



Das Lebensministerium



## Waldzustandsbericht 2005

Freistaat  Sachsen

Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

# Inhalt Waldzustandsbericht 2005

(Waldschadensbericht nach § 58 SächsWaldG)

	Seite
<b>Waldzustand 2005 im Überblick (D, GB, CZ, PL)</b>	1
<b>Vorbemerkungen</b>	5
<b>Rahmenbedingungen für den Waldzustand</b>	6
Witterung	6
Immissionen/Stoffeinträge/Stoffausträge	8
<b>Waldzustand 2005</b>	11
Kronenzustand/Biotische Schäden	11
Bodenzustand	20
<b>Entwicklung des Waldbrandschutzes in Sachsen</b>	21
Waldbrandgeschehen	21
Waldbrandvorbeugung	23
Zusammenfassung und Ausblick	26
<b>Waldumbau im sächsischen Landeswald</b>	27
Ausgangssituation	27
Waldumbau von 1994 bis 2004	27
Prioritäre Ziele für die Bewirtschaftung des Landeswaldes	29
Mittelfristige Prioritäten für die Weiterführung des Waldumbaus	30
Ausblick	31
<b>Anhang</b>	32
Forstliches Monitoring	32
Wirkung von Luftschadstoffen	33
Tabellarische Übersichten	35
Literaturverzeichnis	38
Glossar	38

# Impressum

- Herausgeber: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)  
Postfach 10 05 10, 01075 Dresden  
Internet: [www.smul.sachsen.de](http://www.smul.sachsen.de)
- Öffentlichkeitsarbeit: Telefon: (03 51) 5 64 68 14, Fax: (03 51) 5 64 20 74  
E-Mail: [info@smul.sachsen.de](mailto:info@smul.sachsen.de) (Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Daten)
- Redaktion: Landesforstpräsidium (LFP)  
Bonnewitzer Straße 34  
01796 Pirna, OT Graupa  
Telefon: (0 35 01) 5 42-0, Fax: (0 35 01) 5 42-2 13  
E-Mail: [poststelle@lfp.smul.sachsen.de](mailto:poststelle@lfp.smul.sachsen.de) (Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Daten)
- Redaktionsschluss: 30.9.2005
- Fotos: Archiv des LFP
- Autoren: Dr. Sven Irrgang: Witterung,  
Dr. Gerhard Raben, Dr. Henning Andreae, Markus Weise: Immissionen/Stoffeinträge/Stoffausträge,  
Bodenzustand, Luftschadstoffe und Wirkungen,  
Mario Helbig, Arnd Schöndube: Kronenzustand, Forstliches Monitoring  
Lutz-Florian Otto, Dr. Burgit Bäucker: Abiotische/Biotische Schäden  
Jörg Fleischer, Dr. Siegfried Lange: Waldbrandschutz  
Dr. Dirk-Roger Eisenhauer: Waldumbau
- Auflagenhöhe: 4 000
- Gesamtgestaltung: LFP, Referat „Öffentlichkeitsarbeit/Waldpädagogik“
- Layout und Produktion: WDS Pertermann GmbH, Dresden
- Papier: gedruckt auf Papier aus 100 % chlorfrei (tcf) gebleichtem Zellstoff
- Kostenlose Bestelladresse: Zentraler Broschürenversand der Sächsischen Staatsregierung  
Hammerweg 30, 01127 Dresden  
Telefon: (03 51) 2 10 36 71 oder -72, Fax: (03 51) 2 10 36 81
- Verteilerhinweis: Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.



Im Jahr 2005 weisen **15 % der sächsischen Waldfläche deutliche**, 49 % leichte und 36 % keine erkennbaren **Schäden** auf. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Kronenzustand geringfügig verbessert. Auch für den zurückliegenden 15-jährigen Beobachtungszeitraum ist eine tendenzielle Verbesserung feststellbar.

Die Situation für die Hauptbaumarten und Wuchsgebiete stellt sich wie folgt dar:

- Die in sächsischen Wäldern dominierende Baumart **Fichte** ist zu 14 % deutlich geschädigt. Dieser Wert liegt im Schwankungsbereich der Vorjahre, ist aber wesentlich niedriger als zu Beginn der Erhebung. Ausschlaggebend für diese positive Entwicklung ist vorrangig der gravierende Rückgang der „klassischen“ Immissionsbelastung durch Schwefeldioxid.

Eine von der Witterung 2003 ausgelöste Massenvermehrung der Borkenkäfer, insbesondere des Buchdruckers und Kupferstechers, konnte durch konsequente Schadsanierung und begünstigt durch die Witterungsverhältnisse eingedämmt werden. Die befürchtete Kalamität ist nicht eingetreten.

- Die **Kiefer**, zweithäufigste Baumart in den sächsischen Wäldern, hat mit 10 % deutlichen Schäden ein ähnliches Schadniveau wie in den Vorjahren. Der Anteil ungeschädigter Kiefernfläche ging in den letzten Jahren auf aktuell 33 % zurück.

Im kieferndominierten nordöstlichen Landesteil entwickeln sich die Dichten der Nonne rückläufig. Daher waren lediglich auf 420 ha Waldfläche Pflanzenschutzmittel auszubringen, um erheblichen Fraßschäden dieser Schmetterlingsart vorzubeugen.

- Die **Eiche** liegt mit 36 % deutlichen Schäden um 21 Prozentpunkte über dem mittleren Befund aller Baumarten. Gesund sind die Eichen nur noch auf 15 % der Fläche. Im Vergleich zum Vorjahr haben jedoch die Schäden abgenommen.

Fraßschäden durch Wickler- und Frostspanner-Arten hatten nur geringen Einfluss auf den diesjährigen Belaubungszustand.

- Die deutlichen Schäden bei der **Buche** erhöhten sich seit 1991 von 4 % auf heute 40 %. Gegenüber dem Vorjahr sind sie jedoch um 10 Prozentpunkte zurückgegangen. Trotz dieser Verbesserung ist die Buche in diesem Jahr erstmalig die am stärksten geschädigte Baumart in Sachsen.
- Der Anteil deutlicher Schäden in den einzelnen **Wuchsgebieten** Sachsens schwankt von 11 % im Mittleren nordostdeutschen Altmoränenland/Düben-Niederlausitzer Altmoränenland bis 19 % im Elbsandsteingebirge/Oberlausitzer Bergland/Zittauer Gebirge. Der Waldzustand hat sich in fast allen Wuchsgebieten im Vergleich zum Vorjahr leicht verbessert. Nur im Vogtland haben die Schäden zugenommen.

Charakteristisch für den **Witterungsverlauf** 2005 war eine ungewöhnlich lange und schneereiche Spätwinterperiode. Während der Vegetationsperiode traten relativ häufig Starkniederschlagsereignisse verbunden mit Stürmen auf. Am 29. Juli führten extreme Windböen zu starken Wurf- und Bruchschäden im Bereich des Westlichen Oberen Erzgebirges. Dabei fielen sowohl in größeren zusammenhängenden Flächen bis hin zu kleineren Nestern und Einzelbäumen ca. 240 000 m<sup>3</sup> Wurf- und Bruchholz an.

Bodenaustrocknungen traten nur kurzzeitig und standörtlich begrenzt auf. Sie hatten keine dauerhaft negativen Auswirkungen auf die Vitalität und das Wachstum der Bäume.

Die ehemals hohen **Schwefeleinträge** in die Waldökosysteme sind auf das Niveau vergleichbarer europäischer Regionen abgesunken. Die jährlichen **Stickstoffeinträge** im Freiland schwankten in den letzten Jahren zwischen etwa 12 und 16 kg N pro Hektar. Die Stickstoffgesamtbelastungen in den jeweiligen Waldbeständen waren zwei bis dreimal höher.

Übermäßige Säureinträge haben entscheidend die Versauerung und Nährstoffverarmung der Waldböden induziert. Die **Wald-**

**böden** Sachsens sind dadurch großflächig und langfristig geschädigt. Durch die Wiederholung der Bodenzustandserhebung im Wald ab dem Jahr 2006 besteht erstmalig die Möglichkeit, Veränderungstendenzen während der letzten 15 Jahre abzuleiten.

Die Wälder Nordsachsens stellen standorts- und bestockungsbedingt einen Schwerpunkt der **Waldbrand**gefährdung dar. Im europäischen Maßstab sind sie den Wäldern mit dem höchsten Waldbrandrisiko zugeordnet worden. Studien zur Klimaveränderung belegen zudem eine weitere Verschärfung der Waldbrandgefahr und die Ausdehnung der gefährdeten Gebiete. In Nordsachsen wird gegenwärtig ein automatisches Waldbrandfrüherkennungssystem aufgebaut, das künftig ca. 175 000 Hektar Wald aller Eigentumsarten überwachen soll.

Der **Waldumbau** – im Sinne eines Wechsels der Hauptbaumart – wird vorrangig auf Standorte konzentriert, auf denen die momentan vorhandenen Fichten- oder Kiefernforsten unter heutigen und prognostizierten Umweltbedingungen ökologisch instabil sind und damit ein hohes Produktionsrisiko erwarten lassen. Die veränderte Baumartenzusammensetzung der Verjüngung muss im Vergleich zur aktuellen Bestockung mindestens gleich bleibende Erträge bei einer höheren Kontinuität der Produktions- und Schutzfunktion(en) garantieren (potenzielle Risikoverteilung).



In 2005 **15% of the Saxon forest area are visibly damaged**, 49% are slightly damaged, and another 34% remain apparently undamaged. In comparison to the previous year, the state of the canopy improved slightly. Furthermore, the tendency of improvement has been noticeable from the beginning of the observations 15 years ago.

The situation can be specified with regard to the principal tree species and the growing areas:

- For **spruce**, the main tree species of Saxon forests, the proportion of visibly damaged stands amounts to 14%. This value lies within the range of the last years, however, it fell considerably below the level given early in the assessed period. This positive development is mainly due to the enormous decrease of the "classic" immission stress by sulphur dioxide. Mass propagation of bark beetles, in particular bark-scarabee (*Ips typographus*) and chalcographer (*Pityogenes chalcographus*), triggered by the extreme summer of 2003, could be suppressed by strict removal of damage. The outcome was favoured by weather conditions. A calamity as it was feared did not become true.
- **Pine**, which holds the second-largest proportion of all tree species in Saxon forests, had 10% of its stands visibly damaged, which is a similar level of damage as in the previous year. However, the proportion of the undamaged pine-stand area decreased further to 33%. In the north-eastern part of Saxony with pine being dominant, population density of nun (*Lymantria monacha*) declined. Consequently, only on a forest area of 420 ha plant protectants were needed to prevent extensive feeding damage by this lepidopterous species (compared with 9,320 ha in the previous year).
- **Oak** shows a visible damage of 36%, which is 21 percentage points above the average of all tree species. Only 15% of the oak stand area are still healthy. Compared with the previous year, damage decreased. Feeding damage by leaf-roller and winter-moth species was insignificant for this year's foliation.

For **beech** visible damage rose from 4% in 1991 to 40% at present. However, it decreased, compared with the previous year. Despite this improvement, beech is for the first time the most severely damaged tree species in Saxony.

- The proportion of visible damage depends on the **growth area**. It varies from 11% in the growth areas „Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland/Düben-Niederlausitzer Altmoränenland“ to 19% in „Elbsandsteingebirge/Oberlausitzer Bergland/Zittauer Gebirge“. In nearly all growth areas forest condition improved slightly compared to the previous year. Only in the „Vogtland“ damage increased.

Characteristic of the **weather** course in 2005 was an extraordinarily long late winter abounding with snow. During the vegetation period excessive rainfall accompanied by storm was unusually frequent. On July 29 extreme gusts caused severe blowdown and windbreak in the Western Upper Ore Mountains Region and led to rolled timber amounting to approx. 240,000 m<sup>3</sup>. Damage affected greater coherent areas as well as smaller clusters and single trees.

Soil desiccation was only limited with regard to time and site. There were no negative consequences to vitality and growth of trees.

The formerly high **sulphur** input into the forest ecosystems has fallen to the level found in comparable European regions. For open ground the annual **nitrogen** input varied from approx. 12 to 16 kg N per ha in the last year. The total nitrogen immission for corresponding forest sites was two to three times higher.

Excessive acid input has decisively induced acidification and nutrient depletion of forest soils. In that way Saxon **forest soils** were damaged large-scale and long-term. The repetition of the inventory of the forest soil state from 2006 on will open up the possibility of conclusions on tendencies during the last 15 years.

The forests of North Saxony are most severely endangered by **forest fire** due to site and stocking. In the European context they belong to the forests with the highest forest fire risk.

Investigations into climate changes indicate a further increasing forest fire danger as well as an extension of the endangered areas. At present, in North Saxony an automatic system for the early detection of forest fires is under construction. It is intended to monitor a forest area of 175,000 ha, comprising all kinds of ownership.

**Forest conversion**, which is understood as a change of the main tree species, will take place preferentially on sites with spruce and pine forests which are ecologically instable according to their present and predicted ecological conditions. Such forests are facing a high production risk. The changed tree species composition of restocking must meet the following criteria with regard to the current stand: an equal or higher yield, a higher continuity of the productive and protective functions, i.e. a better spread of potential risks.



V roce 2005 bylo **15 % lesů v Sasku zřetelně poškozeno**, 49 % mírně poškozeno a zbývajících 34 % nevykazovalo viditelné známky poškození. Ve srovnání s předchozím rokem se stav koruny mírně zlepšil. Tato zlepšující se tendence byla navíc nejzřetelnější od počátku sledování před 15 lety.

Situaci můžeme specifikovat pro hlavní druhy dřevin a oblasti růstu:

- **Smrk**, nejvýznamnější dřevina saských lesů, vykazoval viditelné poškození na 14 % porostů. Tato hodnota se příliš neliší od předcházejících let, je však výrazně nižší, než byla na počátku sledování. Pozitivní vývoj je způsoben především významným snížením „klasického“ imisního stresu, vyvolaného oxidem síry.

Masivní přemnožení kůrovce, zejména druhu *Ips typographus* a *Pityogenes chalcographus*, vyvolané extrémně suchým počasím v roce 2003, se podařilo snížit striktním odstraněním poškozených stromů. Kulminace byla rovněž zmírněna příznivým vývojem počasí. Ke kalamitě v obávaném rozsahu nedošlo.

- **Borovice**, která je druhým nejrozšířenějším druhem dřeviny saských lesů, byla viditelně poškozena na 10 % porostů, což odpovídá i hodnotám z předchozích let. Poklesla však rozloha porostů bez poškození, a to na 33 %. V severo-východní části Saska, kde je borovice dominantním druhem, poklesl výskyt *Lymantria monacha*. Z toho důvodu bylo nutné aplikovat prostředky na omezení žiru tohoto motýlovitého druhu pouze na rozloze 420 ha (v porovnání s 9,320 ha v předchozím roce).
- **Dub** vykazuje zřetelné poškození 36 % celkové rozlohy, což je hodnota o 21 procentních bodů vyšší, než u ostatních dřevin. Pouze 15 % dubových porostů zůstává bez poškození. V porovnání s předchozím rokem se však poškození snížilo. Poškození žírem obalečů a motýlovitými bylo z hlediska hodnocení defoliace v tomto roce nevýznamné.
- **Buk** vykazoval růst viditelného poškození ze 4 % v roce 1991 na 40 % v současnosti. V porovnání s předchozím rokem se poškození snížilo, bez ohledu na to však zůstává buk

nejhůře poškozenou dřevinou v oblasti Saska.

- Procento viditelného poškození závisí na **oblasti růstu** postižených dřevin. Pohybuje se od 11 % v oblasti „Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland/Düben-Niederlausitzer Altmoränenland“ po 19 % v „Elbsandsteingebirge/Oberlausitzer Bergland/Zittauer Gebirge“. Téměř ve všech oblastech růstu se podmínky v porovnání s předěšlým rokem mírně zlepšily. Pouze v oblasti „Vogtland“ došlo ke zhoršení stavu.

**Počasí** v roce 2005 bylo charakterizováno extrémně dlouhou zimou s mimořádným množstvím sněhu. Vegetačního období byly velmi deštivé, s častým prudkým deštěm a bouřemi. Silná bouře 29. července způsobila množství vývrátů a zlomů zejména v západní části Krušných hor, přitom padlo přibližně 240,000 m<sup>3</sup> kalamitního dřeva. Poškození zasáhlo větší souvislé plochy i malé skupiny a jednotlivé stromy.

Vysychání půdy se projevilo pouze v omezeném rozsahu z hlediska místa i času a nemělo negativní vliv na růst stromů.

Původně vysoký spad **síry** do lesních ekosystémů poklesl na úroveň srovnatelnou s jinými evropskými zeměmi. Spad **dusíku** v oblasti Freilandu se v loňském roce pohyboval od 12 do 16 kg N/ha, celkový spad dusíku v lesních porostech byl však dva až třikrát vyšší.

Kyselý spad se projevuje ve významném okyselení a nedostatku živin v **lesních půdách**. Z tohoto pohledu jsou lesní porosty v Sasku poškozeny ve velké míře a dlouhodobě. Opakovaná inventarizace lesních půd, plánovaná v roce 2006, umožní formulovat určité závěry o tendencích v průběhu posledních 15 let.

Porosty v oblasti severního Saska jsou značně ohroženy **lesními požáry**, vzhledem ke stávkovým podmínkám a dřevinné skladbě. V Evropském kontextu náleží tato oblast mezi nejvíce ohrožené. Výzkum v oblasti změn klimatu ukazuje ještě větší riziko lesních požárů v budoucnosti a také rozšíření tohoto rizika na

větší území. V současnosti se v oblasti severního Saska buduje systém automatického zaznamenávání požárů. Předpokládá monitorování plochy o rozloze 175,000 ha, kde jsou zastoupeny všechny typy vlastnictví lesa.

**Přeměna lesních porostů**, chápána jako změna druhového složení hlavních hospodářských druhů, je plánována především na stanovištích s porostem smrku a borovice, která jsou v dnešních a předpokládaných budoucích podmínkách ekologicky málo stabilní. V těchto porostech je výrazně ohrožena produktivita. Změna dřevinné skladby musí z hlediska současného stavu podléhat následujícím kritériím: stejný nebo vyšší výnos, vyšší kontinuita produkčních a ochranných funkcí lesa, tj. příznivější rozložení potenciálního rizika.



W 2005 roku **15 % powierzchni leśnej Saksonii wykazywało widoczne (średnie) uszkodzenia**, 49% – uszkodzenia słabe, na 36% powierzchni nie stwierdzono symptomów uszkodzeń. W porównaniu z rokiem ubiegłym stan koron drzew uległ niewielkiej poprawie. Ponadto, tendencja poprawy była zauważalna od początku obserwacji, rozpoczętych 15 lat temu.

Bardziej szczegółowy opis, odnoszący się do głównych gatunków drzew leśnych oraz regionów przyrodniczych przedstawia się następująco:

- U **świerka pospolitego**, głównego gatunku drzewiastego lasów Saksonii, udział uszkodzeń średnich wyniósł 14%. Ten wynik mieści się w zakresie zmienności obserwowanej w ostatnich latach, jakkolwiek, znajduje się poniżej poziomu uzyskanego na początku okresu pomiarowego. Główną przyczyną tego pozytywnego kierunku zmian jest olbrzymi spadek klasycznego stresu powodowanego przez imisję dwutlenku siarki. Masowy pojaw korników, w szczególności kornika drukarza (*Ips typographus*) i rytonika pospolitego (*Pityogenes chalcographus*), któremu sprzyjało gorące, suche lato 2003, udało się ograniczyć poprzez restrykcyjne usunięcie zaatakowanych drzew. Ograniczeniu liczebności korników sprzyjały również warunki pogodowe. Klęska, której się obawiano nie wystąpiła.
- U **sosny zwyczajnej**, której udział wśród wszystkich gatunków drzewiastych w lasach Saksonii zajmuje drugie miejsce, 10% drzewostanów wykazywało uszkodzenia widoczne (średnie). Poziom uszkodzenia był zbliżony do tego w roku ubiegłym. Natomiast udział powierzchni z drzewostanami sosnowymi nie wykazującymi uszkodzeń obniżył się ponownie, wyniósł 33%. W północno-wschodniej Saksonii, gdzie sosna jest gatunkiem dominującym, liczebność populacji brudnicy mniszki (*Lymnantria monacha*) obniżyła się. Jedynie na 420 ha powierzchni leśnej trzeba było zastosować środki chemiczne do zwalczania szkodników, zapobiegające rozległym uszkodzeniom na

skutek żerowania przez gatunki *Lepidopterus*. Dla porównania: w roku ubiegłym zabiegi chemicznego zwalczania szkodników wykonano na 9320 ha powierzchni leśnej.

- **Dąb** wykazywał uszkodzenia widoczne (średnie) na poziomie 36%, to jest o 21 punktów procentowych powyżej średniej, odnoszącej się do wszystkich badanych gatunków drzew. Jedynie 15% drzewostanów dębowych można nadal uznać za zdrowe. W porównaniu do roku ubiegłego uszkodzenie zmniejszyło się. Uszkodzenia spowodowane żerowaniem owadów: zwójki zieloneczki (*Tortrix viridana*) i piędzika przedzimka (*Operophtera brumata*) nie miały istotnego wpływu na tegoroczny stan ulistnienia koron dębów.
- U **buka zwyczajnego** udział uszkodzeń średnich wzrósł z 4% w 1991 roku do 40% obecnie. Jakkolwiek, udział ten zmniejszył się w porównaniu z rokiem ubiegłym. Pomimo tej poprawy, buk po raz pierwszy okazał się najbardziej uszkodzonym gatunkiem wśród drzew Saksonii.
- Udział widocznych (średnich) uszkodzeń w drzewostanach był uzależniony od **regionu przyrodniczego**. Wahał się pomiędzy 11% w regionach: Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland, Düben-Niederlausitzer Altmoränenland a 19% w regionach: Elbsandsteingebirge, Oberlausitzer Bergland, Zittauer Gebirge. W niemal wszystkich regionach kondycja drzewostanów uległa niedużej poprawie w porównaniu do roku ubiegłego. Jedynie w Vogtland uszkodzenie wzrosło.

**Warunki pogodowe** w 2005 roku charakteryzowały się nadzwyczaj długą późną zimą obfitującą w śnieg. Podczas sezonu wegetacyjnego nadmierne opady deszczu połączone z burzami były niezwykle częste. 29 czerwca gwałtowny wiatr spowodował poważne wiatrowały i wiatrołomy w wyższych partiach zachodniej części Rudaw (Erzgebirge) co doprowadziło do pozyskania około 240.000 m<sup>3</sup> drewna. Uszkodzeniami zostały dotknięte rozległe zwarte obszary leśne, mniejsze fragmenty lasu jak również pojedyncze drzewa.

Przesuszenie gleb wystąpiło jedynie czasowo na niektórych siedliskach. Nie miało negatywnych konsekwencji dla vitalności i wzrostu drzew. Wcześniejszy wysoki dopływ **siarki** do ekosystemów leśnych spadł do poziomu występującego w porównywalnych regionach Europy. Na otwartym terenie roczny dopływ **azotu** wahał się od około 12 do 16 kg N na ha w ostatnim roku. Imisja azotu całkowitego dla odpowiednich siedlisk leśnych była 2-3 razy wyższa.

Nadmierny dopływ kwaśnego depozytu w sposób decydujący wpłynął na zakwaszenie i uzupełnienie nutrietów z **gleb leśnych**. Tym sposobem gleby leśne w Saksonii zostały na dużą skalę i długoterminowo uszkodzone. Powtórzenie inwentaryzacji stanu gleb leśnych w 2006 roku umożliwi postawienie wniosków co do tendencji panujących w ciągu ostatnich 15 lat.

Lasy północnej Saksonii należą do lasów obarczonych najwyższym ryzykiem pod względem **zagrożenia pożarowego** w skali Europy. Badania nad zmianami klimatu wskazują na dalszy wzrost zagrożenia pożarowego w lasach, jak również na rozszerzenie zagrożonych obszarów. Obecnie w północnej Saksonii wprowadzany jest automatyczny system wczesnego wykrywania pożarów. Monitorowaniem zostanie objętych 175.000 ha obszarów leśnych wliczając wszystkie rodzaje własności.

