die Zusammensetzung der Vegetation beeinflussen und zu einer Nitratbelastung des Grundwassers führen. Während der letzten Jahrzehnte haben die Einträge aus der Luft zu erhöhter Speicherung von Stickstoff in Pflanzen und im Boden geführt. Auf Standorten, die bereits mit Stickstoff überversorgt sind, können Boden und Pflanzen wenig zusätzlichen Stickstoff aufnehmen, so dass dieser relativ rasch ins Grundwasser gelangt.

Luftschadstoffeinträge sind der Hauptfaktor für eine weit verbreitete Bodenversauerung in Europa. Sie schädigen die Wurzeln der Bäume, und können dadurch die Nährstoffaufnahmen der Pflanzen hemmen. Bodenlebewesen werden durch sie empfindlich gestört. Die Versauerung ist durch direkte Messungen und dynamische Modelle belegt. Die Berechnungen zeigen eine zunehmende Bodenversauerung bis 1990 und prognostizieren eine leichte Erholung bis 2030. Der beobachtete Rückgang der Versauerung belegt die Erfolge der Luftreinhaltepolitik. Die Ausgangswerte des Jahres 1900 werden jedoch nicht mehr erreicht.

### Kritische Eintragsraten auf 66 % der Flächen überschritten

Messungen der Luftschadstoffeinträge alleine genügen nicht, um mögliche Auswirkungen auf Waldökosysteme abzuschätzen. Daher wird die gemessene Deposition mit berechneten kritischen Eintragsraten verglichen. Durch die abnehmenden Schwefeleinträge liegen die Säureeinträge heute nur noch auf einem Viertel der Flächen über den kritischen Werten. Demgegenüber werden die kritischen Eintragsraten für Stickstoffeinträge auf 66 % der fast 200 Flächen überschritten, vor allem in Mitteleuropa.

**Links:** Sammler zur Erfassung des Bestandesniederschlages in griechischem Bergwald. Die Messungen auf Level II Flächen des ICP Forests begannen in den 1990er Jahren.

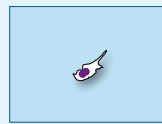
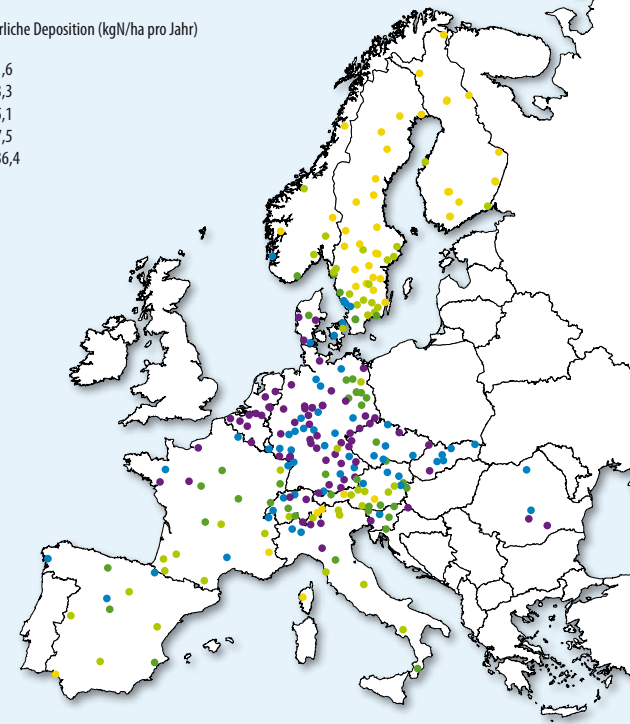
**Rechts oben:** Mittlere Ammonium (NH<sub>4</sub>-N) Einträge gemessen in Waldbeständen unterhalb der Baumkronen für 2004 bis 2006. Die Einträge sind in Mitteleuropa vergleichsweise hoch.