**Przebudowa lasu**, rozumiana jako zmiana w składzie gatunkowym drzew ma miejsce w pierwszym rzędzie na siedliskach porośniętych lasami świerkowymi i sosnowymi, które nie są stabilne w świetle ich obecnych i przewidywanych warunków ekologicznych. Tego typu lasy są obciążone wysokim ryzykiem jeżeli chodzi o wartość produkcyjną. Zmieniony skład gatunkowy drzewostanów w wyniku odnowienia musi spełniać następujące kryteria w porównaniu do obecnych drzewostanów: jednakowy lub wyższy przyrost, poprawione funkcje produkcyjne i ochronne, oznaczające lepsze rozłożenie potencjalnego ryzyka.

# Vorbemerkungen

Zur Ermittlung und Dokumentation von Ursachen, Entwicklung und Umfang der Schädigung der Waldökosysteme wurde 1984 die Waldschadenserhebung, später dann Waldzustandserhebung eingeführt. Seit 1991 wird auch in Sachsen der Waldzustand jährlich nach einer bundesweit einheitlichen Methode erfasst und bewertet. Nach mehr als 20 Jahren hat die Waldzustandserhebung mit dazu beigetragen, das Wissen über die Reaktion von Waldbäumen auf unterschiedliche Umweltereignisse deutlich zu verbessern. Eine entscheidende Erkenntnis dabei ist, dass vor allem immissionsbedingte chronische Nadel- und Blattverluste hinter den Wirkungen akuter Schadereignisse, wie extreme Witterungsverläufe oder Insektenkalamitäten, zurücktreten.

Während der 15-jährigen Beobachtung des Kronenzustandes von Waldbäumen zeigten die ausgewählten Baumarten einen überwiegend guten Benadelungszustand mit geringen jährlichen Schwankungen. Auf dieser Grundlage spricht sich Sachsen dafür aus, die Waldzustandserhebung zukünftig nur noch alle drei Jahre durchzuführen.

Gleichzeitig sollen mit einer Neukonzipierung des gesamten forstlichen Umweltmonitorings dessen unverzichtbare Bestandteile – die Bodenzustandserhebung, die kontinuierliche Überwachung waldökologisch relevanter Umweltfaktoren und das System der sächsischen Waldklimastationen in Kombination mit einem Versuchsflächensystem zur dynamischen Beurteilung der Standortseignung eines weiten Baumartenspektrums – gestärkt werden.

Darauf aufbauend werden wir in Sachsen den Waldumbau und die Waldkalkung fortführen. Zusammengefasst sind dies wichtige Instrumente, um langfristig stabile Waldökosysteme und damit stabile Produktionsbedingungen zu schaffen und zu erhalten.



Stanislaw Tillich

Sächsischer Staatsminister für Umwelt und Landwirtschaft



# Rahmenbedingungen für den Waldzustand

## Witterung

Zur Beurteilung des Witterungseinflusses auf den Wald werden die Daten des sächsischen Messnetzes der Waldklimastationen herangezogen. Die Erhebungen erfüllen vielfältige Funktionen. Beispielsweise liefern sie Informationen zur Waldbrandgefährdung oder gehen in Langzeitstudien zu Waldentwicklungsprognosen ein. Sie sind integriert in nationale und EU-weite Monitoringsysteme. Zur Charakterisierung des Witterungsverlaufes 2005 werden vorrangig von den derzeit

18 Messflächen auf Waldstandorten 2 Tieflands- sowie 2 Mittelgebirgsstandorte herangezogen. Als Vergleich dienen die langjährigen, interpolierten Mittel des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für den Zeitraum 1961–1990 (vgl. Abb. 1).

Direkte Witterungseinflüsse auf die Stabilität und Vitalität der Wälder bestehen hauptsächlich durch die Temperatur- und Strahlungsdynamiken sowie die Menge und zeitliche Verteilung der Niederschläge. Diese

können – durch die am Standort vorhandene Wasserspeicherfähigkeit der Bodensubstrate und die verfügbaren Grundwasservorräte – für die Wälder mehr oder weniger gedämpft werden.

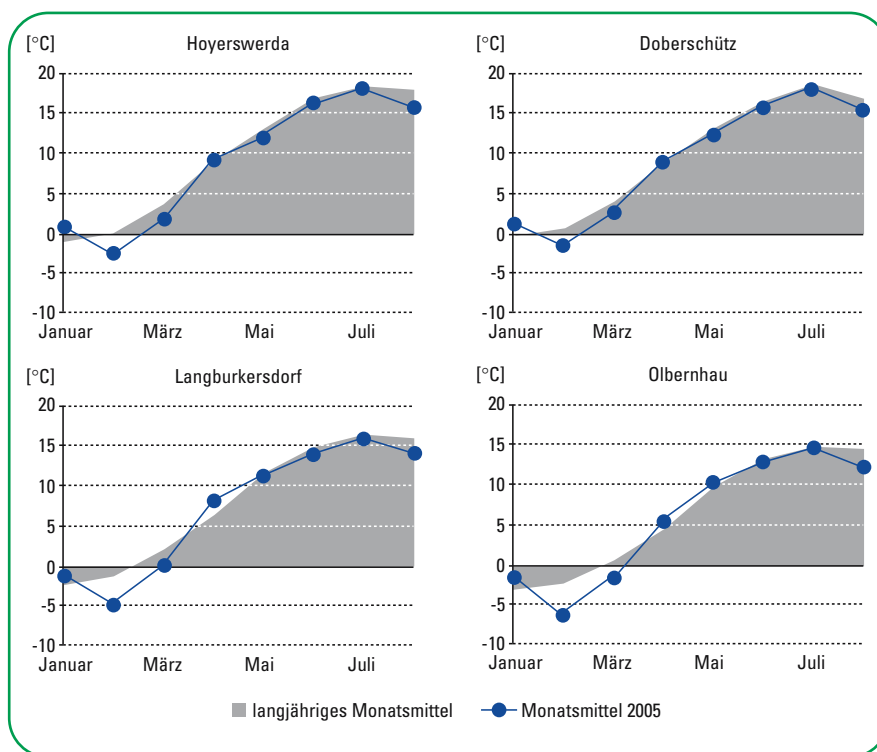
Charakteristisch für den **Temperaturverlauf** 2005 war eine ungewöhnlich lange und schneereiche Spätwinterperiode mit z. T. bis Ende März andauernden Frostwetterlagen. In deren Folge kam es vereinzelt zu Schneebruch. Holzerntemaßnahmen konnten in den Mittelgebirgsräumen nicht oder nur durch erhöhte Aufwendungen durchgeführt werden und der Beginn der Frühjahrsaufforstung verzögerte sich in den Tief- und Hügellandsbereichen aufgrund des Bodenfrostes bis Ende März/Anfang April. Anschließend stiegen die Lufttemperaturen an und schwankten bis Juli im Bereich der langjährigen Mittel. Hingegen war der August mit 2 bis 2,5 K deutlich zu kühl. Vom 10. bis 18. Mai kam es vor allem im Tiefland zu Spätfrösten, die regional differenziert zu Schäden an Verjüngungen führten (vgl. Abb. 3).

Nach einer kurzen warmen Witterungsperiode Ende Juli mit landesweiten Werten um oder deutlich über 30 °C kam es in der Nacht vom 29. zum 30. Juli zu einem schweren Gewittersturm über Sachsen, in dessen Folge im Mittelgebirgsraum (vor allem im Westerzgebirge) Bäume gebrochen und geworfen wurden (vgl. Abb. 4).

Die Vegetationsperiode 2005 ist hinsichtlich der **Niederschlagsmengen** insgesamt als durchschnittlich – mit regionalen Besonderheiten – zu beurteilen: So fielen im niederschlagsarmen NW von Sachsen etwas über dem langjährigen Mittel liegende Niederschläge, während im Osten, d. h. in der Lausitz, insbesondere aber im Lausitzer Bergland, Niederschlagsdefizite (bis zu 30 %) auftraten (vgl. Abb. 2).

Während noch im März/April landesweit zu wenig Niederschlag fiel, wurden im Mai fast

Abb. 1: Monatsmittel der Lufttemperaturen von Januar bis August 2005 für ausgewählte Waldstandorte und Vergleich zu den langjährigen Monatsmitteln (1961–1990) des DWD



### Doberschütz:

im Grenzbereich der Wuchsgebiete Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland (Großklimabereich Gamma: 8,5–9,0 °C mittlere Jahrestemperatur, 520–560 mm Jahresniederschlag) zu Wuchsgebiet Düben-Niederlausitzer Altmoränenland (Großklimabereich Phi: 8,5 °C mittlere Jahrestemperatur, 550–700 mm Jahresniederschlag) als Beispiel für eine trockene Standortsregion Sachsens

### Hoyerswerda:

im Wuchsgebiet Düben-Niederlausitzer Altmoränenland als Beispiel für die nordöstlichen Standortsregionen Sachsens

### Olbernhau:

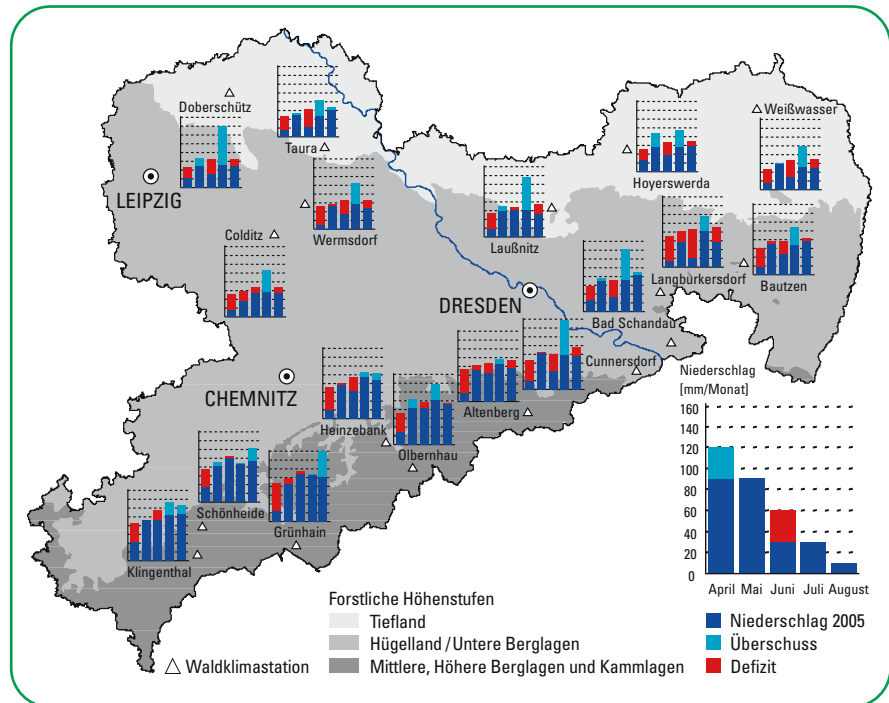
als zentrale Region des Wuchsgebietes Erzgebirge (4,0–8,0 °C mittlere Jahrestemperatur, 710–1200 mm Jahresniederschlag)

### Langburkersdorf:

im Bereich des Wuchsgebietes Oberlausitzer Bergland (6,5–8,0 °C mittlere Jahrestemperatur, 750–950 mm Jahresniederschlag)

überall durchschnittliche Niederschlagsmengen erreicht. Der Juni war durch warm-trockene Witterungslagen gekennzeichnet, die bis in die erste Julidekade anhielten. Zu diesem Zeitpunkt sowie um den 20. und 29. Juli kam es z. T. zu ergiebigen Niederschlägen (20–40 mm/Tag, Spitzenwerte bis 95 mm/Tag), so dass im Juli – trotz zwischenzeitlich warmer und trockener Perioden – sachsenweit überdurchschnittliche Niederschlagsmengen registriert wurden, die teilweise beim Doppelten der Normalwerte lagen. Mit Ausnahme der Mittelgebirge überwogen im August wiederum leichte Niederschlagsdefizite. Die Niederschläge traten in der Vegetationsperiode 2005 zu einem erheblichen Teil in Form von Starkniederschlägen auf, so dass die hohen Mengen teilweise im Boden nicht gespeichert werden konnten und sich damit das Erosionsrisiko außerhalb der Waldbestände erhöhte.

Abb. 2: Monatssummen der Niederschläge von April bis August 2005 für ausgewählte Waldstandorte und Vergleich zu den langjährigen Monatssummen (1961–1990) des DWD



Die **Bodenfeuchte**verhältnisse werden über die Bodensaugspannung im Hauptwurzelraum der Bäume (in 30 cm Tiefe) an ausgewählten Waldklimastationen dargestellt (vgl. Abb. 5).

Die Saugspannung gibt an, wie fest das Bodenwasser im Boden gebunden ist. Bei Bodensaugspannungen oberhalb von etwa 400–500 hPa kommt es, je nach Bodensubstrat und Witterungsbedingungen, zu Wasserstress für die Bäume, da Bodenwasser nicht schnell genug pflanzenverfügbar ist. Dieser Stress verschärft sich mit steigenden Saugspannungswerten. Erreichen diese 15 000 hPa, können Pflanzen die sehr geringen und fest gebundenen Wassermengen aus dem Boden nicht mehr aufnehmen (permanenter Welkepunkt).

Vom Beginn der Vegetationsperiode bis zur ersten Junidekade bestand in ganz Sachsen eine für das Pflanzenwachstum günstige Bodenfeuchte. Erst danach trocknete bis Anfang Juli – regional und nach Bodensubstraten differenziert – der Boden im Hauptwurzelraum der Bäume zunehmend aus. Dies machte sich in geringerem Ausmaß in Ostsachsen (Lausitz/Lausitzer Bergland) bemerkbar, erreichte jedoch auf reinen Sandböden ohne Grundwassereinfluss in NW-Sachsen (Doberschütz) bereits eine erheb-

Abb. 3: Spätfrostereignis am 19.05.2005 auf den Messstandorten Laußnitz und Doberschütz jeweils in 2 m Höhe im Waldbestand und in 0,1 m Höhe auf der Freifläche

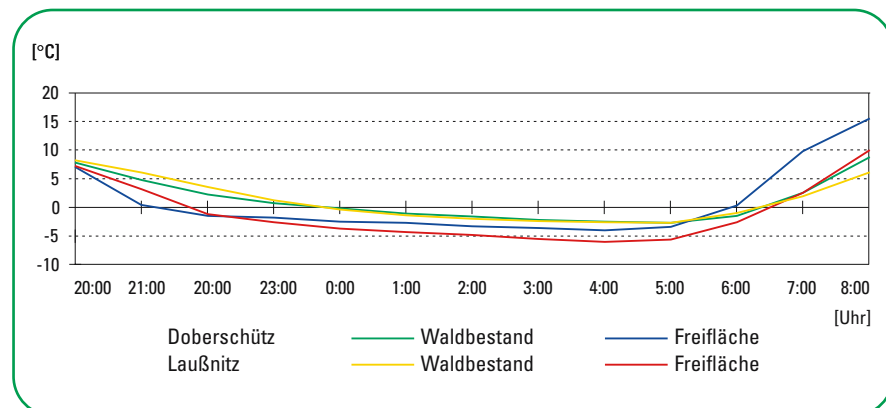
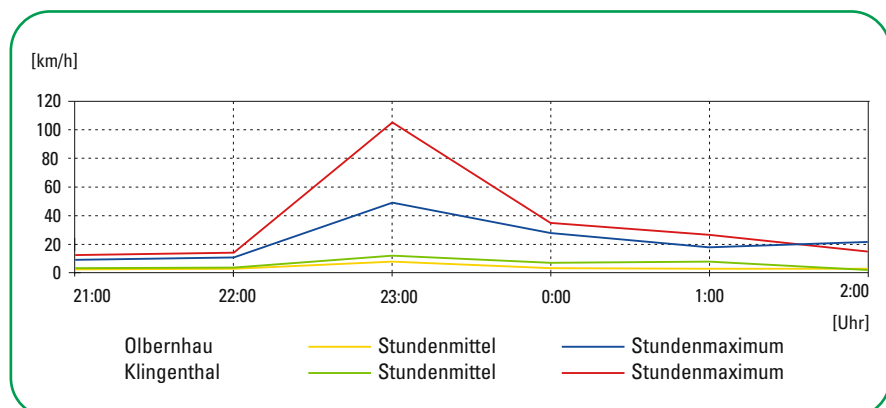


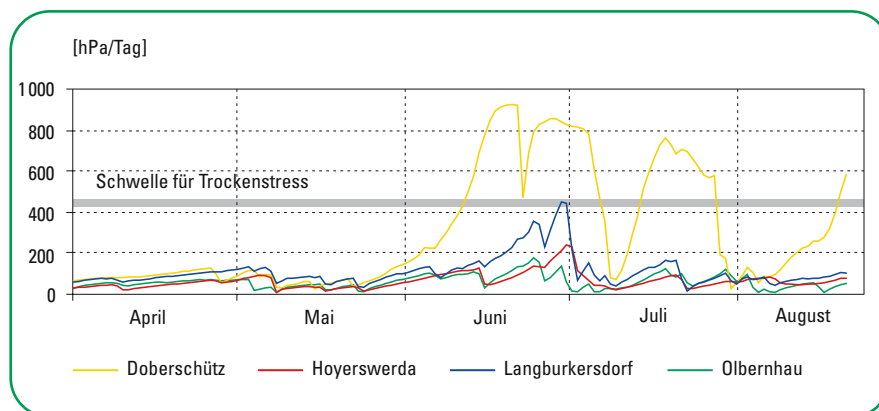
Abb. 4: Windgeschwindigkeit an Waldklimastationen der Standorte Olbernhau (mittleres Erzgebirge) und Klingenthal (Westerzgebirge) in der Sturmnacht vom 29. zum 30. Juli 2005, gemessen auf Waldlichtungen in 10 m Höhe



liche Intensität. Kurzzeitig wurden hier im oberen Teil des Hauptwurzelraumes sehr hohe Bodensaugspannungen gemessen. Infolge einsetzender Niederschläge entspannte sich die Situation ab etwa 5. Juli zunächst kurzzeitig. Durch immer wieder auftretende Niederschläge ab Ende Juli blieb die 1. Augushälfte nahezu ohne nennenswerte Bodenaustrocknungen.

Aufgrund der insgesamt eher durchschnittlichen Wasserversorgung während der Vegetationsperiode 2005 sind keine dauerhaft negativen Auswirkungen eines Bodenwassermangels auf die Vitalität und das Wachstum der Bäume zu erwarten.

Abb. 5: Bodensaugspannung im Zeitraum April bis August 2005 auf ausgewählten Waldstandorten – gemessen mit Druckaufnehmertensiometern (Messbereich: bis 1 000 hPa) in 30 cm Bodentiefe



## Immissionen/Stoffeinträge/Stoffausträge

Die **Schwefel**einträge in die Waldökosysteme, die in Sachsen und speziell in der Erzgebirgsregion lange Zeit zu den höchsten Europas zählten, sind mittlerweile auf das Niveau vergleichbarer europäischer Regionen abgesunken. So ergeben Trendanalysen für die Sulfatkonzentrationen der Niederschläge auf den Fichtenflächen des Level-II-Programms vom jeweiligen Beginn der Messungen bis zum Jahr 2002 Rückgänge zwischen 35 und 60 % im Freiland beziehungsweise zwischen 60 und nahezu 75 % in der Kronentraufe. Nach Angaben des Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) beträgt der Emissionsrückgang von Schwefeldioxid 97 % während des Zeitraumes 1990–2002 [3].

Neben den akuten pflanzenphysiologischen Schädigungen und dem Absterben ganzer Waldregionen durch die vormals teils extremen  $\text{SO}_2$ -Gehalte der Luft, haben Schwefelbelastungen jedoch einen mindestens gleichwertigen indirekten Effekt: Über die Jahrzehnte haben sie über die damit verknüpfte Bildung des berüchtigten „Sauren Regens“ entscheidend die Nährstoffverarmung und Versauerung der Waldböden bewirkt. Die Waldböden Sachsens sind dadurch großflächig und langfristig als Pflanzenstandort geschädigt.

Eine Verarmung der Waldböden wird zusätzlich durch den Eintrag von **Stickstoff**verbindungen hervorgerufen, die ebenfalls zu den

Säurebildnern in der Atmosphäre zählen und entsprechend zum „Sauren Regen“ beitragen. Außerdem können sie als Nährstoff im Übermaß (Eutrophierung) die Waldbestände destabilisieren. Stickoxide ( $\text{NO}_x$  als Summe von  $\text{NO}$  und  $\text{NO}_2$ ) – als Ausgangskomponenten für die Bildung und den Eintrag von Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) in die Wälder – entstehen bei Verbrennungsprozessen. Die wichtigsten Quellen bilden Straßenverkehr (54 % der Gesamtemissionen) und Großfeuerungsanlagen (30 %). Die Emissionen sind in den letzten Jahren nur geringfügig zurückgegangen. Emissionsmindernde technische Verbesserungen, wie Abgaskatalysatoren bei Benzinmotoren, wurden durch den verstärkten Einsatz von Dieselmotoren im PKW-Bereich und gestiegenen LKW-Verkehr nahezu ausgeglichen. So blieben die Immissionsbelastungen landesweit nahezu konstant. Die höchsten Belastungen wurden an den Messstationen nahe stark befahrener Straßen gemessen.

Ammonium- $(\text{NH}_4)$ -Verbindungen stellen die zweite Hauptquelle der Stickstoffeinträge dar und entstammen zu etwa 80 % den Ammoniakemissionen der Landwirtschaft (vor allem Tierhaltung inkl. Wirtschaftsdüngerausbringung).

Hinsichtlich der ermittelten Stickstoffverbindungen ist keine dem Schwefel vergleichbare positive Entwicklung festzustellen, so dass deren Bedeutung für die Säurebelastung der Waldstandorte relativ zuge-

nommen hat. Dies spiegelt sich in der seit 1990 zunehmenden Beteiligung an der Überschreitung der langfristig tolerierbaren Säurebelastungsraten (critical loads) wider (vgl. Abb. 6a, b).

Aktuell werden die kritischen Belastungsraten für die **Säure**einträge fast ausnahmslos überschritten. Gleiches gilt für die Stickstoffeinträge in Bezug auf die Eutrophierung der Ökosysteme. Dies gilt, obwohl nach Schätzungen des LfUG in Sachsen zwischen 1990 und 2002 die  $\text{NO}_2$ -Emissionen um etwa 55 % auf 69 Kilotonnen und die von  $\text{NH}_3$  um etwa 40 % auf 27 Kilotonnen zurückgegangen sind (wobei der Verkehr im Jahr 2002 fast doppelt so hohe  $\text{NO}_x$ -Emissionen verursachte wie alle Feuerungsanlagen zusammen). Im Jahr 2003 lag der über Passivsammler an den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen (6 Stationen) ermittelte Jahresmittelwert mit  $8,3 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  unter dem Bundesdurchschnitt von  $9,9 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  (34 Stationen). Der Jahresverlauf der Konzentrationen weist an den Level-II-Flächen in Sachsen eine klare Rhythmik auf und scheint durch die Aktivitätszyklen der Feuerungsanlagen geprägt zu sein (vgl. Abb. 7).

Bei den  $\text{NH}_3$ -Gehalten der Luft lag im Jahr 2003 das Mittel der sächsischen Stationen mit  $1,5 \mu\text{g NH}_3/\text{m}^3$  (6 Stationen) ebenfalls unter dem Bundesdurchschnitt von  $2,3 \mu\text{g NH}_3/\text{m}^3$  (29 Stationen). Die höchsten Werte wurden in dem Jahr mit  $9,8 \mu\text{g NH}_3/\text{m}^3$  in Nordrhein-

Abb. 6a, b: Überschreitungen der kritischen Belastungsraten (critical loads) für Säureeinträge durch die Schwefel- und Stickstoff-Gesamtd deposition in Waldbeständen an den Rasterpunkten der Bodenzustandserhebung (BZE); Jahre 1990 (a) und 2002 (b)

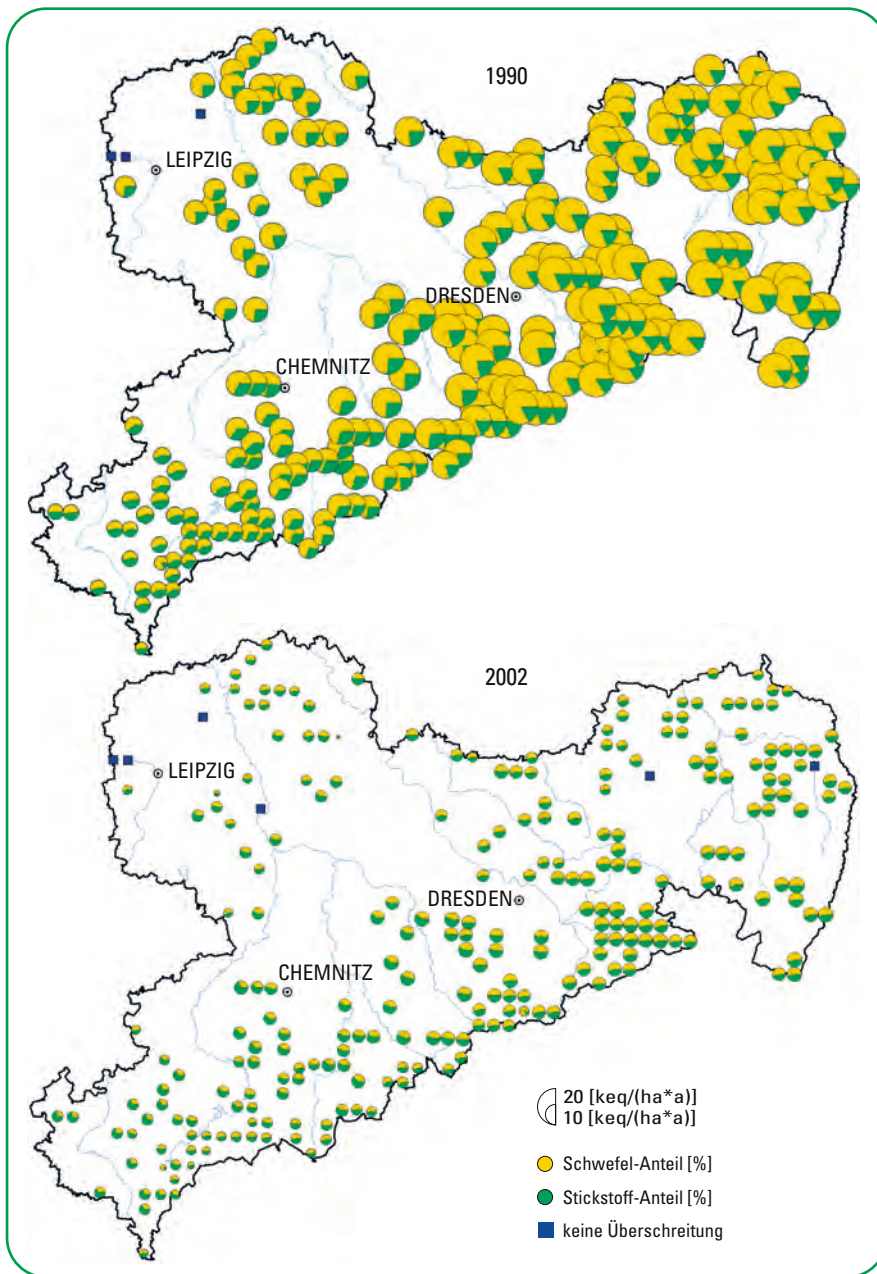
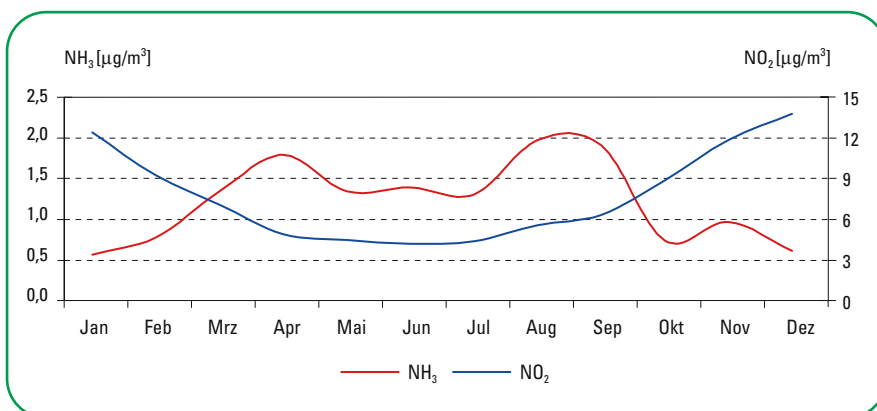


Abb. 7: Mittlerer Jahresverlauf der  $\text{NO}_2$ - und  $\text{NH}_3$ -Gehalte der Luft im Freiland an den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen Sachsens (Zeitraum Juni 2001 bis Mai 2005)



Westfalen im Grenzbereich zu den Niederlanden erreicht. Die mittleren monatlichen  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen folgen – mit einer großen Streubreite zwischen den Flächen – im Jahresverlauf in etwa den Ausbringungsrhythmen der Wirtschaftsdünger. Demnach treten erhöhte Ammoniakgehalte der Luft im April sowie nach der Ernte im August und September auf (vgl. Abb. 7).

Die jährlichen Stickstoffeinträge im Freiland (Jahresmittelwerte von 6 Level-II-Flächen für Nitrat-, Ammonium- und organischen Stickstoff) schwankten in den letzten Jahren zwischen etwa 12 und 16 kg N-Eintrag pro Hektar, wobei der Anteil von Ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) durchschnittlich bei 57 % lag (vgl. Abb. 8). Die Stickstoffgesamtbelastungen im Innern der jeweiligen Waldbestände waren mit etwa 30 bis 45 kg N pro Jahr und Hektar deutlich höher [3].

Derartig hohe Stickstoffeinträge lassen umfangreiche Austräge von Stickstoff mit dem Sickerwasser und somit die Weitergabe an das Grundwasser befürchten. Erste Gegenüberstellungen der Ein- und Austräge an anorganischem Stickstoff zwischen 1997 und 2003 an den Standorten Klingenthal, Olbernhau und Bautzen ermöglichen noch keine statistisch gesicherten Erkenntnisse (vgl. Abb. 9). Es scheint sich aber – unabhängig von den bilanzierten Waldökosystemen und trotz enormer jährlicher Schwankungen im Stickstoffsaldo – eine jährliche Speicherrate von etwa 25 kg Stickstoff abzuzeichnen. Gleichfalls deuten sich Abhängigkeiten zwischen der Höhe des Stickstoffeintrags und der Austragsmenge an. Bedeutsam ist dies etwa zur Gefährdungsabschätzung für Grundwasserleiter, wie sie die europäische Wasserrahmenrichtlinie fordert. Weitergehende Untersuchungen zum Stickstoffumsatz in Waldökosystemen erscheinen geboten.

**Ozon** wird in bodennahen Luftschichten bei der Reaktion von Sauerstoff mit Stickstoffdioxid und Kohlenwasserstoff-Verbindungen (Vorläufersubstanzen) unter dem Einfluss energiereicher Strahlung gebildet. Hohe Ozonkonzentrationen treten bei stabilen Hochdruckgebieten, hohen Temperaturen und intensiver Sonneneinstrahlung, z. B. bei hochsommerlichen Wetterlagen, auf. Nachts fin-

den Abbaureaktionen mit anderen Luftschadstoffen wie Stickstoffmonoxid statt. Aufgrund der geringeren Abbaurrate („Mangel“ an geeigneten Reaktionspartnern) und der Höhenlage sind ländliche Gebiete und die Mittelgebirge am stärksten belastet. Eine generelle Reduktion dieser Belastung ist nur durch eine großräumige Verringerung der Emissionen der Vorläufersubstanzen erreichbar.

Die geltenden Grenzwerte zum Schutz der Vegetation (nach EU-Richtlinie 1999/30/EG) für Stickstoffoxide und Schwefeldioxid werden in ganz Sachsen seit Jahren eingehalten. Die Immissionsbelastung durch Ozon weist dagegen jährliche Unterschiede auf, die vor allem meteorologisch bedingt sind. Zum Schutz der Vegetation ist ab 2010 für die Monate Mai bis Juli eines jeden Jahres ein maximaler AOT-40-Wert von 18 000 µg/m³ h einzuhalten. Um die o. g. Schwankungen zu berücksichtigen, wird der AOT-40-Wert als Mittel der letzten 5 Jahre gebildet. Im Zeitraum von 2000 bis 2004 wurde dieser Zielwert an 8 Messstellen, die hauptsächlich im Erzgebirge liegen, überschritten.

Abb. 8: Mittlere jährliche Stickstoffeinträge ( $NH_4-N + NO_3-N + N_{org}$ ) im Freiland an den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen Sachsens

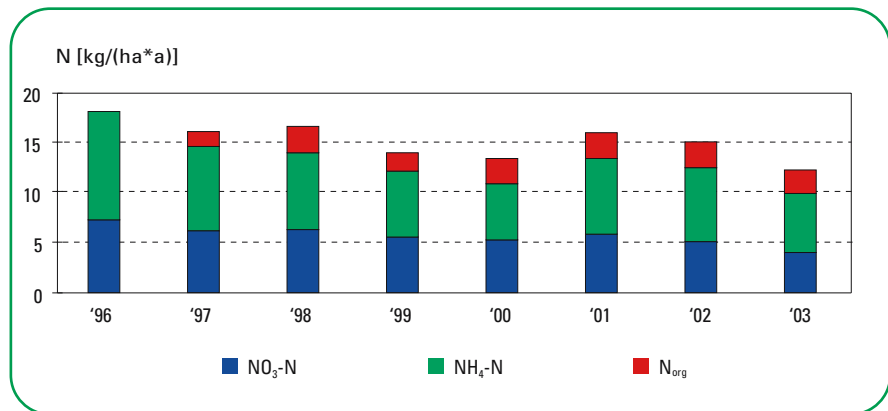
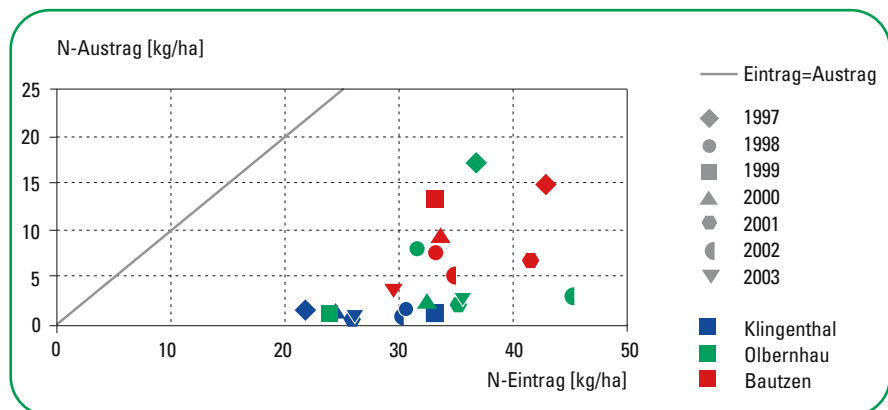


Abb. 9: Gegenüberstellung von Stickstoffeintrag und -austrag an den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen Klingenthal, Olbernhau und Bautzen in den Jahre 1997 bis 2001



# Waldzustand 2005

## Kronenzustand/Biotische Schäden

### Allgemeine Schadsituation

Der Belaubungs-/Benadelungszustand eines Baumes ist ein gut sichtbares Merkmal für seine aktuelle physiologische Verfassung einschließlich temporärer Anpassungsreaktionen. Er wird von einer Vielzahl von Einflussfaktoren geprägt, wie z. B. der lufthygienischen Situation, der Nährstoff- und Wasserversorgung des Bodens, aktuellen Witterungseinflüssen, biotischen und abiotischen Schadereignissen. Diese Faktoren werden bei der Waldzustandserhebung (WZE) teilweise erfasst, ihre Wirkung kann jedoch im Einzelnen nur mit Hilfe aufwendiger Ursachenforschung quantifiziert werden. Die Waldzustandserhebung wurde im Jahr 2005 auf dem 4x4-km-Raster durchgeführt. Das Raster umfasst insgesamt 284 Probepunkte. Auf einer Fläche war durch Sturm der komplette Baumbestand gebrochen, eine weitere war im Vorfeld des Lausitzer Tagebaubetriebes beräumt worden, so dass 282 Probepunkte mit 6 768 Probebäumen erfasst wurden. Mit der Stichprobe werden die aktuellen Bestockungsverhältnisse in Sachsen sehr gut repräsentiert (vgl. Tab. 3, Anhang).

Im Ergebnis der terrestrischen Kronenzustandsbewertung sind 2005 in Sachsen – ohne Berücksichtigung regionaler und baumartenspezifischer Unterschiede –

- 15 % der Waldfläche als deutlich geschädigt (Schadstufen 2–4),
- 49 % als schwach geschädigt (Schadstufe 1) und
- 36 % ohne erkennbare Schadmerkmale (Schadstufe 0) einzustufen (vgl. Abb. 10; Tab. 4, Anhang).

In der Gruppe der deutlichen Schäden weisen die Bäume auf 14 % der Waldfläche mittelstarke Schäden auf (Schadstufen 2), ein Prozent ist stark geschädigt bzw. abgestorben (Schadstufen 3 und 4).

Rückblickend kann seit Beginn des 15-jährigen Beobachtungszeitraumes eine Abnahme der deutlichen Schäden konstatiert werden, welche Mitte der 90er Jahre einsetzte. In den letzten 6 Jahren ist kein Trend mehr zu erkennen.

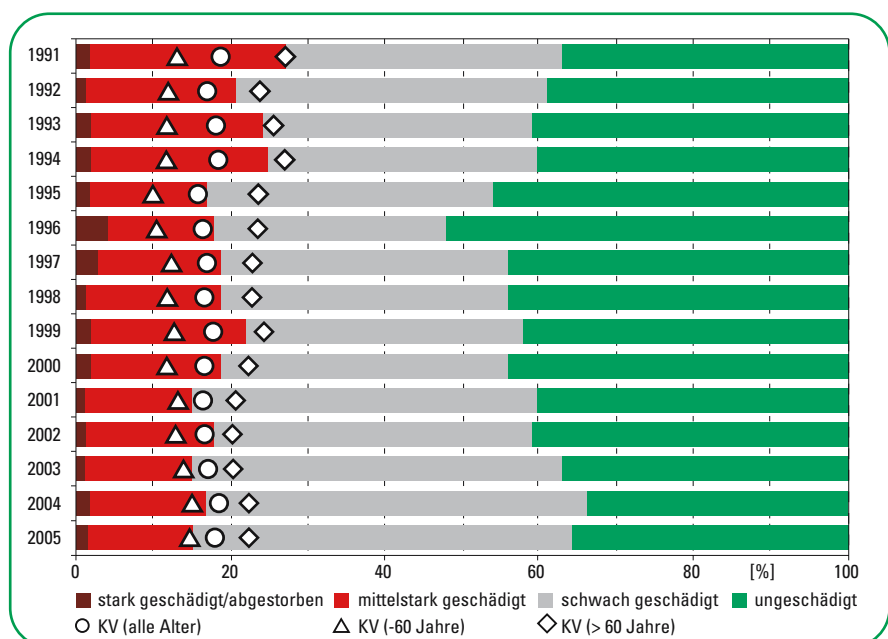
Der Anteil deutlicher Schäden, der 1991 noch 27 % betrug, sank 1995 auf 17 % und blieb – mit Ausnahme des Jahres 1999 – bis heute unter 20 %. Im Vergleich zum Vorjahr wurde eine leichte Verbesserung des Kronenzustandes festgestellt, die durch einen geringeren Anteil deutlicher Schäden und einen höheren Anteil gesunder Bäume zum Ausdruck kommt (jeweils um 2 Prozentpunkte). Der Schadrückgang ist in den beiden Altersbereichen (bis 60 Jahre/über 60 Jahre) gleichermaßen ausgeprägt. Allerdings besitzen die älteren Bäume ein höheres Schadniveau. Die vorrangig auf die Trockenheit des Jahres 2003 zurückzuführenden Schäden des letzten Jahres sind durch die Bäume ausgeglichen worden und nicht mehr prägend.

Die Stichprobenbestände unterliegen einer forstlichen Bewirtschaftung und auch anderen Einflüssen. Aus diesem Grund ist es möglich, dass Stichprobenbäume aus dem Kollektiv ausscheiden. Streng systematisch wird in diesen Fällen ein Ersatzbaum ausgewählt. In diesem Jahr mussten 64 Bäume (entspricht 2 %) vom Kollektiv der über 60-jährigen Stichprobenbäume ersetzt werden:

- 54 Bäume wurden bei forstlichen Eingriffen entnommen
- 1 Baum wurde durch Wind geworfen
- weitere 9 Bäume erfüllten nicht mehr die Anforderungen an einen Stichprobenbaum, i. d. R. gehörten sie nicht mehr zur herrschenden Bestandesschicht. Damit war die Krone von Nachbarbäumen überwachsen und nicht mehr bonitierbar.

Der Ersatz von Stichprobenbäumen hat keinen nachweisbaren Einfluss auf das Ergebnis der Waldzustandserhebung für größere Auswerteeinheiten (Baumart, Wuchsgebiet).

Abb. 10: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) aller Baumarten von 1991 bis 2005



## Schäden an den Hauptbaumarten

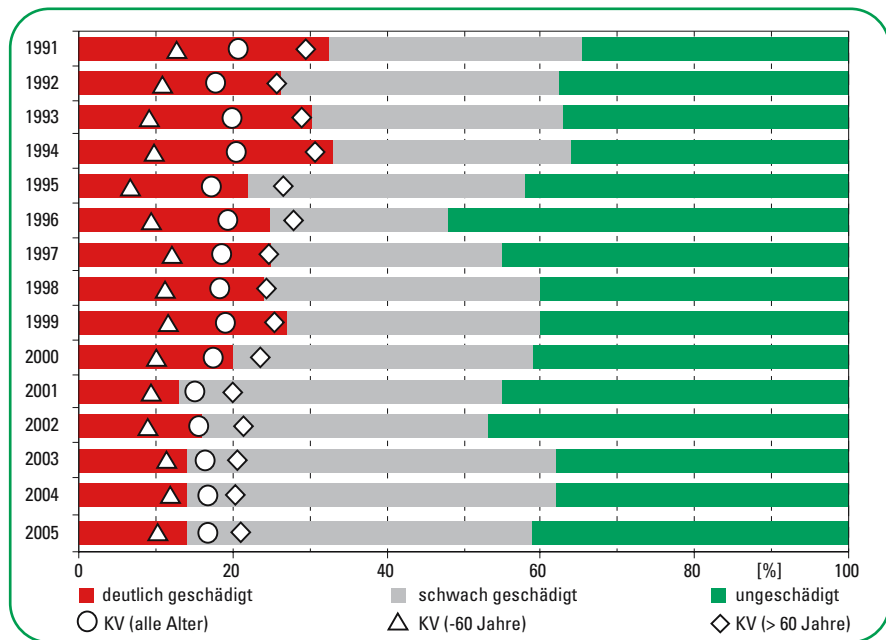
Entsprechend der potenziellen natürlichen Vegetation würde Sachsen mit nur 13 % Nadelbäumen bestockt sein. Im Zuge der Urbanisierung (Waldflächenrückgang) sowie der folgenden Waldnutzung und -bewirtschaftung hat sich das Waldbild grundlegend verändert. Heute ist die Baumartenverteilung deutlich zugunsten von Nadelbaumarten mit insgesamt 78 %, vorrangig der Fichte und Kiefer, verschoben. Insbesondere die großflächig vorhandenen Reinbestände sind trotz eines gegenwärtig günstigen Erscheinungsbildes höheren Risiken, wie z. B. Insektenkalamitäten oder Stürmen, ausgesetzt. Der begonnene Waldumbau hat zur Risikominimierung und -verteilung wirtschaftlich leistungsfähige und ökologische stabile Wälder zum Ziel, die an regionale Klima- und Bodenverhältnisse und deren prognostizierte Veränderungen angepasst sind.

## Fichte

### Kronenzustand

Die Gemeine Fichte dominiert mit einem Anteil von 41,6 % in den sächsischen Wäldern. Besonders in den Mittelgebirgsregionen ist sie die prägende Baumart. Die aktuelle Waldzustandserhebung weist für die Fichte – das dritte Jahr in Folge – einen

Abb. 11: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Fichte von 1991 bis 2005



Flächenanteil mit deutlichen Schäden von 14 % aus. Mit 45 % ist der Flächenanteil leicht geschädigter Fichten gegenüber dem Vorjahr um 3 Prozentpunkte zugunsten von Fichten ohne sichtbare Schäden zurückgegangen. Diese sind auf 41 % der Fläche zu finden. Auch in Bezug auf die mittlere Kronenverlichtung ist das diesjährige Ergebnis der Fichte im Vergleich zu den Vorjahren nahezu unverändert. Im Landesdurchschnitt ist das Schadniveau der Fichte 2005 mit der Kiefer vergleichbar. Die Zeitreihe (vgl. Abb. 11) veranschaulicht eine kontinuierliche Verbesserung des Bena-

delungszustandes der Fichte: Im Trend sind die deutlichen Schäden seit 1991 um etwa die Hälfte zurückgegangen, wobei in den letzten 4 Jahren kaum noch Veränderungen zu verzeichnen waren. Die Schäden aus dem Winter 1995/96 – verursacht durch SO<sub>2</sub> in Kombination mit Witterungsextremen – sind weitgehend ausgewachsen. Die ungeschädigte Fichtenfläche hat von Erhebungsbeginn bis Mitte der 90er Jahre zugenommen. Seitdem stagniert dieser Trend.

**Nadelvergilbungen** wurden 2005 an 3 % aller Fichten festgestellt. Da die Intensität der Ver-

Abb. 12a, b: Wurf- und Bruchschäden nach dem Sturm am 29.07.05, am Horizont ist eine weitere Schadfläche erkennbar (a), Aufarbeitung unmittelbar nach dem Schadereignis (b)



gilbung fast ausschließlich gering war, führte sie nur selten zur Eingruppierung in eine höhere Schadstufe (vgl. Tab. 5, Anhang). Häufigkeit und Intensität der Vergilbungsercheinungen sind damit ähnlich gering wie im Vorjahr.

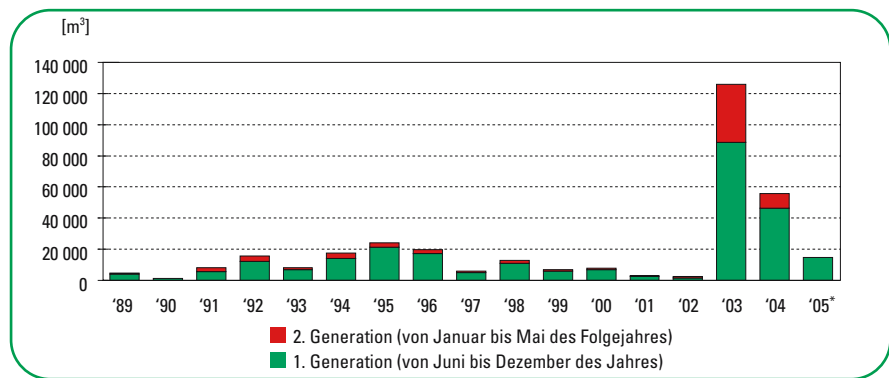
Ausschlaggebend für die insgesamt positiv zu bewertende Kronenzustandsentwicklung der Fichte sind vor allem der starke Rückgang der „klassischen“ Luftschadstoffe, besonders des SO<sub>2</sub>, und die durchgeführten Kalkungsmaßnahmen.

Nach mehreren Jahren mit etwas stärkerer **Fruktifikation** trugen 2005 nur einzelne Fichten wenige Zapfen (vgl. Tab. 5, Anhang).