**Mitte rechts:** Mittlere jährliche Einträge von Schwefel und Stickstoff-Verbindungen (gemessen unterhalb des Kronendaches). Es ist ein deutlicher Rückgang der Schwefeleinträge zu beobachten, aber wenig Veränderung bei der Stickstoffdeposition.

**Rechts unten:** Überschreitung der kritischen Eintragsraten für Säure- und Stickstoffeinträge zwischen 1999 und 2004. Die Grenzwerte für Stickstoff wurden auf etwa zwei Drittel der Beobachtungsflächen überschritten.

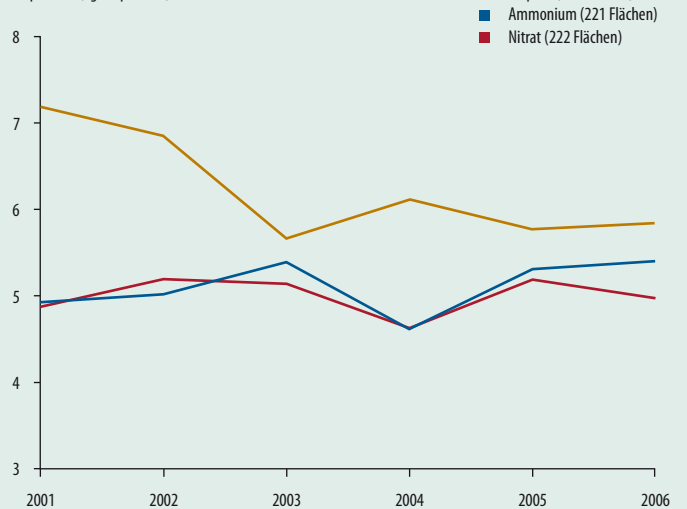
Mittlere jährliche Deposition (kgN/ha pro Jahr)

- 0,2 – 1,6
- 1,7 – 3,3
- 3,4 – 5,1
- 5,2 – 7,5
- 7,6 – 36,4

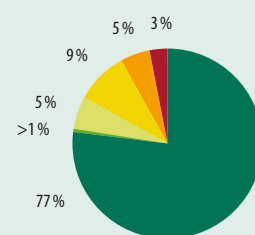


Zypern

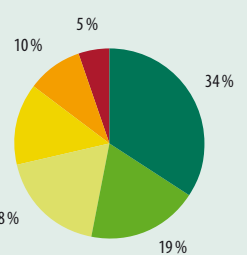
Deposition (kg/ha pro Jahr)



Säure



Stickstoff



Überschreitung der kritischen Eintragsraten

- keine Überschreitung
- niedrig
- niedrig bis mittel
- mittel
- mittel bis hoch
- hoch



Holz besteht zu 50% aus Kohlenstoff. Waldwachstum bindet erhebliche Mengen Kohlendioxid aus der Luft und mindert dadurch den Klimawandel.

## WÄLDER UND KLIMAWANDEL

### Stickstoffeinträge und steigende Temperaturen beschleunigen das Baumwachstum

Geänderte Temperaturen und Niederschläge, Stickstoffeinträge sowie zunehmende Extremereignisse gefährden Waldökosysteme. In einer von der Europäischen Kommission kofinanzierten Studie wurden hierzu Daten von 382 Beobachtungsflächen in Europa ausgewertet.