### Abiotische Schäden

Am 29. Juli 2005 führten extreme Windböen, hervorgerufen durch mehrere Gewitterfronten zu starken Wurf- und Bruchschäden im Bereich des Westlichen Oberen Erzgebirges sowie dessen Nordwestabdachung. In drei Trassen fielen dabei sowohl in größeren zusammenhängenden Flächen als auch in kleineren Trupps bis zu Einzelbäumen ca. 240 000 m<sup>3</sup> Wurf- und Bruchholz an. Von diesem Schadereignis waren im Wesentlichen 6 Forstämter betroffen, 3 davon stark mit jeweils mehr als 50 000 m<sup>3</sup> (deutlich mehr als der Jahreseinschlag dieser Forstämter). Die Aufarbeitung des Holzes begann unmittelbar nach dem Ereignis mit der Beräumung von Straßen, Siedlungsrändern, Hauptzufahrtswegen und setzte sich in den geschädigten

Abb. 13: Durch Buchdrucker, z. T. in Kombination mit Kupferstecher, befallene Holzmenge von 1989 bis 2005 (Jahr 2005 noch unvollständig, Gesamtbefall erst im Winter 2005/06 sichtbar)



Waldbeständen fort. Der konzentrierte Einsatz von Forstspezialtechnik sichert eine rasche Aufarbeitung vor dem Winter und minimiert das Unfallrisiko der Waldarbeiter. Dieses Vorgehen vermindert auch das Risiko für Folgeschäden, insbesondere durch den Buchdrucker. Die neu entstandenen Bestandseränder bleiben jedoch noch für viele Jahre Angriffspunkte für neue Sturmschäden.

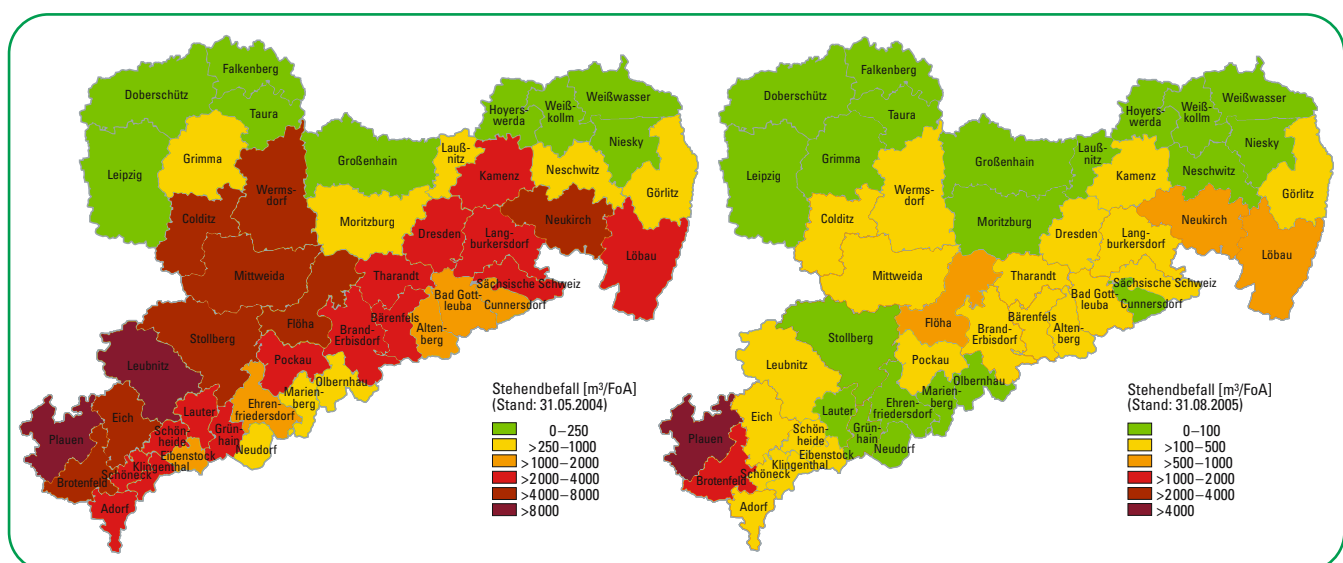
### Biotische Schäden

Die großräumige Massenvermehrung des Buchdruckers (*Ips typographus* L.) und des Kupferstechers (*Pityogenes chalcographus* L.) in Fichtenbeständen, ausgelöst durch den extrem warmen und trockenen Sommer 2003, war bereits 2004 wieder rückläufig. Mit einer Holzmenge von ca. 56 000 m<sup>3</sup> für das Befallsjahr 2004 ging der Befall landesweit auf 47 % des Wertes für das Hauptbefallsjahr 2003

zurück. Diese Menge war jedoch immer noch deutlich höher als die vorangegangener Jahre (vgl. Abb. 13). Die sich abzeichnende positive Entwicklung ist das Ergebnis einer Kombination aus günstigen Witterungsbedingungen und der Effektivität der durchgeführten Maßnahmen, insbesondere der Beräumung von Schadholz.

Im Frühjahr 2005 war einerseits ein intensiver Schwarmflug der Käfer besonders in den Befallsschwerpunkten der Vorjahre zu beobachten, andererseits bot die wechselnde Witterung den Käfern nur durchschnittliche Entwicklungsbedingungen, erhöhte aber die Widerstandsfähigkeit der Bestände. Die bis zum 31.08.05 erkannte und registrierte Menge entspricht ca. 60 % des vergleichbaren Vorjahreswertes. Bis zum Frühjahr 2006 ist jedoch mit einem weiteren Zugang zu rechnen, wobei die absoluten Mengen des Vor-

Abb. 14a, b: Regionale (forstamtweise) Verteilung des Stehendbefalls durch Fichtenborkenkäfer für die Befallsjahre 2003 (Stand: 31.05.04) und 2005 (Stand: 31.08.05, Angabe noch unvollständig, Gesamtbefall wird erst im Winter 2005/06 sichtbar)





jahres sicher nicht erreicht werden und sich der Befallsrückgang weiter fortsetzt.

Die bereits in den Vorjahren zu beobachtende Befallskonzentration in Fichtenbeständen der Unteren Berglagen und des Hügellands mit feuchtem und mäßig feuchtem bzw. trockenem Klima hält an und fokussiert sich auf das Vogtland (vgl. Abb. 14a, b). In diesem Gebiet ging der Befall, abweichend vom Landestrend, 2005 nur um 10 % im Vergleich zum Vorjahr zurück.

## Kiefer

### Kronenzustand

Die Gemeine Kiefer ist mit 30,1 % Anteil an der Waldfläche die zweithäufigste Baumart in Sachsen. Sie prägt das Waldbild vor allem in den Wäldern des Tief- und Hügellandes.

2005 zeigten die Kiefern auf 10 % der Fläche deutliche Schäden, auf 57 % schwache Schäden und auf 33 % waren sie gesund (vgl. Abb. 15).

Besonders zu Beginn der 90er Jahre konnte eine gravierende Verbesserung des Kronenzustandes konstatiert werden. Die deutlich geschädigte Fläche verringerte sich von 27 % (1991) auf 7 % (1996), seitdem pegelt sie sich zwischen 9 und 14 % ein. Die leichten Schäden nehmen einen erheblichen Anteil ein, der in den letzten 5 Jahren noch zugenommen hat. Parallel dazu sank der Anteil der ungeschädigten Kiefern.

Der Verlauf der mittleren Kronenverlichtung unterstreicht diese Aussagen. Das Schadniveau zwischen den Altersbereichen ist wenig differenziert.

Nadelvergilbungen spielten eine untergeordnete Rolle: nur 0,1 % der Kiefern zeigten Vergilbungssymptome.

Wie in den letzten Jahren **fruktifizierte** auch 2005 wieder ein Großteil der älteren Kiefern. An 58 % wurde geringer, an 16 % mittlerer bis starker Zapfenbehang registriert (vgl. Tab. 5, Anhang).

### Biotische Schäden

Die großräumige Massenvermehrung der **Nonne** (*Lymantria monacha* L.) befindet sich jetzt in der Retrogradationsphase, das heißt die hohen Populationsdichten gehen wieder auf das Ausgangsniveau, den so genannten „Eisernen Bestand“, zurück. Da dieser Trend

Abb. 15: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Kiefer von 1991 bis 2005

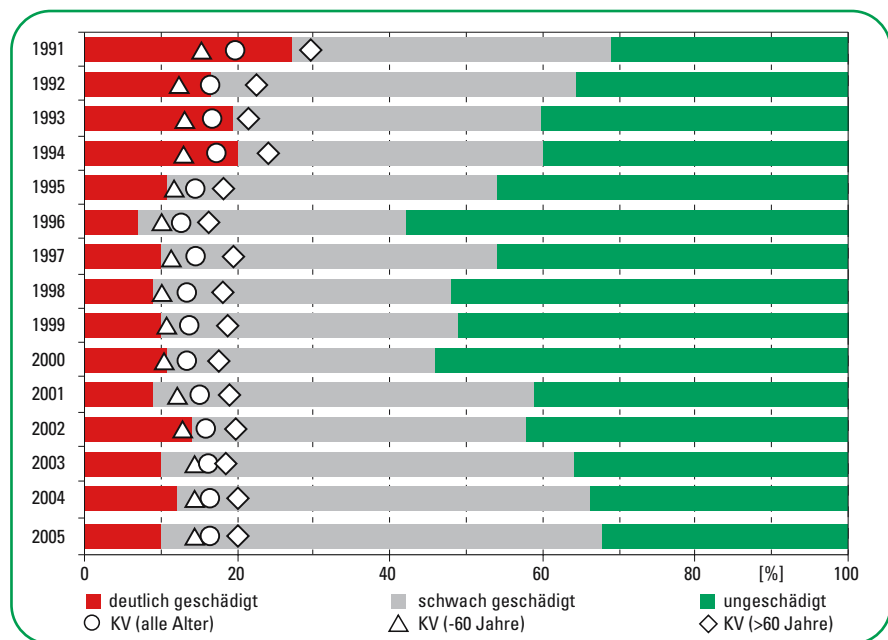


Abb. 16: Mit Pflanzenschutzmitteln behandelte Befallsgebiete der Nonne 2005

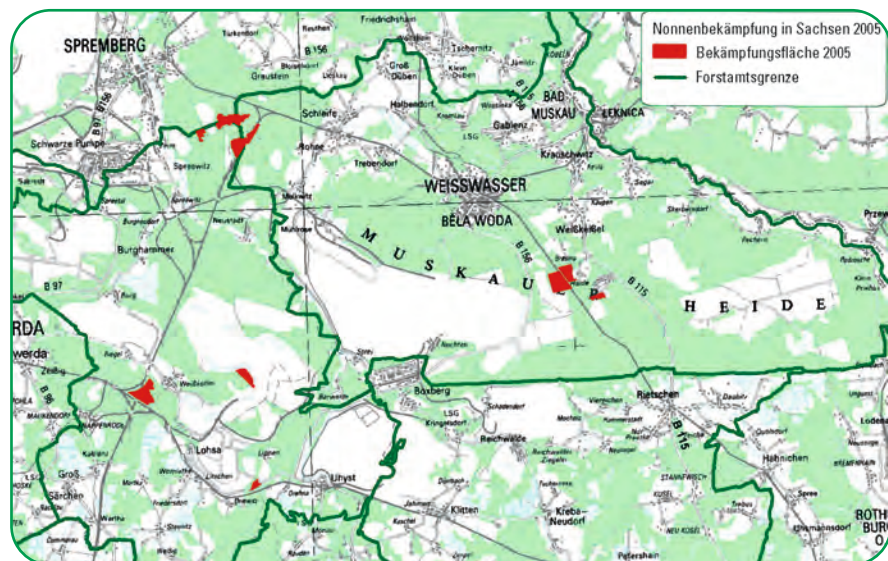


Abb. 17: Pheromonfallenfänge der Nonne in ausgewählten Forstämtern für die Jahre 1992 bis 2005

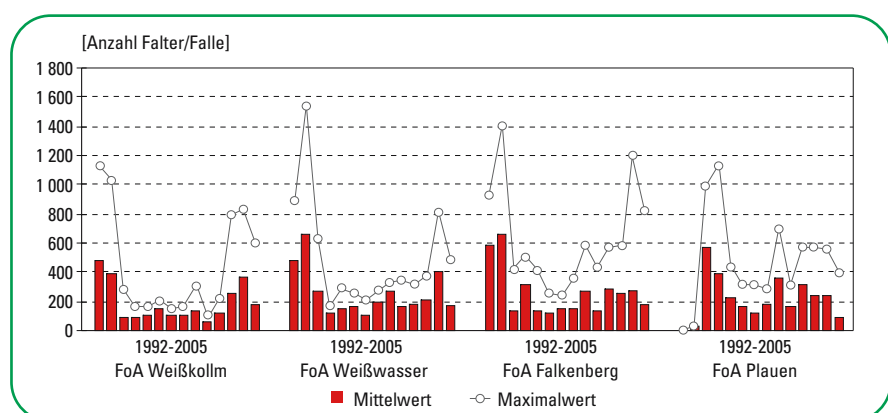


Abb. 18: Regenerierte, absterbende und abgestorbene Kiefern nach Nonnenfraß in einem 2004 stark befallenen, unbehandelten Bestand



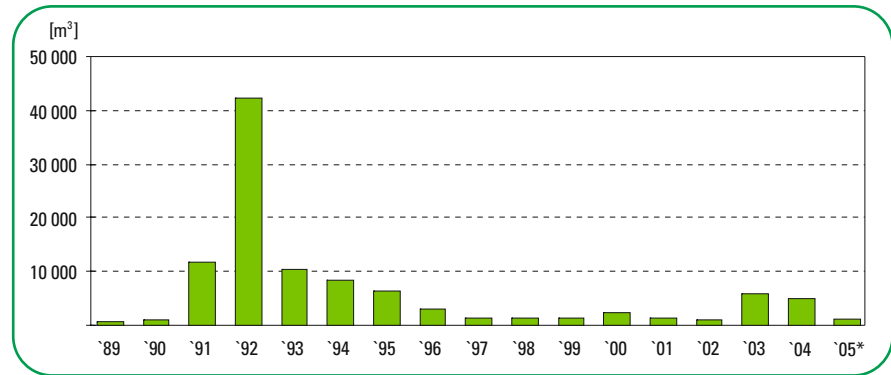
nicht in allen gefährdeten Beständen synchron erfolgt, waren in diesem Frühjahr nochmals kleinflächig Gegenmaßnahmen erforderlich. Dies betraf 420 ha Bundes- und Privatwald (vgl. Abb. 16). Eingesetzt wurde das für derartige Anwendungen zugelassene Insektizid Karate WG Forst. In Befallsgebieten, in denen der prognostizierte fraßbedingte Nadelverlust als nicht bestandesbedrohend eingeschätzt wurde, kam es im Juni/Juli auf insgesamt 60 ha zu merklichen Fraßschäden (bis 50 % Nadelverlust, vgl. Abb. 18). Ob 2006 nochmals kleinflächig Gegenmaßnahmen erforderlich sein werden, müssen die notwendigen Überwachungsmaßnahmen und Prognosen zeigen, die noch nicht abgeschlossen sind (vgl. Abb. 17).

Die in den Vorjahren festgestellte Zunahme der Dichten des **Kiefernspinners** (*Dendrolimus pini* L.) setzte sich – im Gegensatz zu anderen Bundesländern – nicht fort. Da sich die potenziellen Schadgebiete dieser Art in Sachsen häufig mit denen der Nonne überlagern, könnte ihre Abnahme auch eine Folge der 2004 durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Nonne sein.

Obwohl sich die im letzten Winter ermittelten Populationsdichten des **Kiefernspanners** (*Bupalus piniarius* L.) im gesamten Verbreitungsgebiet dieser Art in Nordsachsen im Vergleich zum Vorjahr verdoppelten, geht davon in diesem Jahr noch keine Gefährdung aus. Die Entwicklung muss jedoch weiter beobachtet werden.

Ein gleichartiger Trend, allerdings auf einem noch niedrigeren Niveau, zeichnet sich für die **Forleule** (*Panolis flammea* Schiff.) ab. Ähnliches gilt auch für die **Kiefernbuschhornblattwespen** (*Diprion spec.*), bei denen

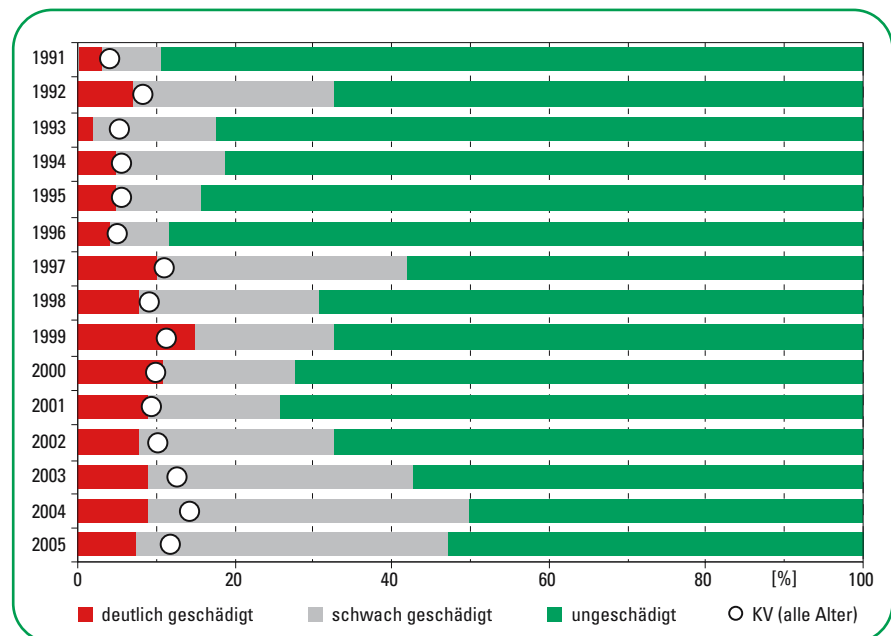
Abb. 19: Durch Prachtkäfer befallene Holzmenge von 1989 bis 2005 (\*Angabe für 2005 ist noch unvollständig, Gesamtbefall wird erst im Winter sichtbar)



sich der geringfügige Anstieg auf den nordwestlichen Landesteil konzentriert.

Der erhebliche Anstieg des Befalls von Kiefern mit Larven des **Blauen Kiefernprachtkäfers** (*Phaenops cyanea* L.) infolge des extremen Sommers 2003 setzte sich nicht wie bei der Massenvermehrung 1991–92 im Folgejahr fort. Bis zum Frühjahr 2005 ging die aus den Vorjahren resultierende Befallsholzmenge bereits wieder zurück (vgl. Abb. 19). Dieser Trend hält gegenwärtig an. Gleiches gilt für den Befall stamm- und rindenbrütender Borkenkäfer, wie beispielsweise den Zwölffährigen (*Ips sexdentatus*) und den Sechszährigen Kiefernborckenkäfer (*Ips acuminatus* Gyll.), die häufig mit dem Kiefernprachtkäfer vergesellschaftet sind. Schäden durch diese Arten treten jedoch häufig in Beständen nach Nonnenfraß auf.

Abb. 20: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der sonstigen Nadelbäume von 1991 bis 2005



## Sonstige Nadelbäume

### Kronenzustand

Sonstige Nadelbäume besitzen in Sachsen einen Anteil an der Waldfläche von 6,0 %. Die zu dieser Baumartengruppe zählenden Baumarten sind hier meist nicht gebietsheimisch und wurden erst im Zuge spezieller waldbaulicher Konzeptionen, wie z. B. der Aufforstung des Erzgebirgskammes nach dem flächigen Absterben der Fichte, angepflanzt. Die Europäische Lärche ist mit etwa 50 % in dieser Baumartengruppe vertreten. Über 3/4 der begutachteten sonstigen Nadelbäume sind jünger als 40 Jahre.

Das Schadniveau sonstiger Nadelbäume ist vergleichsweise niedrig, zumal junge Bäume i. d. R. in geringerem Maße Schäden zeigen. Dennoch lassen die Schadstufenentwick-

lung, aber auch der Verlauf der mittleren Kronenverlichtung ab 1997 eine Schadzunahme erkennen. Von 1996 zu 1997 erhöhte sich der Flächenanteil deutlicher Schäden von 4 auf 10 %, der Flächenanteil schwacher Schäden von 8 auf 32 % (vgl. Abb. 20). Seitdem pegelt sich der Anteil deutlicher Schäden in Größenordnungen um 10 % ein; 2005 erreicht er 7 %. Der ungeschädigte Flächenanteil sank bis 2004 drastisch ab, stieg ab 2005 wieder um 3 Prozentpunkte auf 53 %.

Eine aktuelle Verbesserung des Kronenzustandes wird durch die mittlere Kronenverlichtung belegt. Sie sank von 14,1 %, dem bisher höchsten Wert im Jahr 2004, auf derzeit 12,3 %.

### Biotische Schäden

Als Folge der hohen Niederschläge, insbesondere im Juli 2005, hat sich in den höheren Lagen des Erzgebirges und des Vogtlandes die **Scleroderis**-Krankheit, ein Pilzbefall an Koniferen, ausgeweitet und erfasste neben der hochanfälligen Schwarzkiefer nun auch Gemeine Kiefer, Berg- und Murray-Kiefer. Auch in diesem Frühjahr waren Lärchenbestände auffällig durch die **Lärchenmümmotte** (*Coleophora laricella* Hb.) befallen. Die Befallsfläche war jedoch geringer als im Vorjahr.

## Eiche

### Kronenzustand

Stiel- und Trauben-Eiche nehmen in den sächsischen Wäldern einen Flächenanteil von 5,3 % ein. Durch wirtschaftliche Belange ist in der Vergangenheit der Eichenanteil deutlich gesunken und beschränkt sich heute vornehmlich auf Problemstandorte. Im Rahmen des Waldumbaus auf standörtlicher Grundlage wird eine Erhöhung des Eichenanteils mit dem Ziel einer ökologischen wie ökonomischen Risikominimierung angestrebt.

2005 beläuft sich der Flächenanteil deutlicher Schäden auf 36 %. Auch wenn damit die Eichen erstmals seit Beginn der Erhebung nicht mehr die am stärksten geschädigten Baumarten in Sachsen sind, stattdessen die Buche diese Stellung eingenommen hat, muss das aktuelle Schadniveau der Eichen als kritisch eingestuft werden. Auf nur 15 % der Fläche sind die Eichen gesund (vgl. Abb. 21).