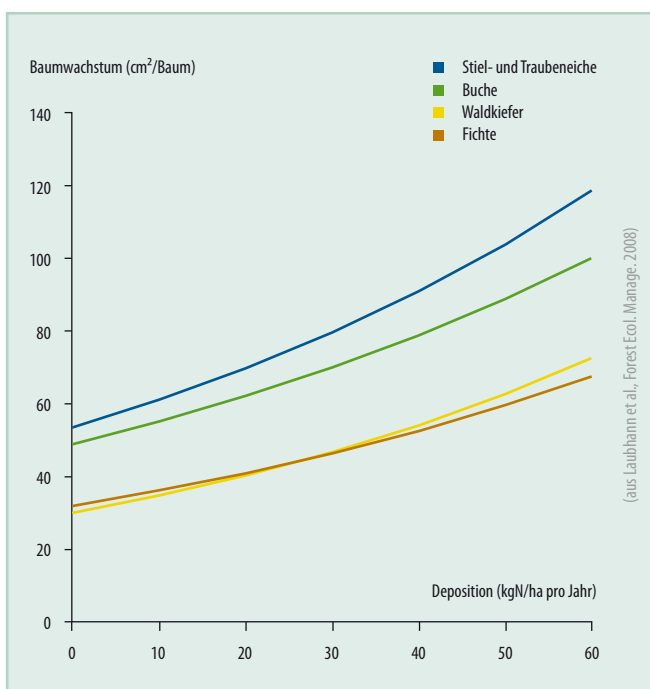
Stickstoffeinträge beschleunigten das Baumwachstum bei den vier untersuchten Baumarten. Auf bereits stickstoffgesättigten Standorten war dieser Effekt am geringsten. Ein jährlicher Stickstoffeintrag von 1 kg/ha entsprach durch-

schnittlich einem um 1% erhöhten Baumwachstum. Dies entspricht einer Kohlenstoffspeicherung von etwa 20 kg/ha pro Jahr. Es konnten keine negativen Auswirkungen von Schwefeleinträgen und Versauerung auf das Baumwachstum nachgewiesen werden, denn diese wurden durch die wachstumsfördernden Stickstoffeinträge überkompensiert. Überdurchschnittlich hohe Temperaturen erhöhten den Zuwachs bei Buche und Fichte.

### Wälder binden nur geringe Teile der Kohlendioxidemissionen

Wälder binden Kohlendioxid und mindern dadurch die Auswirkungen des Klimawandels. Bäume nehmen das Treibhausgas Kohlendioxid aus der Luft auf und speichern den Kohlenstoff im Holz. In Gebieten, die früher übernutzt wurden oder aus anderen Gründen eine niedrige Stickstoffverfügbarkeit aufweisen, erhöhen momentan die vom Menschen verursachten Stickstoffeinträge das Baumwachstum und führen daher zu einer verstärkten Kohlenstoffaufnahme. Andererseits können fortwährende Stickstoffeinträge zu Nährstoffungleichgewichten und längerfristig zu verminderter Stabilität der Wälder führen.

Im Vergleich zu den Kohlendioxidemissionen in Europa ist die ausgleichende Wirkung der Wälder gering: Die Kohlendioxidaufnahme durch Wälder wird auf lediglich 10% der Emissionen geschätzt. In Zukunft wird sie eher noch abnehmen, weil das Waldwachstum nicht endlos beschleunigt werden kann und sich ein neues Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffaufnahme und -abgabe einstellen wird.



Baumwachstum und Stickstoffeinträge. Höhere Stickstoffeinträge führen zu verstärktem Wachstum und damit zu erhöhter Kohlenstoffbindung.





Preiselbeeren und Totholz. Bodenvegetation und Totholz sind wichtige Indikatoren für Biodiversität.

## BIOLOGISCHE VIELFALT IM BLICK

### Wälder zählen zu den natürlichsten Ökosystemen Europas

Biodiversitäts-Indikatoren zeigen ermutigende Trends. Sowohl die Waldfläche als auch das stehende Holzvolumen hat in den letzten beiden Jahrzehnten zugenommen. Mehr Wälder erreichen ältere Entwicklungsstadien, was einen günstigen Einfluss auf die biologische Vielfalt hat. In den bewirtschafteten Wäldern steigt der Anteil der Mischbestände. Andererseits stellt die Zerschneidung der Waldgebiete oft ein Problem für lebensfähige Tier- und Pflanzenpopulationen dar. Die Ansprüche an die Wälder steigen und die biologische Vielfalt konkurriert mit anderen Waldfunktionen. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt der Wälder sind noch nicht vollständig geklärt.

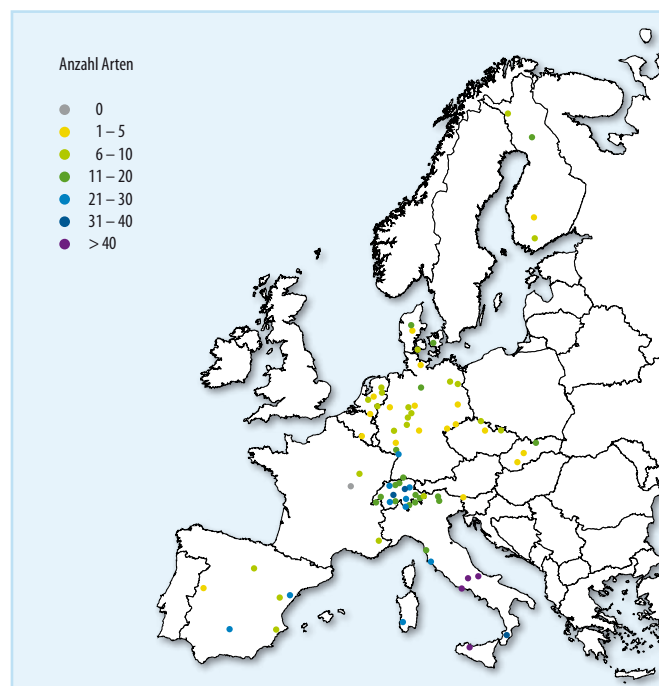
### Monitoring der biologischen Vielfalt gewinnt an Bedeutung

Die transnationale Vereinheitlichung der Erhebungsmethoden ist ein Schwerpunkt des europäischen forstlichen Umweltmonitorings. Mit der Kofinanzierung der Europäischen Kommission wurde 2006 ein Biodiversitäts-Projekt auf 96 Level II Beobachtungsflächen (ForestBIOTA) abgeschlossen; ein entsprechendes Projekt (BioSoil) wurde auf anschließend auf circa 4000 Level I Flächen, durchgeführt. Es wurden Methoden entwickelt und erfolgreich eingesetzt, um Bestandstruktur, Totholz, epiphytische Flechten und Bodenvegetation zu erfassen. Weitere Projekte basierend auf einer höheren Zahl von Flächen werden derzeit entwickelt.

Anzahl von epiphytischen Flechtenarten auf Level II Flächen, erfasst im Rahmen des ForestBIOTA Projektes. Auf der Grundlage dieses Projektes werden weitere Erhebungen auf einer größeren Anzahl von Flächen vorbereitet.

### Monitoring-Daten als Grundlage einer ausgeglichenen Waldnutzung

Biodiversität beinhaltet die Anzahl, Vielfalt und Veränderlichkeit aller lebenden Organismen. Ihre vollständige Erfassung ist nicht möglich, wohl aber eine Bewertung anhand geeigneter Indikatoren. Die SEBI<sub>2010</sub> Indikatoren der Europäischen Umweltagentur dienen der einheitlichen Erfassung der Biodiversität. Sie beruhen u. a. auf den Daten des forstlichen Umweltmonitorings, welches großflächig und langfristig umgesetzt werden muss, denn auf Basis der gewonnenen Daten kann eine ausgewogene Waldnutzung entwickelt werden.





## SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

In seiner gegenwärtigen Ausprägung erfüllt das forstliche Umweltmonitoring den Informationsbedarf verschiedener internationaler Organisationen. Beispiele sind die Genfer Luftreinhaltekonvention (CLRTAP) und die Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE). Ebenso werden Daten für die Weltwälderhebung der FAO und an das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD) übermittelt. Der Informationsbedarf der Politik steigt jedoch stetig, ebenso wie die damit verbundenen Berichtspflichten. Gleichzeitig werden in vielen Ländern parallele Monitoringsysteme unterhalten. Dies erfordert eine stetige Weiterentwicklung und eine bessere Integration bestehender Programme, vor allem des ICP Forests und der nationalen Waldinventuren (NFIs).