Auffällig ist, dass das hohe Schadniveau im Untersuchungszeitraum starken Schwankungen unterworfen ist. Ausgehend von einem Anteil deutlicher Schäden von 36 % zum Erhebungsbeginn, erreichten sie 1999 das Maximum. Während der drei darauf folgenden Jahre entwickelte sich der Kronenzustand sächsischer Eichen positiv, 2003 und 2004 verschlechterte er sich jedoch wieder. Dabei handelt es sich zum nicht unerheblichen Teil um Anpassungsreaktionen an phy-

siologische Stresssituationen. Aus dem Komplex der Schadfaktoren, die im Zusammenhang mit dem schlechten Gesundheitszustand der Eichen und der jährlich stark schwankenden Belaubungsdichte diskutiert werden, erscheinen neben der Schadstoffbelastung zwei Faktoren ausschlaggebend: der Befall durch Insekten, insbesondere blattfressende Schmetterlingsraupen, sowie die Witterungsbedingungen während der vorangegangenen Vegetationsperioden. Auf Was-

Abb. 21: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Eiche von 1991 bis 2005

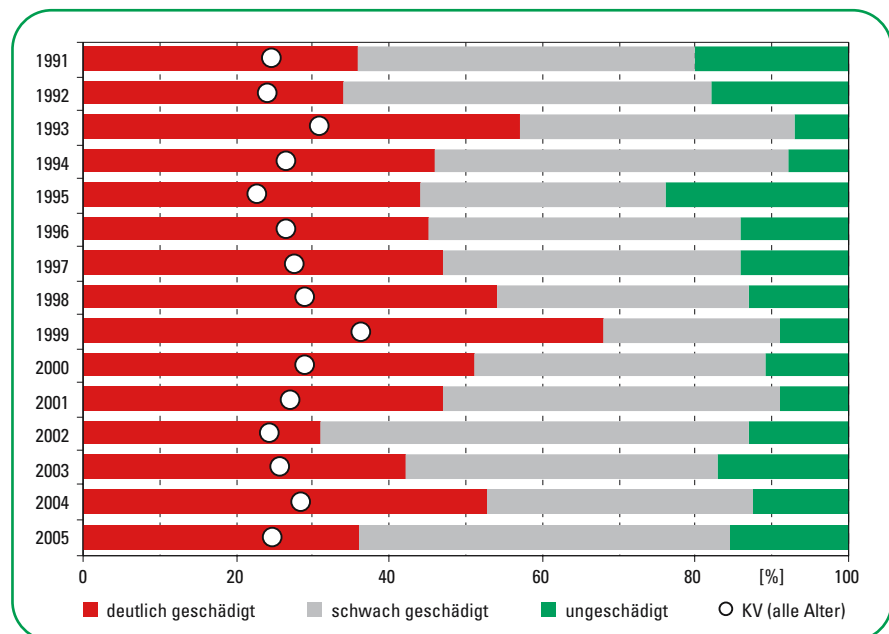
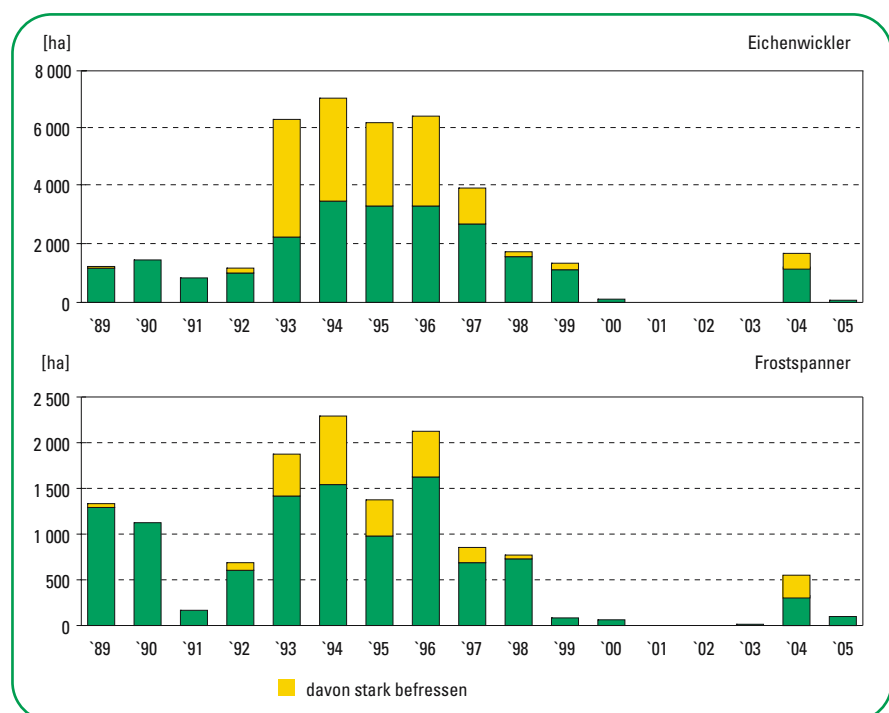


Abb. 22a, b: Befallsflächen [ha] durch Eichenwickler und Frostspanner von 1989 bis 2005



serstress reagieren Eichen häufig mit vorzeitiger Laubverfärbung und dem Abwurf von Zweigen (Astabsprünge). Durch ihr hohes Regenerationspotenzial sind Eichen aber befähigt, derartige Verluste bei günstigeren Bedingungen wieder auszugleichen.

Verhältnismäßig viele der älteren Eichen trugen in diesem Jahr Früchte. Von den über 60 Jahre alten Eichen **fruktifizierten** über die Hälfte, davon 12 % mittel bis stark.

### Biotische Schäden

Lokal musste ein Fraßgeschehen durch Schwammspinner, Eichenwickler und Frostspanner-Arten verzeichnet werden, welches aber das Ausmaß der Fraßgeschehen der 90er Jahre nicht erreicht (vgl. Abb. 22a, b).

An Eichen deuten nässende Stellen auf den Rinden in einigen Beständen auf einen Befall durch verschiedene **Prachtkäfer**arten hin. Die Besiedlung der Blätter mit **Mehltau** (*Microsphaera alphitoides*) erfolgte in weit geringerem Maß als 2004 (2005 mit 91 ha; 2004 mit 402 ha).

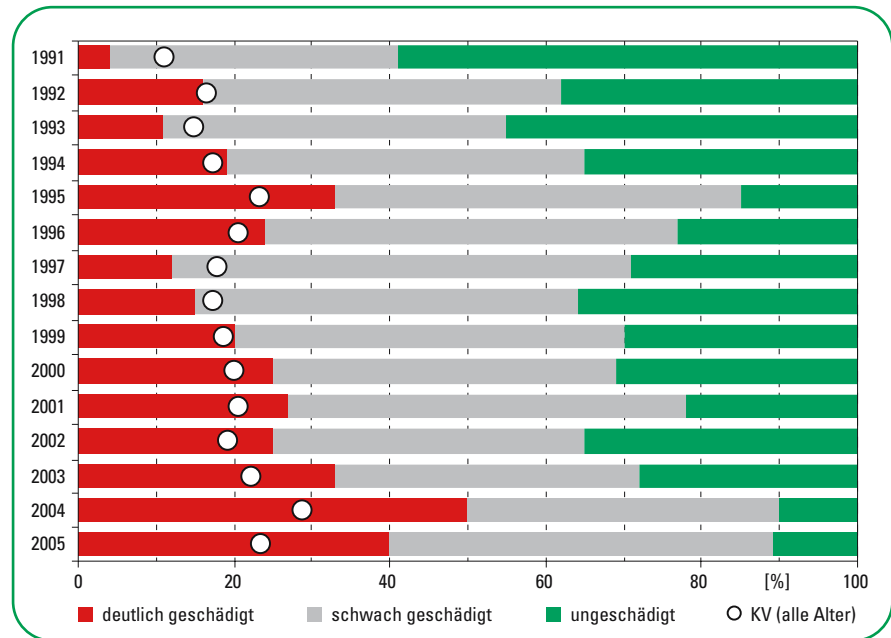
## Buche

### Kronenzustand

Mit 3,2 % besitzt die Rot-Buche derzeit noch einen vergleichsweise geringen Anteil an der sächsischen Waldfläche und wird dadurch auch seltener von der Waldzustandserhebung erfasst. Die Aussagen zum absoluten Schadniveau dieser Baumart können daher statistisch nicht abgesichert werden. Da jedoch jedes Jahr ein nahezu identisches Kollektiv von Buchen erfasst wird, können Trends aufgezeigt werden. Die Buchenfläche besteht zum überwiegenden Teil aus Beständen, die in der Vergangenheit nicht zielgerecht gepflegt wurden. Gerade in den zurückliegenden Jahren wurden speziell Buchen neben der Schadstoffbelastung durch Witterungseinflüsse und wiederholte Fruktifikation in ihrer Vitalität beeinträchtigt. Durch den Waldumbau werden naturnahe und stabile Mischwälder mit Buche angestrebt, die nicht mit der derzeitigen Ausgangslage vergleichbar sind.

Im zurückliegenden 15-jährigen Beobachtungszeitraum hat sich der Kronenzustand der Buche drastisch verschlechtert. Nur Ende der 90er Jahre kam es zu einer kurzzei-

Abb. 23: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Buche von 1991 bis 2005



tigen Erholung. Konnten 1991 noch mehr als die Hälfte der Buchen als gesund eingestuft werden, kehrte sich die Situation 2004 um. Die Hälfte der Buchen zeigte deutliche Schäden (vgl. Abb. 23). Der Rückgang deutlicher Schäden um 10 Prozentpunkte gegenüber 2004 bescheinigt der Buche eine leichte Erholung, vor allem nach der Trockenheit 2003. Bestätigt wird diese Aussage zusätzlich durch die Absenkung der mittleren Kronenverlichtung. Trotz dieser Verbesserung des Belaubungszustandes ist die Buche in diesem Jahr erstmalig die am stärksten geschädigte Baumart in Sachsen.

Das Erscheinungsbild der Buche war in den vergangenen Jahren stark durch **Fruchthang** geprägt. Eine reichliche Fruktifikation mit erhöhtem Verbrauch von Reservestoffen führt zu einer stärkeren physiologischen Belastung. 2005 fruktifizierten allerdings nur noch 10 % der älteren Buchen mit überwiegend schwachem Fruchtbehang.

### Biotische Schäden

Sowohl im Tiefland als auch im Gebirge wurden in Rot-Buchen-Aufforstungen Pflanzenabgänge festgestellt, deren Ursache ein Befall mit der **Grünen Zikade** (*Tettigella viridis*) im Jahr 2004 ist. Als Schadbild sind halbmondförmige Einschnitte (Eitaschen) an der Rinde zu erkennen, die sich durch Aufplatzen der Rinde ausdehnen und zum Absterben des Sprosses oberhalb der Rindenverletzungen

Abb. 24: Schadsymptome eines Befalls von Rot-Buchen mit der Grünen Zikade



führen (vgl. Abb. 24). Offenbar war die Populationsdichte dieser Zikaden 2004 durch den Extremsommer 2003 so hoch, dass die bevorzugten Eiablageplätze (Hochstaudenkräuter, Binsen usw.) nicht ausreichten und dafür häufig glattrindige Jungbuchen genutzt wurden.

## Sonstige Laubbäume

### Kronenzustand

Die sonstigen Laubbäume (Gemeine Birke, Ahornarten, Gemeine Esche, etc.) haben einen Anteil an der Waldfläche von 13,5 %. Mit einem Anteil von über 50 % dominiert die Birke in dieser Baumartengruppe. Der Schädigungsgrad der Baumartengruppe hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich erhöht. Vor allem im Zeitraum 1998–2002 hat die deutlich geschädigte Fläche zugenommen, die seither zwischen 20 und 27 % schwankt und 2005 bei 20 % liegt. Der Verlauf der mittleren Kronenverlichtung bestätigt die Schadzunahme für den gesamten Beobachtungszeitraum und den leichten Rückgang für 2005 (vgl. Abb. 25). In den Jahren 2004 und 2005 wurden zusätzlich auffallend hohe Absterberaten registriert (2004: 2 %, 2005: 3,3 %). Die Birke, die 2004 markant an Vitalität verloren hatte, liegt auch 2005 über dem Schadenniveau der gesamten Baumartengruppe.

### Biotische Schäden

Das Absterben von Birken hält auch im Jahr 2005 an. Die Abgänge werden hauptsächlich durch die **Schwertwespe** (*Xiphydria camelus*) verursacht, deren Einstichstellen durch den Austritt brauner Gewebsflüssigkeit gekennzeichnet sind. Da die Schwertwespen mit parasitären Pilzen vergesellschaftet sind, die

mit der Eiablage ins Holz gebracht werden, sterben die befallenen Birken oft sehr schnell und ohne Regenerationsversuche ab.

An Rot-Erlen wurden im Jahr 2005 weitere Fälle des **Neuartigen Erlensterbens** (*Phytophthora alni*) diagnostiziert. Bestände in den Forstämtern Großenhain, Doberschütz und Wermisdorf sind von dieser Krankheit befallen.

Außerdem zeigte die Rot-Erle einen verzögerten und spärlichen Austrieb mit auffälligen Wachswolleablagerungen. Ursache dieser Anomalie war ein intensiver Befall mit dem **Erlenblattfloh** (*Psylla alni*, vgl. Abb. 26 a, b). Sein Vorkommen wird durch hohe Luftfeuchtigkeit gefördert, weshalb besonders Erlen in Tallagen unter diesem Schädling litten.

An Linden war lokal ein hochgradiger Befall der Blätter mit der **Blattbräune** (*Gleosporium tiliae*) auffällig. Diese Pilzinfektion verursacht kein Absterben des Baumes, kann aber eine vollständige Entblätterung nach sich ziehen.

Die Linden treiben danach erneut aus.

Nach 2 Jahren mit Kahlfraß an Ebereschen im Mittleren Erzgebirge verursachte 2005 der **Kleine Frostspanner** (*Operophtera brumata*) nur merklichen Fraß.

In einigen der traditionellen Befallsgebiete wiesen die Populationen des **Schwammspinners** (*Lymantria dispar* L.) auch 2005 noch erhöhte Dichten auf. Gegenmaßnahmen waren nicht erforderlich. Es wurden auch keine fraßbedingten Blattverluste festgestellt.

Abb. 26a, b: Spärlicher Austrieb und Wachswolleablagerungen durch Befall mit dem Erlenblattfloh (a); voll entwickelter Erlenblattfloh (b)

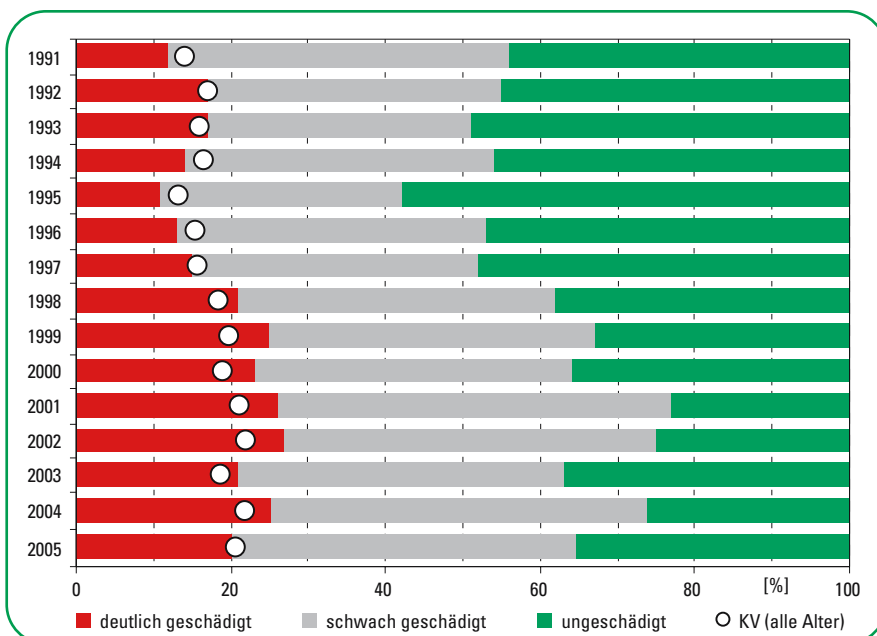


Mit registrierten Schäden auf landesweit ca. 720 ha verursachten **Mäuse** im Winter 2004/05 nach 1998/99 die zweitgrößte Befallsfläche der letzten 20 Jahre. Etwa die Hälfte dieser Fläche weist Fraßschäden durch **Erd- und Feldmaus** (*Microtus agrestis* L. u. *M. arvalis* Pal.) auf. Besonders problematisch und schwer einzuschätzen ist der Befall durch die **Scherm Maus** (*Arvicola terrestris* L.), da Gegenmaßnahmen sehr aufwändig und nur begrenzt möglich sind. Bei den befallenen Flächen handelt es sich fast ausschließlich um Erstaufforstungen. Da auch nach diesem Sommer, verglichen mit dem entsprechenden Vorjahreszeitraum, umfangreichere Schäden auftraten, muss in den kommenden Monaten mit hohen Mäusedichten gerechnet werden.

Abb. 27: Fraßschäden verursacht durch Erdmaus



Abb. 25: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der sonstigen Laubbäume von 1991 bis 2005



## Regionale Ausprägung der Schäden

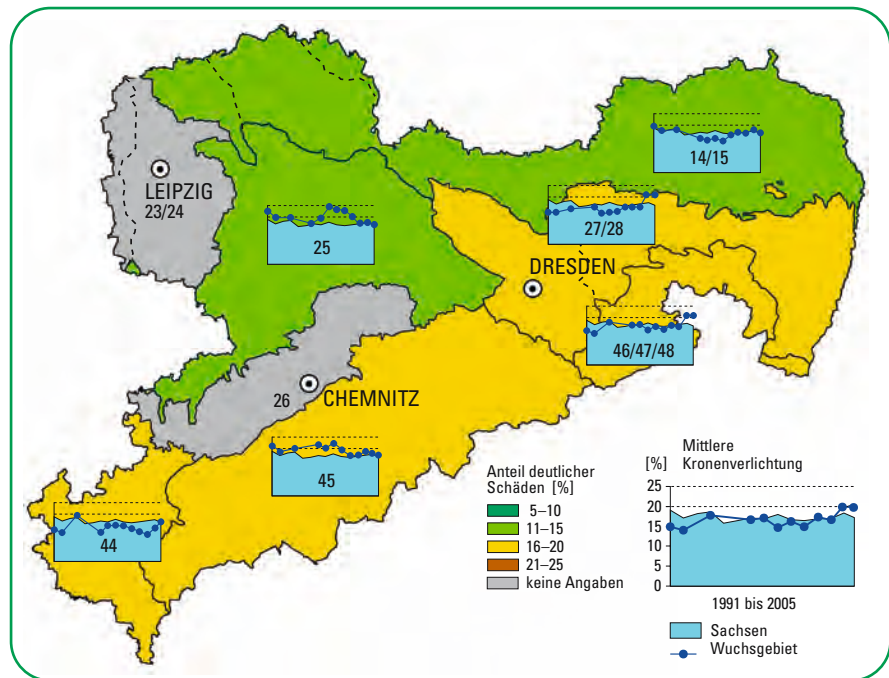
### Wuchsgebiete

Aussagen zum Schadausmaß in den Wuchsgebieten können für die Jahre getroffen werden, in denen die Waldzustandserhebung im 4x4-km-Raster erfolgte (1991, 1992, 1994, 1997–2005). Um auch kleine Wuchsgebiete bzw. solche mit geringem Waldanteil in die Auswertung einbeziehen zu können, wurden sie, soweit es sinnvoll erschien, in Gruppen zusammengefasst. Bei Wuchsgebieten, die über die Landesfläche Sachsens hinausgehen, beziehen sich die Angaben ausschließlich auf den sächsischen Teil. Für die Wuchsgebiete Sachsen-Anhaltinische-Löss-Ebenen (WG 23), Leipziger-Sandlöss-Ebene (WG 24) und Erzgebirgsvorland (WG 26) ist der Stichprobenumfang für eine Auswertung allerdings zu gering.

Die Ergebnisse der Wuchsgebietsauswertung 2005 sind in *Abb. 28* sowie *Tab. 7 (Anhang)* veranschaulicht. Die in *Abb. 28* integrierten Grafiken zeigen die Entwicklungstrends der Schäden in den Wuchsgebieten. Zu berücksichtigen ist, dass die Ergebnisse für die Wuchsgebiete von der dort jeweils vorherrschenden Baumarten- und Altersklassenverteilung dominiert werden (*vgl. Tab. 6, Anhang*). Einen Eindruck von der räumlichen Verteilung der Baumarten sowie deren Kronenzustand vermittelt zusätzlich die mittlere Kronenverlichtung in *Abb. 29*.

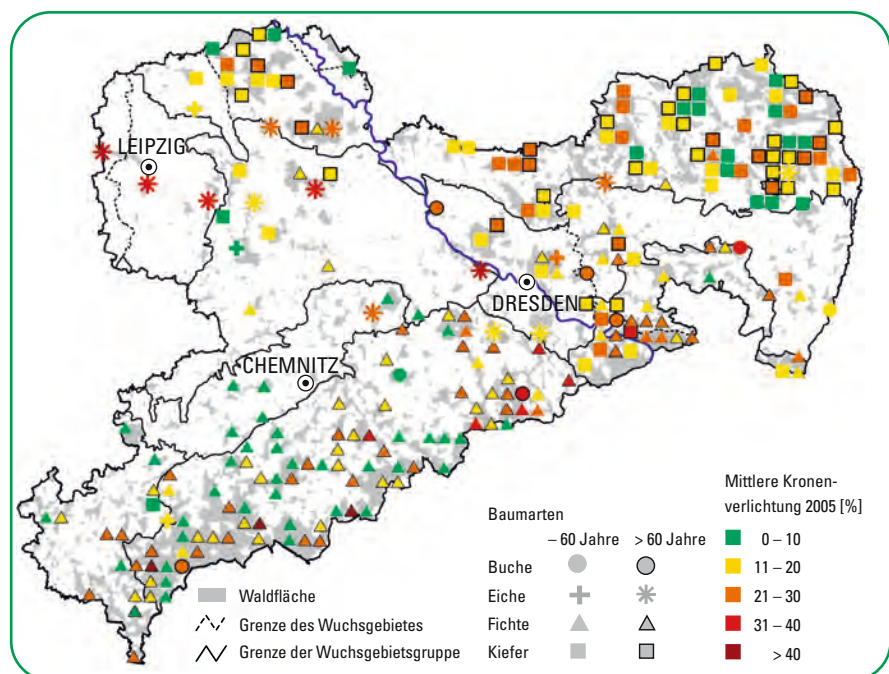
Der Flächenanteil deutlicher Schäden 2005 variiert verglichen mit dem Beginn der Erhebungen nur wenig. Er schwankt von 11 % in den Wuchsgebieten Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland/Düben-Niederlausitzer Altmoränenland (WG 14, 15) bis 19 % in den Wuchsgebieten Elbsandsteingebirge/Oberlausitzer Bergland/Zittauer Gebirge (WG 46, 47, 48). Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Waldzustand in fast allen Wuchsgebieten leicht verbessert. Einzig im Vogtland (WG 44) haben die Schäden zugenommen. Im **Erzgebirge** (WG 45), dem waldreichsten Wuchsgebiet Sachsens, hat sich der Zustand in den letzten Jahren spürbar verbessert. Der Anteil der Waldfläche mit deutlichen Schäden hat sich von dem mit 36 % (1991) hohen Ausgangsniveau auf 17 % (2005) verringert und damit dem Landesdurchschnitt angenä-

Abb. 28: Anteil deutlicher Schäden 2005 und Veränderung der mittleren Kronenverlichtung von 1991 bis 2005 in den Wuchsgebieten (WG)



- WG 14 – Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland/
- WG 15 – Düben-Niederlausitzer Altmoränenland
- WG 23 – Sachsen-Anhaltinische-Löss-Ebenen/
- WG 24 – Leipziger-Sandlöss-Ebene
- WG 25 – Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland
- WG 26 – Erzgebirgsvorland
- WG 27 – Westlausitzer Platte und Elbtalzone/
- WG 28 – Lausitzer Löss-Hügelland
- WG 44 – Vogtland
- WG 45 – Erzgebirge
- WG 46 – Elbsandsteingebirge/
- WG 47 – Oberlausitzer Bergland/
- WG 48 – Zittauer Gebirge

Abb. 29: Mittlere Kronenverlichtung der Hauptbaumarten an den Stichprobenpunkten im 4x4-km-Raster (mindestens 5 Bäume der Hauptbaumart am Stichprobenpunkt)



hert. Der Status der vergangenen Jahre hat sich bestätigt, was auch in der Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung zum Ausdruck kommt. Die weiterhin gegebene poten-

zielle Gefährdung durch Borkenkäferbefall kam offensichtlich nicht in dem Maße zum Tragen, wie es zu Beginn der Vegetationsperiode mit teilweise warmen und trockenen

Perioden zu befürchten war. Waldbestände mit höherem Schädigungsgrad konzentrieren sich schwerpunktmäßig im mittleren und östlichen Erzgebirge, beschränken sich aber nicht mehr – wie in der Vergangenheit – auf das Gebiet der „klassischen Rauchschäden“. Das **Vogtland** (WG 44) galt in den zurückliegenden Jahren als Wuchsgebiet mit vergleichsweise geringen Schäden. Im Ergebnis der diesjährigen Erhebung ist der Flächenanteil deutlicher Schäden angestiegen und hat mit 17 % den gleichen Wert wie im benachbarten Wuchsgebiet Erzgebirge erreicht. Der ungeschädigte Waldflächenanteil ging auf 45 % zurück.

In den Wuchsgebieten **Elbsandsteingebirge/Oberlausitzer Bergland/Zittauer Gebirge** (WG 46, 47, 48) zeigen die Bäume auf 19 % der Fläche eine deutliche Kronenverlichtung. Diese blieb zum Vorjahr unverändert und bestätigt damit den Anstieg, der sich von 2003 zu 2004 vollzog. Ein Rückgang der ungeschädigten Waldfläche wird seit nunmehr 7 auf-

einander folgenden Jahren beobachtet. Bei der zu 2004 unveränderten durchschnittlichen Kronenverlichtung handelt es sich um die höchsten Werte des Erhebungszeitraums. Die allgemeine Aussage trifft auch für die Fichte zu, die mit 52 % Anteil in diesen Wuchsgebieten dominiert.

Aufgrund des hohen Schadniveaus in den Jahren 1998–2002 war das Wuchsgebiet **Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland** (WG 25) in den letzten Jahren zunehmend in den Blickpunkt gerückt. 1999 hatten die deutlichen Schäden dort ein Maximum von 39 % erreicht, sind seit 2002 wieder zurückgegangen und schwanken seitdem zwischen 19 und 15 %. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich das Schadniveau wiederholt leicht positiv verändert. Es liegt geringfügig unter dem Landesmittel.

In den Wuchsgebieten **Westlausitzer Platte und Elbtalzone/Lausitzer Löss-Hügelland** (WG 27, 28) war das Schadniveau bislang nur geringen Schwankungen unterworfen. Offen-

bar führte die Trockenheit im Jahr 2003 zu größeren Vitalitätsverlusten der Waldbäume, was sich durch eine starke Zunahme der deutlichen Schäden dokumentierte. 2005 verringerte sich zwar der Anteil der deutlich geschädigten Waldfläche wieder um 7 Prozentpunkte auf 18 %, gleichzeitig nahm aber auch die als gesund eingestufte Waldfläche auf 21 % ab. Die mittlere Kronenverlichtung bleibt demzufolge unverändert hoch.

In den Wuchsgebieten **Mittleres nordost-deutsches Altmoränenland/Düben-Niederlausitzer Altmoränenland** (WG 14, 15) wurden bei der diesjährigen Erhebung 11 % deutliche Schäden diagnostiziert. Das Ergebnis ist damit niedriger als in den anderen Wuchsgebieten. Über den gesamten Erhebungszeitraum betrachtet hat sich das Schadniveau, insbesondere der in diesen Wuchsgebieten dominierenden Kiefern (82 % Flächenanteil), gegenüber dem Anfang der 90er Jahre merklich verringert.

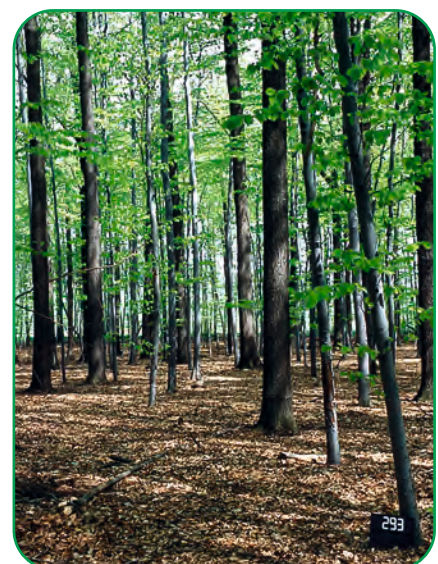
## Bodenzustand

Waldböden sind neben der Bedrohung durch Bebauung, Erosion oder Verdichtung vor allem durch eine schleichende chemische Veränderung infolge der Umweltbelastung stark gefährdet: Beispielsweise hat der „Saure Regen“ über Jahrzehnte zu einem unwiederbringlichen Verlust an wichtigen Pflanzennährstoffen geführt, was vielfach eine ausgeprägte Bodenversauerung mit negativen Konsequenzen für das Wachstum und die Ernährung der Pflanzen hinterlassen hat. Durch die erstmalige Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) in den Jahren 1992 bis 1997 konnte in Abhängigkeit von den bodenbildenden geologischen Ausgangssubstraten und den spezifischen örtlichen Belastungsverhältnissen ein entsprechendes Mosaik an Bodenzuständen auch für Sachsen dokumentiert [4] und flächenmäßig dargestellt werden [5]. Gemäß dem Vorsorgeprinzip und der gesetzlichen Vorgabe, wonach die Beschaffenheit der Waldböden von den Forstbehörden im Rahmen von Waldzustandsinventuren zu überwachen ist (§ 37, SächsWaldG), wird die BZE ab dem Jahr 2006 im Verbund mit den anderen Bundesländern

wiederholt. Damit besteht erstmalig die Möglichkeit, Veränderungstendenzen für die sächsischen Waldböden abzuleiten, besonders gefährdete Standorte auszuweisen und eine verbesserte Grundlage für gezielte Maßnahmen der Vorsorge und Sanierung von Waldstandorten (z. B. Kalkung) zu schaffen.

Wie im Jahr 1992 erfolgt die BZE auf einem 8x8-km-Stichprobenraster, dessen 68 Wiederholungspunkte in Sachsen eine Unterstichprobe der jährlichen Waldzustandserhebung (WZE) im 4x4-km-Netz darstellt (vgl. Abb. 30a, b).

Abb. 30a, b: Beispiel eines BZE-Punktes; Bodenprofil (Staugley) und Waldbestand (144-jährige Eiche mit Buchenunterstand) im Forstamt Taura



# Entwicklung des Waldbrandschutzes in Sachsen

## Waldbrandgeschehen

### Häufigkeit und Ausdehnung

Rückblickend kam es nach dem 2. Weltkrieg im nordsächsischen Raum im Mittel alle 3 Jahre zu Waldbränden mit Katastrophencharakter, d. h. zu Waldbränden, die größer waren als 100 Hektar.

Letztmalig erlebte Sachsen im Jahr 1992 einen Katastrophenwaldbrand. Im Forstamt Weißwasser fielen damals 920 ha Wald den Flammen zum Opfer (vgl. Abb. 31).

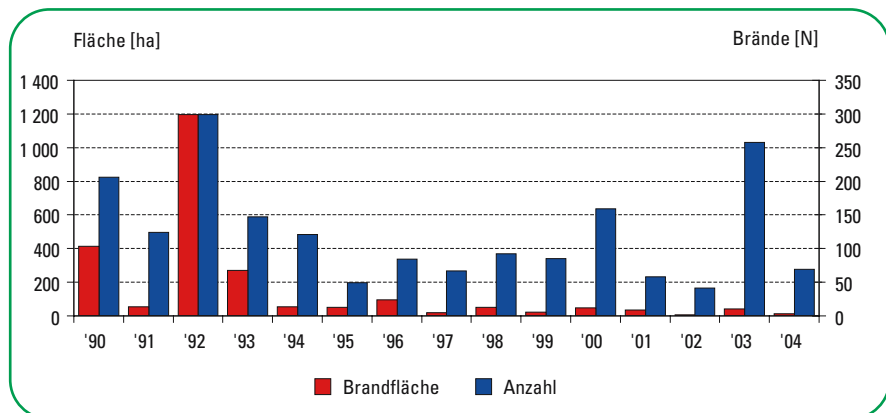
Abb. 31: Luftaufnahme vom Katastrophenwaldbrand im FoA Weißwasser 1992



Seit 1971 werden alle Waldbrände ab einer Flächengröße von 0,01 ha in den Waldbrandstatistiken erfasst. So wurden im Zeitraum von 1971 bis 1994 für Sachsen insgesamt 4 111 Brände protokolliert, welche die extreme Brandgefährdung in Nord-Sachsen belegen [2]. Die Abb. 32 zeigt das aktuelle Waldbrandgeschehen von 1990 bis 2004.

Die Anzahl der Waldbrände sowie die Brandfläche unterscheidet sich in den einzelnen Jahren erheblich. Vorrangig in Trockenjahren wie 2000 und 2003 steigt die Anzahl der Brände und deren Flächenumfang. Schrittweise gelangen in den letzten Jahrzehnten waldbauliche, technische und organisatorische Verbesserungen in der

Abb. 32: Auszug aus der Waldbrandstatistik Sachsens (Waldbrände ab 0,01 ha ohne Bundeswald)



Waldbrandvorbeugung und -bekämpfung. Maßgeblich für den Rückgang der Waldbrandfläche sind ein funktionierender Waldbranddienst, die schnelle Branderkennung und Weiterleitung der Brandmeldung an die Leitstellen sowie die sofortige und effiziente Waldbrandbekämpfung durch die Feuerwehren.

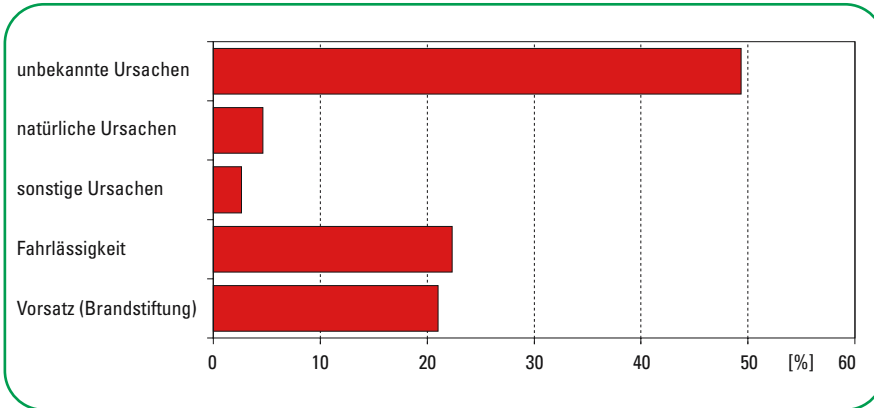
### Waldbrandursachen

Für das Entstehen eines Waldbrandes bedarf es einer Zündtemperatur von mindestens 300 °C. Das Entstehen derartiger Zündtemperaturen ist in Mitteleuropa zu etwa 95 % auf den Menschen und nur zu etwa 5 % auf Blitzschlag als Naturereignis zurückzuführen (vgl. Abb. 33). Die aus menschlichem Handeln oder Fehlverhalten resultierenden Zündun-

- **Brandschutz** umfasst den vorbeugenden Brandschutz (**Brandverhütung**) und den abwehrenden Brandschutz (Brandbekämpfung)
- **1991 – Sächsisches Brandschutzgesetz (SächsBrandschG):** Zuständigkeit für die Brandbekämpfung liegt bei Kommunen, Landkreisen und Kreisfreien Städten (vorher: Zusammenwirken von Forst und Feuerwehr)
- **1992 – Waldgesetz für den Freistaat Sachsen (SächsWaldG):** Zuständigkeit für die Brandverhütung liegt bei der staatlichen Forstverwaltung mit der Aufgabe:
  - zur Überwachung der Wälder als hoheitliche Tätigkeit (§ 40 „Forstaufsicht“ SächsWaldG)
  - Gefahren, die dem Wald und seinen Funktionen drohen, abzuwehren (§ 50 „Forstschutz“ SächsWaldG)
  - das Staatswaldvermögen zu erhalten (§ 45 SächsWaldG)(Regelung des Waldbranddienstes und konkreter Maßnahmen im Rahmen einer VwV „Waldbranddienst“)
- **2005 – Sächsisches Gesetz über den Brandschutz, Rettungsdienst und Katastrophenschutz (SächsBRKG):** hält an der bisherigen Zuständigkeit im vorbeugenden Waldbrandschutz durch die staatliche Forstverwaltung fest



Abb. 33: Waldbrandursachen (Zeitraum:1999–2003)



gen und Waldbrände haben vielschichtige Ursachen. Häufige Zündquellen stellen der Straßen- und Bahnverkehr, der Betrieb land- und forstwirtschaftlicher Arbeitsmaschinen oder der Bergbau dar. Seit den 90er Jahren führten wirtschaftliche, technologische und infrastrukturelle Veränderungen zu einer wesentlichen Reduktion dieser Zündquellen. Besorgnis erregend ist jedoch die Zahl der Waldbrände, die durch rechtswidriges Feuermachen, Rauchen und Parken im Wald sowie durch vorsätzliche Brandstiftung entstanden sind. Ein Großteil der Zündursachen lässt sich nicht zweifelsfrei ermitteln.

Regionalisierte Studien und Szenarien zu Klimaveränderungen in Sachsen prognostizieren für die nächsten Jahrzehnte eine Verringerung der Jahresniederschläge mit einem gleichzeitigen Temperaturanstieg im Frühjahr und Sommer. Die Folgen einer derartigen Entwicklung wären eine weitere klimatisch bedingte Verschärfung der Waldbrandgefahr und die Ausdehnung der waldbrandgefährdeten Gebiete im nordsächsischen Tiefland.

### Waldbrandgefahrenklassen

Als Grundlage für die Organisation einer umfassenden Waldbrandvorbeugung und -ab-

wehr wurden basierend auf einer langjährigen Statistik 1936 erstmalig deutsche Landschaften in räumliche Schwerpunktgebiete der Waldbrandgefährdung eingestuft. Zur regionalen Charakterisierung des Gefahrenpotenzials wurden die noch heute geltenden Waldbrandgefahrenklassen ausgewiesen. Ausgehend von der letzten Eingruppierung der Oberförstereien in der DDR wurde auf Basis der fortgeführten Waldbrandstatistik 1995 die Gebietskulisse der Waldbrandgefahrenklassen geprüft, aktualisiert und auf die Forstämter übertragen (vgl. Abb. 34). Die Waldbrandgefahrenklassen bilden die Grundlage für differenzierte Schutzmaßnahmen in den Regionen.

Aufbauend auf die Methodik zur Ausweisung der Waldbrandgefahrenklassen wurde 1999 zusätzlich allen sächsischen Gemeinden eine Waldbrandgefährdungsstufe zugeordnet. Sie bildet die Grundlage für eine regional differenzierte Förderung von Technik zur Waldbrandbekämpfung.

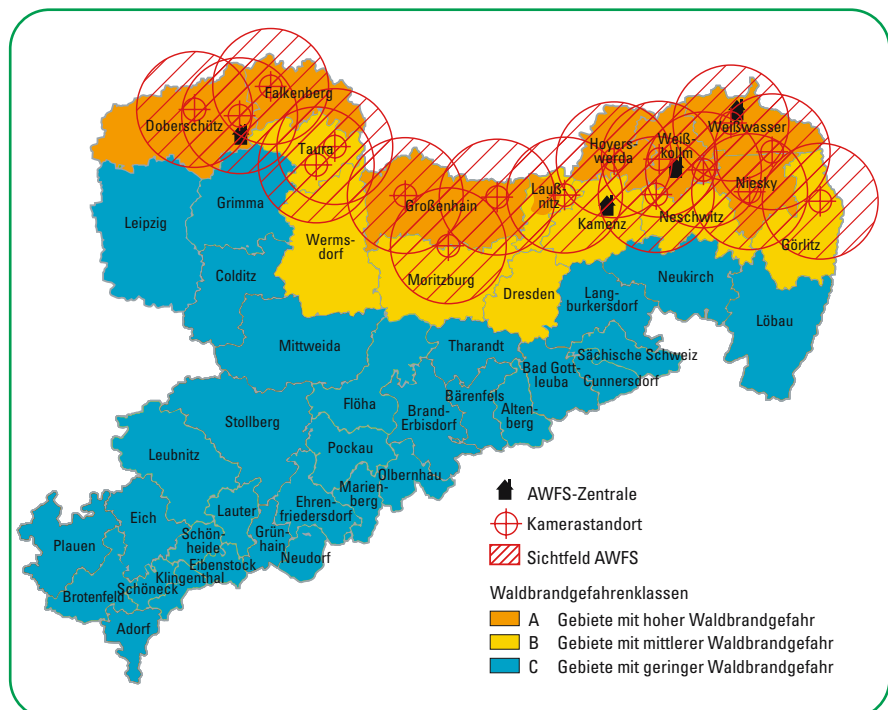
Im europäischen Maßstab wurden die sächsischen Gebiete der Waldbrandgefahrenklasse A in die Gruppe der Wälder Europas mit dem höchsten Waldbrandrisiko aufgenommen.

## Regionale und zeitliche Waldbrandgefährdung

Der Raum Nordsachsen sowie nördlich angrenzende Gebiete stellen standorts- und bestockungsbedingt einen Schwerpunkt der Waldbrandgefährdung dar. Geringe Niederschläge, Standorte mit Bodensubstraten geringer Wasserspeicherkapazität mit oft mehr als 70 % Kiefernbestockung in den besonders brandgefährdeten Altersklassen dominieren.

Zudem führte die Konzentration des Braunkohlenbergbaus in der Region Weißwasser/Hoyerswerda zu großräumigen Gebietsentwässerungen und Grundwasserabsenkungen, die den Bodenwasserhaushalt und die Wasserversorgung der betroffenen Waldbestände nachteilig veränderten. Die in den Wäldern Nordsachsens gelegenen Truppenübungsplätze mit ihren Truppenbewegungen und Übungen waren ebenfalls häufig Anlass von Zündungen.

Abb. 34: Aktuelle Einstufung der Wälder in den Forstämtern nach Waldbrandgefahrenklassen sowie Konzept des automatischen Waldbrandfrüherkennungssystems (AWFS)



## Waldbrand-Prognose

Die Waldbrand-Prognosen dokumentieren den zeitlichen, im Wesentlichen witterungsbedingten Grad der aktuellen Waldbrandgefahr. Täglich ermitteln ausgewählte Leitforstämter auf der Grundlage eigener meteorologischer Messdaten und zusätzlich vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellter Wetter- und Prognosedaten die bestehende Waldbrandgefahr in der Region. Mit Hilfe

phänologischer Merkmale, wie Vegetationsentwicklung und Blattaustrieb, sowie meteorologischer Kriterien, wie Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Niederschlag, werden vier **Waldbrandwarnstufen** ausgewiesen:

- I – Waldbrandgefahr
- II – erhöhte Waldbrandgefahr
- III – hohe Waldbrandgefahr
- IV – sehr hohe Waldbrandgefahr

Die durch die Forstämter ermittelten Waldbrandwarnstufen werden vom Landesforstpräsidium auf die Landkreise übertragen und den zuständigen Stellen für Brandschutz, Rettungsdienst und Katastrophenschutz mitgeteilt.

## Waldbrandvorbeugung

### Aufklärung und Brandschutz-Erziehung

Aus der Erkenntnis, dass der Mensch der häufigste Brandverursacher ist, stellt die Brandschutzerziehung und Aufklärung der Bevölkerung im Rahmen der forstlichen Öffentlichkeitsarbeit eine besondere Daueraufgabe dar.

Verschiedene Medien, insbesondere Tageszeitungen und Rundfunk, informieren die Bevölkerung. Im Internet ist die aktuelle Waldbrandwarnstufe zu finden unter [www.forsten.sachsen.de](http://www.forsten.sachsen.de).

*Abb. 35: Information der Waldbesucher vor Ort über die bestehende Waldbrandgefahr durch Informationstafeln an touristischen Schwerpunkten*



In landkreisspezifischen Arbeitsgruppen „Schutz der Wälder“ wirken Forstverwaltung, Landkreise, Kommunen sowie private und staatliche Vertreter des Rettungsdienstes, des Katastrophen- und Brandschutzes im Sinne der Waldbrandvorbeugung eng zusammen.

### Waldbauliche Maßnahmen

Da Laubbaumbestände weniger brandgefährdet sind als Nadelbaumbestände, stellt der Waldumbau von Kiefernreinbeständen in Laubbaum- bzw. Mischbestände eine wirksame, aber langwierige waldbauliche Maßnahme dar. Eine weitere Möglichkeit bietet die Anlage so genannter **Waldbrandriegelsysteme**, vorrangig bestehend aus Laubbäumen. Die vielerorts geringe standörtliche Wuchskraft, die Niederschlagsarmut, Finanzierungsprobleme sowie differenzierte Waldbesitzverhältnisse setzen hierbei häufig Grenzen. Zusätzlich können Anlage und Pflege von Wund- und speziellen Schutzstreifen gefährdete Waldkomplexe schützen und Gefährdungsgebiete eingrenzen. Im Staatswald konzentrieren sich die Maßnahmen gegenwärtig auf den Waldumbau.

### Löschwasserversorgung

Defizite im Grund- und Oberflächenwasser in den brandgefährdeten Wäldern wirkten sich in der Vergangenheit oft negativ in der Löschwasserversorgung und in der Geschwindigkeit der Brandbekämpfung aus. Zur Vermeidung aufwändiger Wassertransporte wurden vor allem zwischen 1965 und 75 zahlreiche Möglichkeiten der Löschwasserbevorratung (z. B. Löschteiche, kleinere Stau-Anlagen, Flachspiegel-Brunnen) geschaffen. Erhalt, Sanierung und Neubau derartiger Anlagen liegen heute bei den Grundeigentümern und Kommunen.

Seit 1993 setzt die Forstverwaltung ab Waldbrandwarnstufe 3 in Gebieten der Waldbrandgefahrenklasse A Hubschrauber zur Waldbrandfrüherkennung und Erstbekämpfung ein. Ein mitgeführter 500 l fassender Wassersack kann an allen künstlichen und natürlichen Gewässern, die mindestens 40 cm tief sind, gefüllt werden.

### Waldbranderkennung und -meldung

Bereits 1902 wurde für die Weltausstellung in den USA durch den Bad Muskauer Oberförster SEITZ ein hölzerner Feuerwachturm mit Signaleinrichtung konstruiert und zum Patent angemeldet.

Mit Unterstützung des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Hoyerswerda entwickelte der ortsansässige Baumeister MARUSCH 1962 den Rundturm „HOYERSWERDA“. Derzeit sind im Freistaat Sachsen noch 22 dieser Türme, 4 Gittermastfeuerwachtürme und 1 Stahl-Beton-Feuerwachturm in Betrieb (vgl. Abb. 36a–d).

Gleichzeitig mit der baulichen Weiterentwicklung verbesserte sich die Nachrichtenübermittlung vom Turm per Telefon und Funk. Gegenwärtig engagieren sich die staatlichen Forstverwaltungen in den waldbrandgefährdeten Gebieten Ostdeutschlands für eine großräumige eigentums- und länderübergreifende, dem Stand der Technik entsprechende, **automatisierte Waldbrandfrüherkennung**.

Seit 1992 wird an einem terrestrischen, video-gestützten Kamerasystem zur automatischen

Erkennung von Waldbränden gearbeitet. Konzipiert wurde das automatische Waldbrandfrüherkennungssystem (AWFS) im Verbund des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt Berlin (DLR) mit der brandenburgischen Forstverwaltung und drei weiteren Firmen. Neue Technologien auf dem Gebiet der digitalenameratechnik und der Bildverarbeitung sowie knapper werdende Finanz- und Personalressourcen in den Forstverwaltungen begünstigten die Entwicklung. In einer mehrjährigen Pilotphase wurde der Nachweis erbracht, dass sowohl eine Raucherkennung und Frühwarnung über große Entfernungen möglich als auch die Bedienung des Systems in den AWFS-Zentralen durch Waldarbeiter leistbar sind. Gegenwärtig laufen in den Ländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt und Sachsen Beschaffung und Aufbau von automatischen Waldbrandfrüherkennungssystemen für die am stärksten waldbrandgefährdeten Gebiete.

Im Jahr 2002 wurde im Rahmen eines Pilotprojektes die erste sächsische „Waldbrandkamera“ installiert. Bis zum Beginn der Waldbrandsaison 2007 sollen weitere 16 automatische Waldbrandfrüherkennungssysteme auf geeigneten Bauten installiert werden. Bei einem Detektionsradius der Kameras von mindestens 10 km werden die Rauchmeldungen an 4 Überwachungszentralen gesendet. Damit können zukünftig ca. 175 000 Hektar Wald aller Eigentumsarten mittels AWFS überwacht werden (vgl. Abb. 34).

Trotz hoher Anfangsinvestitionen ergibt sich durch weitgehende Automatisierung eine verbesserte Wirtschaftlichkeit des Systems. Gemessen an den volkswirtschaftlichen und ökologischen Schäden und Auswirkungen ist die Einführung des AWFS zweckmäßig und sinnvoll. Gegenwärtig haben 5 Kamerasysteme, einschließlich der Pilotkamera „Knappenrode“ den regulären Betrieb in den AWFS-Zentralen „Weißkollm“ und „Weißwasser“ aufgenommen (Stand 30.08.2005). Für 2005 ist die Beschaffung und Installation von 5 weiteren Kamerasystemen in Nordwestsachsen vorgesehen, welche von der AWFS-Zentrale „Doberschütz“ aus bedient werden sollen.