### Klimawandel, Stickstoffeinträge und Wälder

Der Wald hat sich in weiten Teilen Mitteleuropas wieder von dem extrem warmen und trockenen Sommer im Jahr 2003 erholt. Die neue Waldtypen-Klassifizierung der Europäischen Umweltagentur erwies sich als geeignetes Gliederungsschema für die Auswertung der Kronenzustandsdaten. Boreale Wälder in Nordeuropa zeigen geringere Nadel-/Blattverluste, während der Waldzustand in Südeuropa die Vielzahl der auf ihn einwirkenden Stressfaktoren widerspiegelt. Dazu zählen Übernutzung, Feuer, Trockenheit und höhere Ozonkonzentrationen; oft im Zusammenspiel mit Insekten- und Pilzbefall.

Die Abnahme der Schwefeleinträge ist ein Erfolg der Luftreinhaltepolitik der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen (UNECE) und der Europäischen Union (EU). Im Gegensatz dazu ist es bisher kaum gelungen, die Stickstoffeinträge zu reduzieren. Die anhaltende Überschreitung der kritischen Eintragsraten für Stickstoff beeinträchtigt die Stabilität der Waldökosysteme. Denn die damit verbundene Nährstoffanreicherung gefährdet die Vielfalt der Waldvegetation sowie die

Qualität von Oberflächen- und Grundwasser. Andererseits wird das Wachstum der Waldbäume beschleunigt. Die damit verbundene Kohlenstoffaufnahme und -speicherung kann zumindest kurzfristig helfen, die Folgen des Klimawandels zu mindern. Aber sie kann nicht die gesamten von Menschen verursachten Kohlendioxid-Emissionen kompensieren.

### FutMon dient einem wachsenden Informationsbedarf

Das breitgefächerte und interdisziplinäre Waldmonitoring des ICP Forests und der EU wird momentan im Rahmen des FutMon Projektes weiterentwickelt. Dies ist vor allem angesichts des wachsenden Informationsbedürfnisses in den Bereichen Biodiversität, Klimawandel und Kohlenstoffspeicherung wichtig. Diese Themenfelder müssen wegen der komplexen Wechselwirkungen weiterhin im Zusammenhang mit Luftverschmutzung untersucht werden.

Mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Kommission wurde im Rahmen des FutMon Projektes mit der Integration des großflächigen Level I Monitoring und den nationalen Waldinventuren begonnen. Ebenso werden momentan die Intensivuntersuchungsflächen konsolidiert und weiterentwickelt. Bis Ende 2010 wird ein noch effizienteres Monitoring System zur Verfügung stehen.