Das AWFS basiert auf der Fernerkennung von Rauch im sichtbaren Spektralbereich. Eine

Abb. 36a–d: Feuerwachturm-Typen (Turm von Obf. SEITZ [1902], Gittermastturm [1950], FWT Typ „Hoyerswerda“ [1976], Stahl-Beton-Turm [1999])



Abb. 37: Kameraumlauf (© copyright IQ-wireless GmbH Berlin)

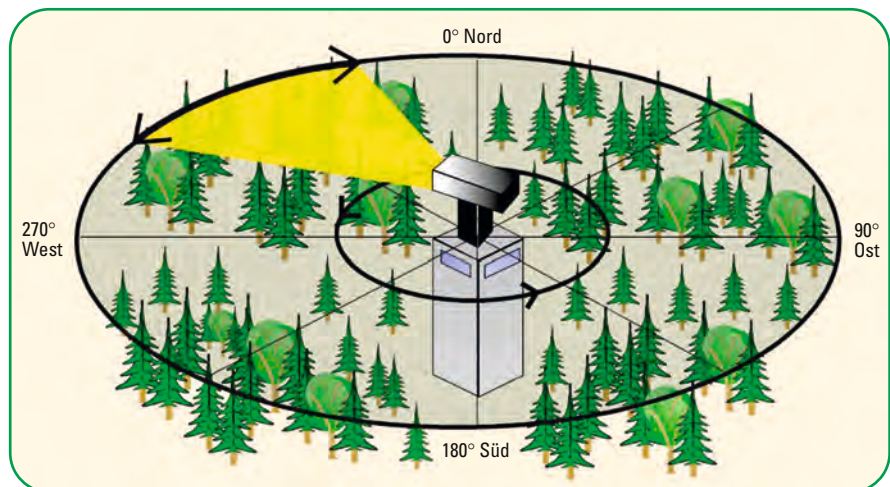
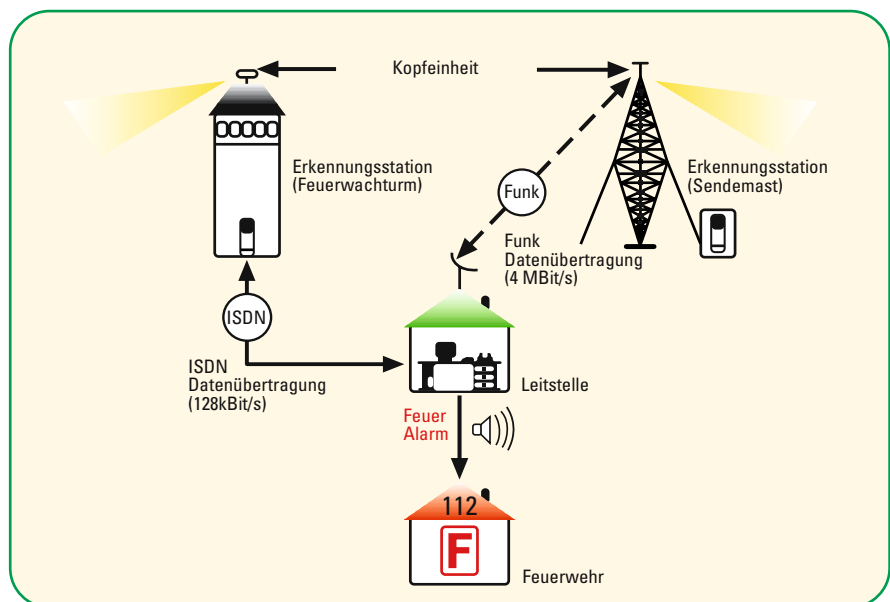


Abb. 38: Funktionsschema AWFS „Fire-Watch“ (© copyright IQ-wireless GmbH Berlin)



## Vorzüge des AWFS gegenüber herkömmlicher Beobachtung durch Turmwächter

### Technisch

- lückenlose Überwachung großer Gebiete (kontinuierliches Abscannen, gleich bleibende zeitliche und räumliche Überwachungsintensität, Verringerung der Übersehfehler)
- Raucherkenntniszyklus (Erkennung und Alarmierung in max. 8 min)
- Zusätzlich manuelle Kameraausrichtung zur gezielten Beobachtung von Rauchentwicklungen
- hohe Erkennungssicherheit, auch in Grenzsituationen bei schlechten Witterungs- und Sichtverhältnissen
- akustische und visuelle Anzeige von Alarmmeldungen in der Zentrale
- mehrstufige visuelle Kontrolle der Rauchmeldungen mittels Panorama-, Vollbildern und Livesequenzen
- Brandlokalisierung mit einer Genauigkeit von +/- 200 m innerhalb eines 10-km-Radius
- digitale Kreuzpeilung zur Brandlokalisierung
- Definition von Ausschlussgebieten zur Ausblendung bekannter Rauch- und Staubquellen von Kraftwerken, Tagebauen, Steinbrecheranlagen u. a.)

### Arbeitsphysiologisch

- Verlagerung der monotonen Einmann-Arbeit vom Feuerwachturm in eine Überwachungszentrale am Sitz einer Forstdienststelle
- Vermeidung risikobehafteter Turmbesteigungen
- Vermeidung ungünstiger Arbeitsbedingungen auf dem FWT (Temperaturextreme im Jahres- und Tagesverlauf, Zugluft, Gefahr von Blitzschlag)
- Vermeidung des Höhenstresses durch z. T. erhebliche Turmschwankungen
- Moderner, den Arbeits- und Gesundheitsschutzvorschriften entsprechender Bildschirmarbeitsplatz
- gesicherte Arbeitshygiene

hochauflösende rotierende Kamera mit einem Schwenkneigekopf liefert Schwarz-Weiß-Bilder hoher Qualität. Rauch wird anhand seiner typischen Merkmale in einer Bildfolge erkannt. Eine Rauchwolke mit einer Ausdehnung von 10 x 10 m wird noch in einer Entfernung von 10 km erfasst. Innerhalb eines 8-minütigen Kameraumlaufs) wird ein 360°-Panorama überwacht.

Rauchmeldungen und Alarmbilder werden automatisch an die AWFS-Zentrale zur visuellen Beurteilung übertragen. Dabei werden die Bilddaten am Kamerastandort komprimiert, gespeichert und über eine ISDN-Wählverbindung an die Zentrale weitergeleitet (vgl. Abb. 37, 38). Alle Meldungen, Aktivitäten und Ereignisse werden in der Zentrale angezeigt und archiviert. Von einem Bediener (Waldarbeiter) in der AWFS-Zentrale sollen künftig 4 bis 5 Kameras betreut werden. Seine Aufgabe besteht in der visuellen Prüfung und Beurteilung der eingehenden Rauchmeldungen mit dem Ziel, „echte“

Abb. 39 a: Waldbrand von 6 ha Größe im FoA Weißwasser am 04.05.2005 (Detektionseinheit Hermannsdorf)

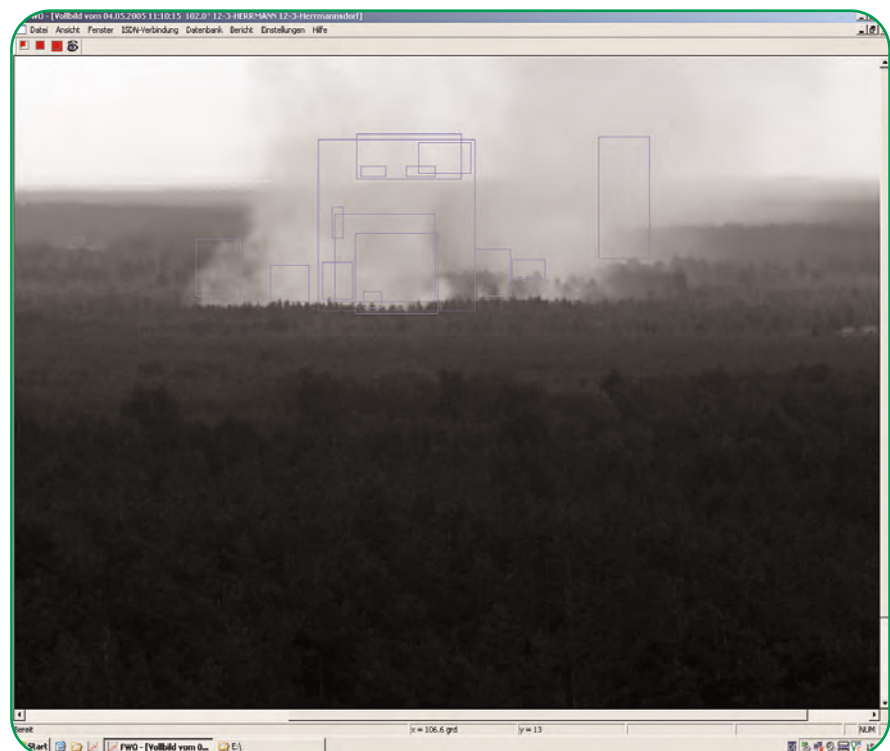
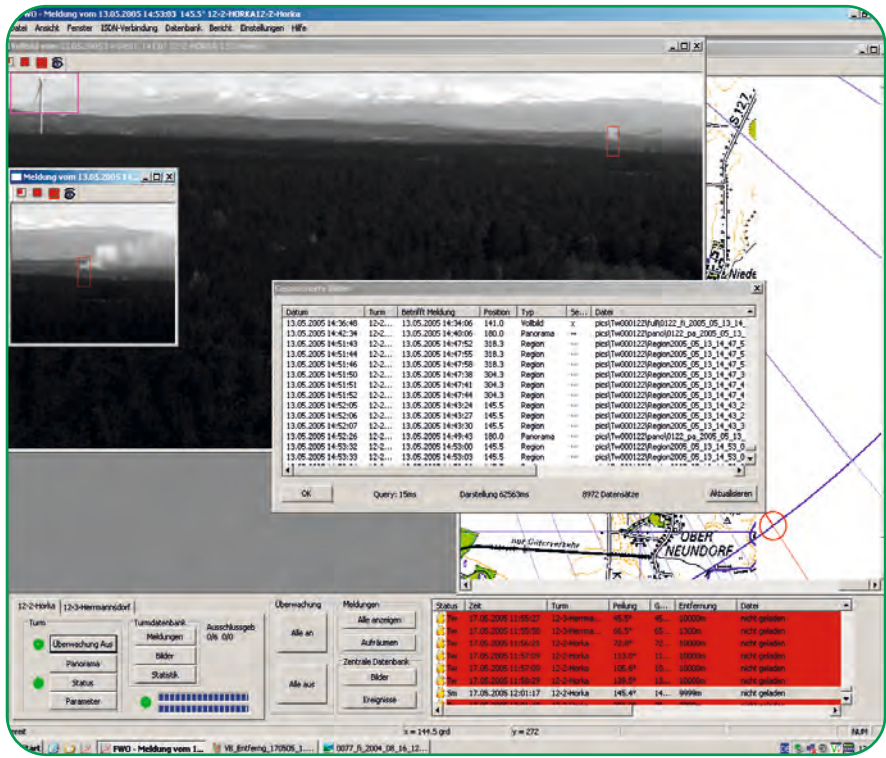


Abb. 39b: Waldbrand in Polen mit Fernsicht auf das Riesengebirge am 13.05.2005 (Detektionseinheit Horka-Biehain)



Brände – im Gegensatz zu Staubentwicklungen aus anderen Quellen – schnell und sicher zu erkennen und zu lokalisieren.

In der Region Ostsachsen wurden im Zeitraum vom 23.03. bis zum 13.07.2005 durch die bereits installierten Waldbrandkameras der AWFS-Zentralen Weißwasser und Weißkollm mehrere Waldbrände, z. T. auch im Nachbarland Polen, sicher erkannt (vgl. Abb. 39 a, b). Insgesamt meldeten die AWFS-Bediener 17 Rauchentwicklungen an die Leitstellen der Landkreise und Kreisfreien Städte.

Zur Absicherung der Waldbrandüberwachung während der Aufbauphase und Inbetriebnahme aller 17 AWF-Systeme werden die für eine lückenlose Überwachung benötigten Feuerwachtürme weiterhin personell besetzt und baulich erhalten.

## Zusammenfassung und Ausblick

Die Einführung eines terrestrischen eigentumsübergreifenden Waldbrandfrüherkennungssystems in den brandgefährdeten Waldgebieten Sachsens ist unverzichtbar und wird bis zur Waldbrandsaison 2007 realisiert.

Regionale (Waldbrandgefahrenklassen) und zeitliche (Waldbrandwarnstufen) Kenngrößen ermöglichen, das Waldbrandgefahrenpotenzial in den sächsischen Wäldern differenziert einzuschätzen. Die Waldbrandwarnstufen bilden gleichzeitig die Grundlage für den Waldbranddienst in der Landesforstverwaltung, die Besetzung der Feuerwachtürme und der Waldbrandfrüherkennungszentralen.

Die Fortführung der Waldbrandstatistik auf Landes- und Bundesebene liefert wichtige Informationen über das Waldbrandgeschehen und über die Ursachen von Waldbränden.

Im Rahmen einer naturnahen Waldbewirtschaftung und des Waldumbaus im Staatswald werden auch in den waldbrandgefährdeten Gebieten der Waldbrandgefahrenklasse A die Laubbaumanteile der Waldbestände weiter erhöht, vorhandene Waldbrandriegel erhalten und bei der Forsteinrichtungsplanung integriert.

Dass seit 1993 in Sachsen keine Groß- und Katastrophenbrände mehr auftraten und die Zahl der Waldbrände sowie deren Schäden

tendenziell abnahmen, ist vor allem auf die Maßnahmen der Landesforstverwaltung zur lückenlosen Überwachung brandgefährdeter Wälder und auf eine schnelle und effiziente Brandbekämpfung durch die Feuerwehren zurückzuführen. Nur die konsequente Beibehaltung und Weiterentwicklung der Aktivitäten zur Waldbrandvorbeugung, -erkennung und -bekämpfung gewährleisten eine Schadensabwehr bzw. -minimierung.

# Waldumbau im sächsischen Landeswald

## Ausgangssituation

Die sächsischen Wälder sind geprägt durch großflächige Nadelbaumreinbestände. Ihr Umbau in stabile Waldökosysteme ist die Voraussetzung für die dauerhafte Funktionalität der Wälder im Wirkungsgefüge der Kulturlandschaft und trägt zur Erhaltung der Artenvielfalt bei. Der sich abzeichnende Klimawandel, der in Verbindung mit Fremdstoff-

einträgen zu nur schwer prognostizierbaren Wirkungen auf die Baumartenzusammensetzung von Waldökosystemen führt, erfordert Strategien der Forstwirtschaft zur Risikominimierung durch Risikoverteilung. Nahezu synchron mit der Entwicklung der Klimaprognosen konnten hierzu auf der Grundlage des Systems der Waldumbauversuche in

Kombination mit Waldklimastationen und Eintragsmessstellen der Landesforstverwaltung Ansätze für maßnahmeorientierte Konzepte erarbeitet werden. Diese wurden in den aktualisierten Bestandeszieltypen für den Landeswald als Handlungsrichtlinie für die Praxis zusammengefasst.

## Waldumbau von 1994 bis 2004

### Verjüngung der Hauptbaumarten

Waldumbau mit dem Ziel einer ökologisch stabilen und wirtschaftlich leistungsfähigen folgenden Waldgeneration ist in Sachsen überwiegend an die künstliche Verjüngung der Zielbaumarten gebunden. Eine Ausnahme bilden lediglich die Fichte und in Nord-Ost-Sachsen – mit deutlichen, standörtlich bedingten Einschränkungen – die Kiefer. Die Ursache ist vor allem das relativ geringe Vorkommen von Samenbäumen der anderen Baumarten, das sich zudem auf regionale bis lokale Schwerpunkte konzentriert. Die Voraussetzungen für eine qualitativ hochwertige und damit wirtschaftlich leistungsfähige natürliche Verjüngung sind demzufolge stark eingeschränkt. Allerdings bieten die dadurch notwendigen, erheblichen finanziellen Aufwendungen für die Waldverjüngung mit der gezielten Aufwertung des genetischen Potenzials der folgenden Waldgenerationen eine ökologische und wirtschaftliche Chance. Neben einer größeren Anpassungsfähigkeit an sich verändernde Umweltbedingungen kann auch langfristig eine Erhöhung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des sächsischen Waldes erreicht werden.

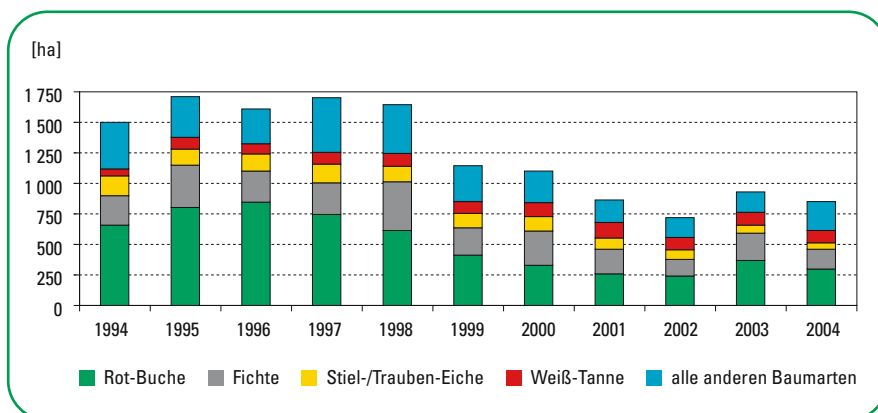
Den überwiegenden Teil der Naturverjüngung bilden Begleit- oder Pionierbaumarten, wie z. B. Eberesche und Birke. In den Hoch- und Kammlagen des Erzgebirges oder auf Sandstandorten mit geringer Wasserkapa-

zität, wo der Waldumbau nicht auf eine Ablösung von Fichte und Kiefer als dominierende Wirtschaftsbaumarten, sondern vorrangig auf eine Veränderung der Waldstruktur vom einschichtigen, gleichaltrigen Reinbestand zu einem stärker horizontal und eingeschränkt vertikal gegliederten Waldaufbau gerichtet ist, tragen diese Begleitbaumarten auch durch ihre bodenpflegliche Wirkung zu einer deutlichen Verbesserung der Stabilität dieser Ökosysteme bei.

In den Jahren 1994–2004 wurden jährlich etwa 1 000 ha der Landeswaldfläche künstlich verjüngt; das sind 5,5 % im Jahrzehnt (vgl. Abb. 40). Die relativ hohe Verjüngungsfläche Mitte der 1990er Jahre, welche auf die verstärkte Einbringung der Rot-Buche infolge verfügbaren Pflanzenmaterials zurückzuführen ist, kompensiert die zum Ende des Jahrzehnts rückläufige Verjüngungsfläche. Die

Fichte und Weiß-Tanne sind an der Verjüngung mit fast gleichbleibender Fläche beteiligt. Die Eichen sind im Verhältnis zum möglichen Standortsspektrum nur mit geringen Flächenanteilen vertreten. Insgesamt ist festzustellen, dass es richtig war, das hohe Angebot an Buchen-Saatgut für einen Verjüngungsschub zu nutzen. Im Sinne der Risikoverteilung und Verbesserung der forstbetrieblichen Flexibilität im aktuellen Planungsjahrzehnt sind jedoch andere Baumarten zu Lasten der Buche stärker in der Verjüngung zu berücksichtigen. Das trifft im Tiefland für die einheimischen Eichenarten, die Rot-Eiche und die Douglasie zu. Im Mittelgebirge ist für die Sicherung der wirtschaftlichen Ertragsfähigkeit eine weitaus stärkere Einbeziehung geeigneter Douglasienherkünfte mit dem Schwerpunkt in den mittleren Berglagen notwendig.

Abb. 40: Verjüngungsfläche der Hauptbaumarten



## Struktur der aktuellen Fichten- und Kiefernbestockungen über 80 Jahre

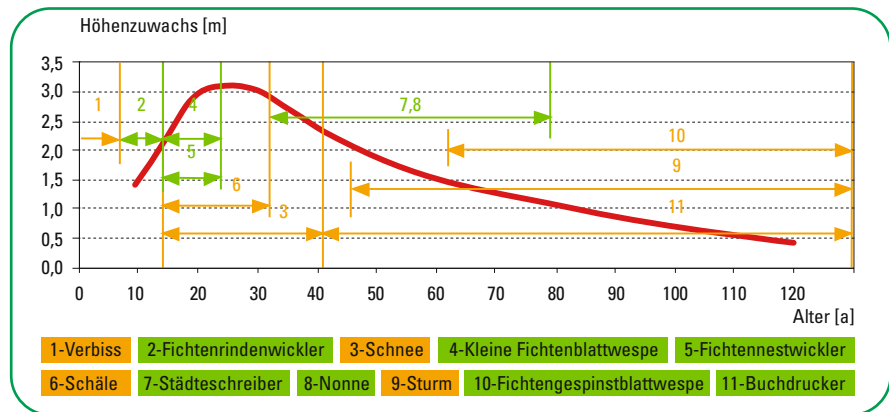
### Fichtenbestände

Auf einer Gesamtfläche von 41 800 ha weisen zum Stichtag der Forsteinrichtung am 01.01.2004 22 % der Fichtenbestände einen Unterstand, d. h. in der Regel eine zweite Baumschicht auf. Der Flächenanteil der Laubbäume sowie der Weiß-Tanne und Douglasie liegt gegenwärtig bei 10 % (vgl. Abb. 41). Bei der Fichten-Naturverjüngung ist zu berücksichtigen, dass diese zum großen Teil auf Standorten aufläuft, auf denen eine von der Fichte dominierte folgende Waldgeneration mit hohen Produktionsrisiken verbunden ist. Auf verdichtungsgefährdeten Standorten wird außerdem die Stetigkeit der Bodenfunktionen infrage gestellt. In den unteren und mittleren Berglagen erhöht eine zu früh aufwachsende Fichtennaturverjüngung den Aufwand für die Verjüngung standortgerechter Baumarten erheblich.

Insgesamt ist der Anteil der über 80-jährigen Fichtenbestände mit einer zweiten Baumschicht gering. Damit ist bei zunehmendem Risiko die Fähigkeit der Fichtenforsten zur strukturellen Erneuerung nach eingetretenen Störungen wenig ausgeprägt.

Bei der Entscheidung über den Verjüngungsbeginn muss neben der Entwicklung der Volumen- und Wertleistung der Bestände auch eine Zunahme des Produktionsrisikos mit steigendem Bestandesalter berücksichtigt werden. Nach der Kulmination des Höhenwachstums nimmt vor allem das Risiko gegenüber destruktiv wirkenden Schadfak-

Abb. 42: Disposition von Fichten-Forsten der mittleren Berglagen gegenüber verschiedenen biotischen und abiotischen Schadfaktoren in Abhängigkeit vom Verlauf des Höhenwachstums (braun: destruktiv wirkende Faktoren, grün: strukturierend wirkende Faktoren)



toren zu (vgl. Abb. 42), während bis dahin der Einfluss von strukturierend wirkenden Schadfaktoren auf die Bestandesentwicklung überwiegt.

Im Fall, dass ganze Regionen betroffen sind, sind auch katastrophenartige Auswirkungen nicht auszuschließen. An dieser Stelle sei an die aktuelle Borkenkäferkalamität erinnert, deren Verlauf mit einem Schadholzanfall von etwa 15 % des Jahreseinschlags bei einem etwas anderen Witterungsverlauf in den Jahren 2004 und 2005 viel größere Dimensionen hätte annehmen können. In Anbetracht der Häufung von Vegetationsperioden mit ausgeprägter klimatischer Dürre etwa seit Mitte der 1970er Jahre ist dieses Szenario keinesfalls als spekulativ zu bewerten.

Mit einer Temperaturerhöhung während der Vegetationsperiode bei gleichzeitig abnehmenden Niederschlägen erhöht sich die Disposition der Fichtenbestände gegenüber Borkenkäferarten. Gleichzeitig verbessern sich

die Entwicklungsbedingungen für die Käfer. Dieser Trend nimmt von den Hoch- und Kammlagen mit einem relativ hohen natürlichen Fichtenanteil in Richtung der unteren Berglagen und des Löss-Hügellandes deutlich zu. Die Häufung von Stürmen ggf. in Verbindung mit extremen Niederschlagsereignissen führt zu einer erheblichen Zunahme der Bruch- und Wurfgefährdung. Höhere Wintertemperaturen bei vergleichbaren Niederschlagsmengen fördern wiederum die Entstehung von Nassschnee mit Schäden, wie sie z. B. in der ersten Hälfte der 1980er Jahre flächig auftraten.