## KONTAKTE

- Albanien:** Ministry of the Environment, Tirana. (info@moe.gov.al)
- Andorra:** Ministry of Agriculture and Environment, Andorra la Vella. Fr. Anna Moles/Fr. Silvia Ferrer (Silvia\_Ferrer\_Lopez@govern.ad)
- Belgien:**  
*Flandern:* Research Institute for Nature and Forest, Geraardsbergen. Hr. Peter Roskams (peter.roskams@inbo.be)  
*Wallonien:* Ministère de la Région Wallonne, Namur. Hr. C. Laurent (Christian.Laurent@spw.wallonie.be)
- Bosnien-Herzegovina:** University of Sarajevo, Sarajevo. Hr. Tarik Trestic (trestict@yahoo.com)
- Bulgarien:** Executive Environment Agency at the Ministry of Environment and Water, Sofia. Fr. Genoveva Popova (forest@nfp-bg.eionet.eu.int)
- Dänemark:** Forest and Landscape Denmark, University of Copenhagen, Hørsholm. Hr. Lars Vesterdal (lv@life.ku.dk), Fr. Annemarie Bastrup-Birk (ab@life.ku.dk)
- Deutschland:** Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn. Fr. Sigrid Strich (sigrid.strich@bmelv.bund.de)  
*Baden-Württemberg:* Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg. Hr. Klaus von Wilpert (Klaus.Wilpert@forst.bwl.de)  
*Bayern:* Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising. Hr. Hans-Peter Dietrich (Hans-Peter.Dietrich@lwf.bayern.de)  
*Brandenburg:* Landesforstanstalt Eberswalde, Eberswalde. Hr. Reinhard Kallweit (Reinhard.Kallweit@lfe-e.brandenburg.de)  
*Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt:* Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen. Hr. Hermann Spellmann (Hermann.Spellmann@NW-FVA.de)  
*Mecklenburg-Vorpommern:* Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, Schwerin. Hr. Jan Martin (Jan.Martin@lfoa-mv.de)  
*Nordrhein-Westfalen:* Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen. Hr. Joachim Gehrman (Joachim.Gehrman@lanuv.nrw.de)  
*Rheinland-Pfalz:* Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Trippstadt. Hr. Hans Werner Schröck (schroeck@rhrk.uni-kl.de)  
*Saarland:* Ministerium für Umwelt, Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Saarbrücken. Hr. Karl Dieter Fetzter (KD.Fetzter@lua.saarland.de)  
*Sachsen:* Staatsbetrieb Sachsenforst, Pirna OT Graupa. Hr. Henning Andreae (Henning.Andreae@smul.sachsen.de)  
*Schleswig-Holstein:* Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel. Hr. Claus-G. Schimming (cschimming@ecology.uni-kiel.de)  
*Thüringen:* Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd u. Fischerei (TLWF), Gotha. Fr. Ines Chmara (Ines.chmara@forst.thueringen.de)
- Ehem. jugosl. Rep. Mazedonien:** University St. Kiril and Metodij, Skopje. Hr. Nikola Nikolov (nnikolov@sf.ukim.edu.mk)
- Estland:** Estonian Centre of Forest Protection and Silviculture, Tartu. Hr. Kalle Karoles (kalle.karoles@metsad.ee)
- Finnland:** Finnish Forest Research Institute (METLA), Rovaniemi. Hr. John Derome (john.derome@metla.fi)
- Frankreich:** Ministère de l'agriculture et de la pêche, Paris. Hr. Jean-Luc Flot (jean-luc.flot@agriculture.gouv.fr)
- Griechenland:** Institute of Mediterranean Forest Ecosystems., Athens-Illissia. Hr. George Baloutsos, Hr. Anastasios Economou (mpag@fria.gr, oika@fria.gr)
- Irland:** Coillte Teoranta, Newtownmountkennedy. Fr. Fiona Harrington (Fiona.Harrington@coillte.ie)
- Italien:** Corpo Forestale dello Stato – Servizio CONECOFOR, Rome. Hr. Enrico Pompei (e.pompei@corpoforestale.it)
- Italien:** Agricultural Research Council CRA-MPF, Trento loc. Fr. Patrizia Gasparini (patrizia.gasparini@entecra.it)
- Italien:** C.N.R. Institute of Ecosystem Study, Verbania Pallanza. Hr. Rosario Mosello (r.mosello@ise.cnr.it)
- Kanada:** Natural Resources Canada, Ottawa. Fr. Brenda McAfee (bmcafee@nrca.gc.ca)
- Quebec:** Ministère des Ressources naturelles, Quebec. Hr. Rock Ouimet (rock.ouimet@Hr.nf.gouv.qc.ca)
- Kroatien:** Sumarski Institut, Jastrebarsko. Hr. Nenad Potocic (nenadp@sumins.hr)
- Lettland:** State Forest Service of Latvia, Riga. Fr. Ieva Zadeika (ieva.zadeika@vmd.gov.lv)
- Liechtenstein:** Amt für Wald, Natur und Landschaft, Vaduz. Hr. Felix Näscher (felix.naescher@awnl.llv.li)
- Litauen:** State Forest Survey Service, Kaunas. Hr. Andrius Kuliesis (vmt@lvmi.lt)
- Luxemburg:** Administration des Eaux et Forêts, Luxembourg-Ville. Hr. Claude Parini (claud.parini@ef.etat.lu)
- Niederlande:** Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality, Den Haag. Hr. Ruben Post (r.post2@minlnv.nl)
- Norwegen:** Norwegian Forest and Landscape Institute, Ås. Hr. Dan Aamlid (dan.aamlid@skogoglandskap.no)
- Österreich:** Bundesamt für Wald, Wien. Hr. Ferdinand Kristöfel (ferdinand.kristoefel@bfw.gv.at)
- Polen:** Forest Research Institute, Raszyn. Hr. Jerzy Wawrzoniak (j.wawrzoniak@ibles.waw.pl)
- Portugal:** National Forest Authority, Lisboa. Fr. Maria Barros (mbarros@afn.min-agricultura.pt), Hr. José Rodrigues (jrodrigues@afn.min-agricultura.pt)
- Republik Moldawien:** State Forest Agency, Chisinau. Hr. Anatolie Popusoi (icaspiu@starnet.md, icas\_md@bk.ru)
- Republik Serbien:** Institute of Forestry, Belgrade. Hr. Radovan Nevenic (nevenic@eunet.rs)
- Rumänien:** Forest Research and Management Institute (ICAS), Voluntari, jud. Ilfov. Hr. Romica Tomescu / Hr. Ovidiu Badea (biometrie@icas.ro, obadea@icas.ro)
- Russische Föderation:** Centre for Forest Ecology and Productivity (RAS), Moscow. Fr. Natalia Lukina (lukina@cepl.rssi.ru)
- Schweden:** Swedish Forest Agency, Jönköping. Hr. Sture Wijk (sture.wijk@skogsstyrelsen.se)
- Schweiz:** Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf. Hr. Norbert Kräuchi (norbert.kraeuchi@wsl.ch)
- Slovakei:** National Forest Centre, Zvolen. Hr. Pavel Pavlenda (pavlenda@nlcsk.org)
- Slowenien:** Slovenian Forestry Institute, Ljubljana. Hr. Marko Kovac (marko.kovac@gozdis.si)
- Spanien:** Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (SPCANDGMNyPF), Madrid. Hr. Gerardo Sanchez (gsanchez@mma.es), Fr. Paloma Garcia (at\_pgarciaf@mma.es)
- Spanien:** Fundación CEAM, Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo, Paterna (Valencia). Hr. Vicent Calatayud (vicent@ceam.es)
- Tschechische Republik:** Forestry and Game Management Research Institute (VULHM), Prague – Zbraslav. Hr. Bohumir Lomsky (lomsky@vulhm.cz)
- Türkei:** General Directorate of Forestry, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. Hr. Ali Temerit (uomturkiye@ogm.gov.tr, temeritali@yahoo.co.uk)
- UK:** Forest Research Station, Alice Holt Lodge, Farnham Surrey. Hr. Andrew J. Moffat (andy.moffat@forestry.gsi.gov.uk)
- Ukraine:** Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration (URIFFM), Kharkiv. Hr. Igor F. Buksha (buksha@uriffm.org.ua)
- Ungarn:** State Forest Service, Budapest. Hr. László Kolozs (aes@aes.hu, kolozs.laszlo@aes.hu)
- USA:** USDA Forest Service, Riverside, CA. Hr. Andrzej Bytnerowicz (abytnerowicz@fs.fed.us)
- Weißrussland:** Forest Inventory republican unitary company „Belgosles“, Minsk. Hr. V. Krasouski (olk@tut.by, belgosles@open.minsk.by)
- Zypern:** Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Nicosia. Hr. Andreas K. Christou (achristou@fd.moa.gov.cy)

Weitere Informationen:

Johann Heinrich von Thünen-Institut  
Institut für Weltforstwirtschaft  
Programmkoordinierungszentrum des ICP Forests  
Dr. Martin Lorenz, Richard Fischer  
Leuschnerstraße 91  
21031 Hamburg  
Deutschland

Europäische Kommission  
Generaldirektion Umwelt  
• LIFE Unit – BU-9 02/1  
• Agriculture, Forests and Soil Unit – BU-9 04/29

B-1049 Brüssel

<http://www.icp-forests.org>  
<http://www.futmon.org>  
<http://ec.europa.eu/life>