Der Anteil der zufälligen Nutzungen in Fichtenforsten in Sachsen lag langfristig und unter relativ stabilen Umweltbedingungen bei etwa 20 % (vgl. Abb. 43). Die erheblichen Stabilitätsprobleme der 2. Fichtengeneration auf Pseudogley-Standorten im Löss-Hügelland werden in dieser Darstellung nur teilweise berücksichtigt. Dies gilt auch für zufällige Nutzungen, die nach dem in Abb. 43 betrachteten Zeitraum liegen. Solche wurden beispielsweise notwendig in den 1950er Jahren infolge von ungünstigen Witterungsverläufen und Borkenkäferkalamitäten sowie seit Ende der 1970er Jahre infolge des extremen Immissionseinflusses in Kombination mit Trockenjahren und Frostereignissen. Genauso bleiben die Sturmereignisse der 1970er Jahre und die Nassschneeeignisse zu Beginn der 1980er Jahre unberücksichtigt. Die „historische“ Höhe der zufälligen Nutzungen in Fichtenforsten entspricht etwa dem Niveau von 1990–2005.

Abb. 41: Struktur der aktuellen Fichten- und Kiefernbestockungen über 80 Jahre

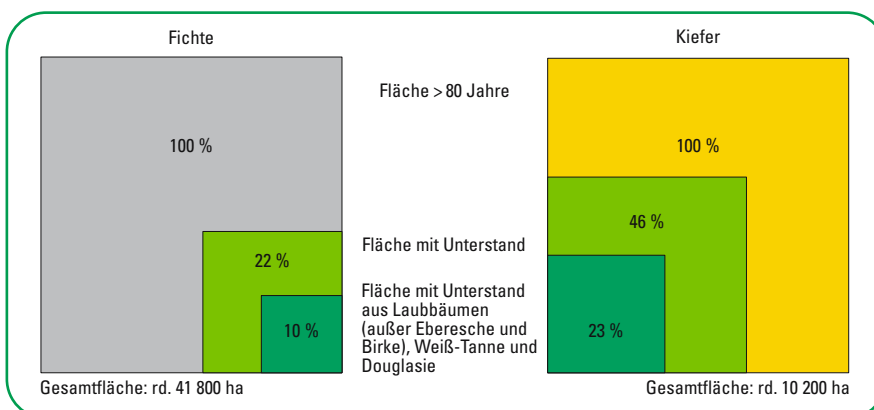
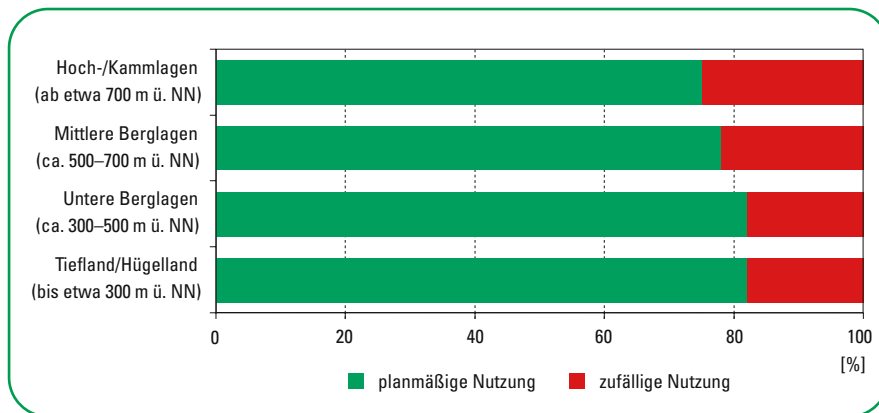


Abb. 43: Anteil der zufälligen Nutzungen an der Gesamtnutzung in Fichtenbeständen von 1855–1934 [1]



In Zukunft ist mit einem zunehmenden Produktionsrisiko von Fichtenreinbeständen zu rechnen. Außerdem bedingen Stammsschäden an ca. 60 % (!) der Bäume als Folge von jahrzehntelang überhöhten Rotwildbeständen sowie einer wenig bestandesschonenden Holzernte in der Vergangenheit eine mit dem Alter zunehmende Entwertung des Holzvorrates. Es spricht sehr viel dafür, rela-

tiv zeitig, etwa ab einem Alter von 80 Jahren, mit der Verjüngung der Fichtenbestände zu beginnen.

### Kiefernbestände

Von den über 80-jährigen Kiefernbeständen (ca. 10 200 ha) weisen 46 % einen Unterstand auf. Davon können jedoch maximal nur 23 % zu einer ökologisch stabilen und wirtschaft-

lich leistungsfähigen zukünftigen Waldgeneration entwickelt werden (vgl. Abb. 41). Die aus ökologischer Sicht insgesamt günstigere Situation in Kiefernbeständen ist vor allem durch einen intensiveren Waldumbau und die natürliche Ausbreitung von Mischbaumarten in jüngeren Kiefernbeständen begründet. Hierbei bestehen deutliche regionale Unterschiede. Während im westlichen Teil des sächsischen Tieflandes die Überprägung der Waldböden durch massive Stickstoff- und Flugascheinträge auf erheblichen Flächenanteilen das Aufkommen verdämmender Bodenvegetation fördert, sind derartige Einflüsse im mittleren und östlichen Teil weitaus geringer ausgeprägt. Konkurrenzrisiken im Kiefernbestand werden hier vor allem durch Begleitbaumarten – bei vorhandenen Samenbäumen auch von Eiche und Buche – besetzt.

## Prioritäre Ziele für die Bewirtschaftung des Landeswaldes

### Zielsystem der Bewirtschaftung des Landeswaldes im Mittelgebirge

- Sicherung einer stetigen, durch relativ geringe Schwankungen der Vorratshöhe charakterisierten Holzproduktion auf relativ kleinen Flächeneinheiten (Bestand = 1–2 ha) in Verbindung mit:
  - der Sicherung landschaftsökologischer Waldwirkungen, wie dem Bodenschutz, der Regeneration der Bodenfunktionen und einem optimalen Beitrag zur Regulation des Landschaftswasserhaushalts
  - einer optimalen Wirkung als CO<sub>2</sub>-Senke durch Biomasseanreicherung und
  - einem maximalen forstwirtschaftlichen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Auslagerung durch langfristige Holzverwertung

Bodenschutz und Regeneration der Bodenfunktionen sind elementare Nachhaltigkeitsgrundsätze. Waldwirkungen, die für die Stabilität der Kulturlandschaft entscheidend sind, werden hierdurch wesentlich beein-

flusst. Dementsprechend ist der dauerhafte Entzug von Boden aus der forstlichen Produktion, z. B. durch irreversible Bodenschäden, Erschließungssysteme und Erosion auf ein Maß zu minimieren, welches für die Bewirtschaftung nach dem neuesten Stand der Technik zwingend erforderlich ist. Der Beitrag des Waldes zur Regulation des Landschaftswasserhaushalts ist die Waldwirkung mit dem intensivsten Einfluss auf die urban genutzten Landschaftsteile, insbesondere durch die Sicherung einer optimalen Wasserbereitstellung nach Quantität und Qualität (Rückwirkung auf die notwendigen Aufbereitungskosten) sowie die Abflussregulation bei Extrem-Niederschlägen.

Beide Ziele setzen die Rahmenbedingungen für die Produktionsfunktion. Neben der unmittelbaren Rohstoffversorgung ist in diesem Zusammenhang die Wirkung des Waldes als CO<sub>2</sub>-Senke zu berücksichtigen (Holz als CO<sub>2</sub>-neutrale Energiequelle, CO<sub>2</sub>-Auslagerung durch Holzverwertung in Produkten mit hohem Veredelungsgrad und hoher Nutzungsdauer).

Die höchsten CO<sub>2</sub>-ökologischen Steuerungspotenziale durch die Waldbewirtschaftung liegen in Sachsen bei der aktuellen Struktur der Landnutzung in den unteren und mittleren Berglagen (Netto-C-Assimilation ca. 4–5 t/ha\*a, Speicherung ca. 300 t/ha). Noch deutlich übertroffen werden diese von den Stieleichen-Eschen-Ulmenwäldern der Hartholzlauen, welche jedoch wegen geringer Flächen praktisch nicht relevant sind.

An unterschiedliche abiotische Umweltbedingungen angepasste, horizontal und vertikal gegliederte Waldstrukturen aus standortgerechten Baumarten mit hoher Kontinuität der Holzproduktion auf kleinen, unter gegebenen technologischen und betriebswirtschaftlichen Prämissen effizient zu bewirtschaftenden Flächeneinheiten (bis ca. 2 ha) entsprechen den genannten Anforderungen am besten.



## Zielsystem der Bewirtschaftung des Landeswaldes im Tiefland und Löss-Hügelland

- Sicherung der Holzproduktion auch bei sich ändernden Umweltbedingungen
- Förderung der Grundwasserneubildung während der Vegetationsruhe
- Beitrag des Waldes zur Verbesserung/zum Erhalt der Grundwasserqualität

Im Bereich des Tieflandes muss aufgrund der prognostizierten regionalen Klimaänderungen von waldökologisch extremen Veränderungen der Wasserverfügbarkeit ausgegangen werden. Unter diesen Bedingungen sind die Sicherung der Holzproduktion und der Einfluss des Waldes auf die Grundwasserneubildung regionale Vorrangfunktionen. Die Wasserversorgung wirkt als limitierender

Faktor für die Baumartenzusammensetzung und die Struktur von Waldökosystemen.

Die Weiterführung des Waldumbaus im sächsischen Tiefland unterliegt daher einer strikten standörtlichen Differenzierung. Eine Veränderung der Baumartenzusammensetzung mit der Verjüngung wird vorrangig auf solchen Standorten angestrebt, auf denen auch unter sich ändernden Umweltbedingungen ertragreiche, ökologisch stabile Wälder geschaffen werden können. Schwerpunkt sind naturräumliche Einheiten mit einem aktuellen Jahresniederschlag von wenigstens 650 mm, mindestens lehmige Sande oder Sandstandorte mit begünstigtem Bodenwasserhaushalt und/oder örtlich klimatischen Bedingungen, die den Wasserhaushalt der Waldökosysteme begünstigen.

Die Kiefer bleibt auf den armen und dem überwiegenden Teil der ziemlich armen terrestrischen Sandstandorte sowie auf den

wasserdurchlässigen Mittel- bis Grobsanden mittlerer Nährstoffversorgung ohne Grundwassereinfluss die dominierende Wirtschaftsbaumart. Allerdings ist die natürliche Verjüngungsfähigkeit der Kiefer auf einem erheblichen Flächenanteil dieser Standorte stark eingeschränkt bzw. ohne Bodenbearbeitung nahezu ausgeschlossen, so dass vom Anbau der Kiefer als Regelverfahren ausgegangen werden muss.

Natürliche Kiefernwälder konzentrieren sich auf armen Dünen mit Rohbodencharakter oder auf Moorstandorten. Anderenfalls handelt es sich um sukzessionale Durchgangsstadien der Waldentwicklung, die auf Veränderungen der Humusaufgabe, des oberen Mineralbodenhorizonts und damit der Artenzusammensetzung und Vitalität der Bodenvegetation, z. B. als Folge historischer Nebennutzungen (Waldweide, Streunutzungen) oder wiederkehrende Waldbrände, zurückzuführen sind.

## Mittelfristige Prioritäten für die Weiterführung des Waldumbaus

Räumliche, zeitliche und inhaltliche Prioritäten bei der Umsetzung des Zielsystems sind Voraussetzung für einen effizienten Miteinsatz bei limitierten Ressourcen. Die Festlegung der Prioritäten für den Waldumbau erfolgt auf Grundlage der Funktionalität sowie von Funktionsrisiken aktueller Forstökosystemtypen und der Effekte, die durch einen Waldumbau im Hinblick auf das Zielsystem zu erreichen sind.

### Mittelgebirge

#### Untere Berglagen und mäßig trockene mittlere Berglagen

Die höchste Umbaudringlichkeit ist in den nicht standortgerechten Fichtenforsten der unteren Berglagen und auf trockenheitsexponierten Standorten der mittleren Berglagen gegeben. Eine hohe Gefährdung durch Trockenperioden und darauf folgende Massenvermehrung rindenbrütender Insekten sowie extrem negative Einflüsse der Fichte auf die Bodenfunktionen bedingen Ökosystemzustände mit geringer Funktionalität und zugleich hoher Instabilität. Ein Baumartenwechsel ist deshalb dringend anzustreben.

Der Umbau bzw. die Umwandlung der nicht standortgerechten Fichtenbestände beginnt etwa ab einem Alter von 80 Jahren. Temporäre Mischungsanteile von Fichte aus Naturverjüngung werden bis zu max. 20 % toleriert.

#### Mittlere feuchte Berglagen

Durch ihre stark eingeschränkte Bodenschließung nutzt die Fichte das standörtliche Produktionspotenzial nur unvollständig aus. Dies hat negative Auswirkungen auf die Regulation des Landschaftswasserhaushalts, die Vorratshöhe und die Kontinuität der Holzproduktion mit den entsprechenden CO<sub>2</sub>-ökologischen Konsequenzen.

Eine ökologisch wirksame Veränderung der Baumartenzusammensetzung mit einer Beteiligung der Fichte bis zu max. 50 % ist notwendig. Neben dem Vorkonbau von Weißtanne und Buche ist die Douglasie als wirtschaftlich leistungsfähige Baumart verstärkt zur Ertragssicherung in den Waldumbau zu integrieren.

#### Hoch- und Kammlagen

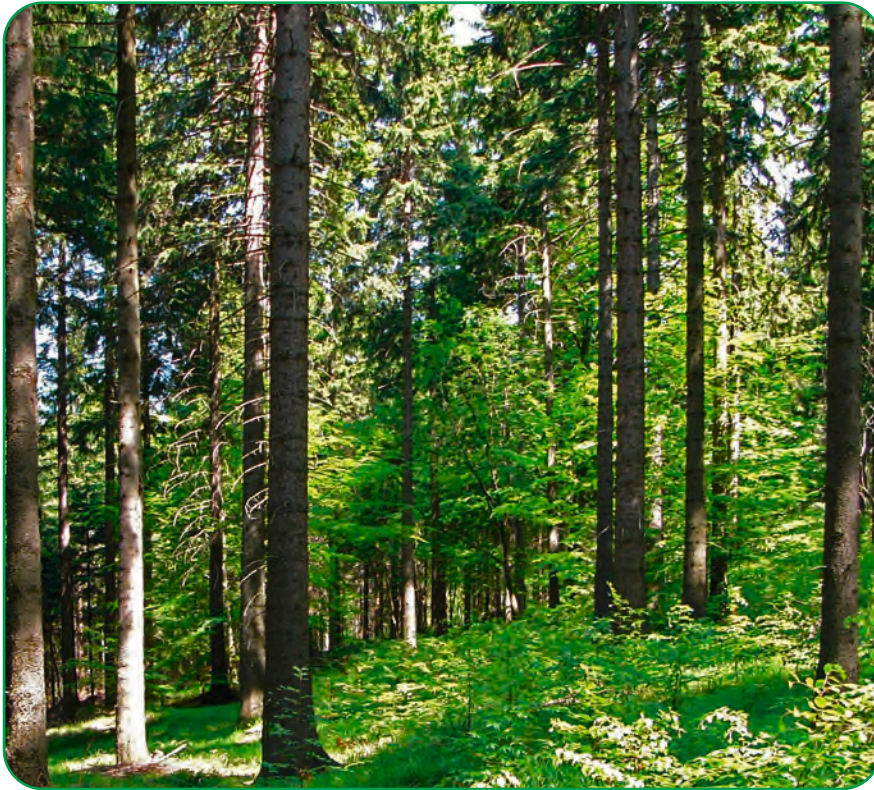
In den Fichtenforsten der Hoch- und Kammlagen können Stabilitäts- und Funktionali-

tätseinschränkungen und -risiken weitgehend durch eine deutliche Annäherung der Waldstruktur an die natürlicher Fichtenwälder erreicht werden. Die kontinuierliche, ökologisch wirksame Beteiligung vor allem der Eberesche und weiterer Pionierbaumarten am Waldaufbau trägt vorrangig zur Stabilisierung der Stoffkreisläufe und zu einer nachhaltigen Wirkung der Waldkalkung bei. Eine Beteiligung dieser Baumarten ist ausschließlich durch die Regulation der Rot- und Rehwildbestände zu gewährleisten.

Pionierwälder und Forste aus Übergangsbäumarten sind überwiegend durch eine stark eingeschränkte Produktionsdynamik mit dem Risiko funktionaler Minderleistung charakterisiert.

Der Schwerpunkt für einen Baumartenwechsel in den Hoch- und Kammlagen liegt damit in den Pionierwäldern und Forsten aus Übergangsbäumarten in zeitlicher Abhängigkeit zu deren Produktionsdynamik. Das Verjüngungsziel orientiert sich an der Baumartenzusammensetzung des Fichten-Bergwaldes und, in begünstigten Lagen, des Fichten-Bergmischwaldes.

Abb. 44: Buchen-Voranbau unter Fichte



## Tief- und Löss-Hügelland

Schwerpunkte des Waldumbaus sind Fichtenbestände auf Standorten mit instabiler Wasserversorgung. Aus Sicht der aktuellen und künftigen Ressourcenverfügbarkeit besteht keine Umbaudringlichkeit von Kiefernforsten.

Die Weiterführung des Waldumbaus konzentriert sich auf Standorte mindestens mittlerer Nährstoffversorgung und überdurch-

schnittlicher Wasserkapazität in zeitlicher Abhängigkeit von der Volumen- und Wertleistung der aktuellen Bestockung. Waldumbau ist hier ein wesentlicher Beitrag zur Ertragssteigerung auf den Standorten, deren Potenzial aktuell und zukünftig von der Kiefer nur eingeschränkt ausgenutzt wird.

Der waldbauliche Handlungsschwerpunkt liegt auf Durchforstungskonzepten, die auf ärmeren und/oder degradierten Standorten die Verjüngung der Kiefer vor dem Aufkommen

konkurrierender Bodenvegetation ermöglichen bzw. auf mittleren Standorten eine exzessive Ausbreitung verdämmender Arten der Bodenvegetation zugunsten der Gehölzverjüngung einschränken. Ziel muss es sein, die standörtlichen Ressourcen vor allem auf die Baumschicht zu konzentrieren. Damit sind auf Standorten mit starker Tendenz zur Bodenverwilderung entsprechend konkurrenzstarke Baumarten, wie z. B. Rot-Eiche zu etablieren. Die gegenwärtig geringere Intensität des Waldumbaus im Tiefland ermöglicht die Erprobung trockentoleranter Herkünfte und Ökotypen standortgerechter Baumarten mit einem zeitlichen Vorlauf zur Verjüngungsnotwendigkeit der Kiefernbestände.

## Ausblick

Die Umbaudringlichkeit steigt,

- je geringer das Widerstandspotenzial von Wald- bzw. Forstlebensgemeinschaften gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren ist,
- je geringer die Fähigkeit zur Selbstregulation und die Anpassungsfähigkeit an prognostizierte Veränderungen abiotischer Umweltfaktoren ist,
- je größer die Abweichung zwischen Ist- und Zielfunktionalität ist und

- je mehr sich die laufende Holzproduktion eines Waldbestandes der durchschnittlichen Holzproduktion während des gesamten Bestandeslebens bei gleichzeitig steigendem Entwertungsrisiko durch Schadereignisse annähert.

Der Waldumbau im Sinne eines Wechsels der Hauptbaumart wird daher vorrangig auf Standorte konzentriert, auf denen die aktuell vorhandenen Fichten- oder Kiefernforsten unter heutigen und prognostizierten Umwelt-

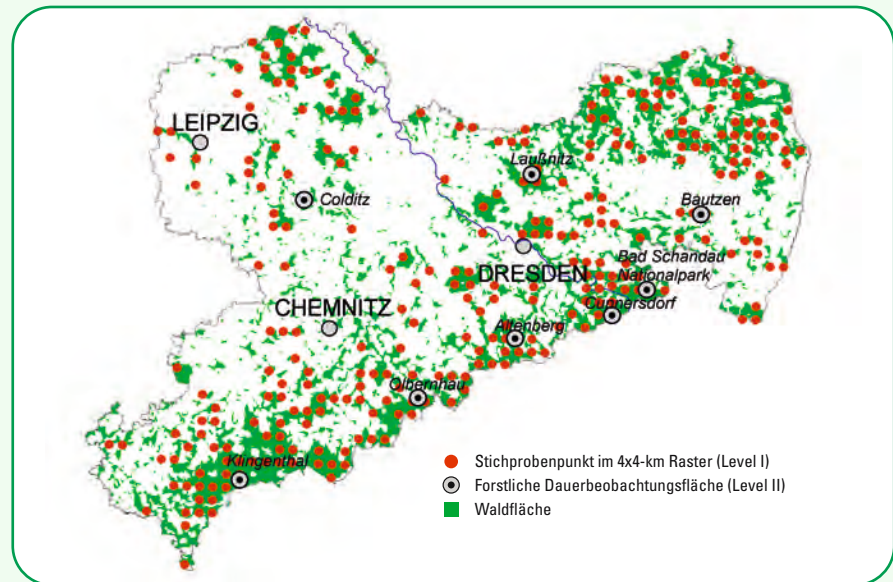
bedingungen ökologisch instabil sind und damit ein hohes Produktionsrisiko erwarten lassen. Die veränderte Baumartenzusammensetzung der Verjüngung muss im Vergleich zur aktuellen Bestockung mindestens gleich bleibende Erträge bei einer höheren Kontinuität der Produktions- und Schutzfunktion(en) garantieren (potenzielle Risikoverteilung).

# Anhang

## Forstliches Monitoring

Die Einrichtung eines europaweiten Waldzustandsmonitorings geht zurück auf die Ratifizierung des Übereinkommens über weiträumige Luftverunreinigungen (Genfer Luftreinhaltekonvention der UN/ECE von 1979). Damit wurden erstmals die vielfältigen Auswirkungen von Luftverunreinigungen offiziell anerkannt und gleichzeitig ein Exekutivorgan geschaffen, welches 1984 das Internationale Kooperationsprogramm zur Erfassung und Überwachung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (ICP Forests) ins Leben rief. Im Jahre 1986 stimmten die Europäische Kommission und die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU) überein, ein europäisches Waldzustandsmonitoring einzuführen. Es gliedert sich derzeit in 2 Ebenen:

Abb. 45: Lage der Stichprobenpunkte im 4x4-km-Raster (Level I) und der Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen (DBF=Level II) in Sachsen



### Level I

Zeitnahe und flächenrepräsentative Informationen über den Zustand des Waldes und dessen Entwicklung

Systematisches Stichprobenraster im Abstand von 4 x 4 km (entspricht ca. 284 Probeflächen in Sachsen)

- Kronenzustand (WZE)
- Bodenzustand (BZE)
- Baumernährung

Ziele

Grundlagen

Untersuchungsprogramm

### Level II

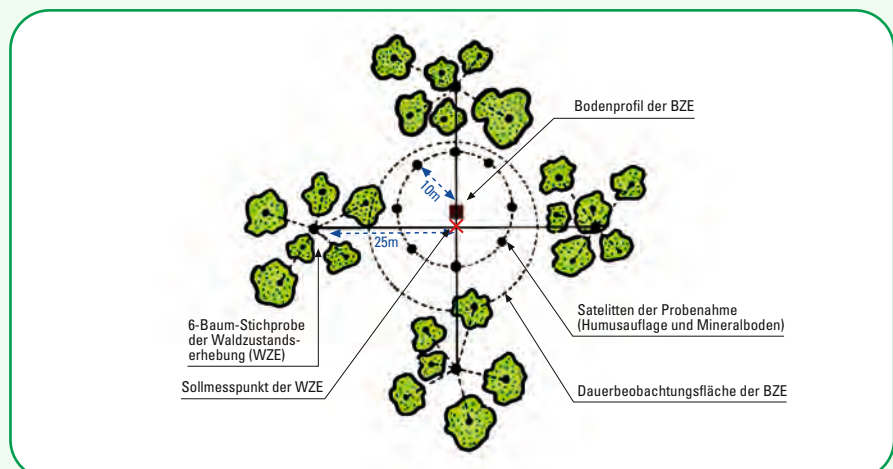
Intensive Untersuchungen der Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen Waldökosystemen und den sie beeinflussenden Faktoren

Forstliche Dauerbeobachtungsflächen (DBF) in repräsentativen Waldbeständen (8 DBF in Sachsen)

- Meteorologie
- Stoffeinträge
- Bodensicker-/Quellwasser
- Streufall
- Kronenzustand
- Baumwachstum
- Baumernährung
- Bodenvegetation

Einen Überblick über das vom Landesforstpräsidium (LFP) betreute Messnetz sowie die Aufnahmen vor Ort geben die Abb. 45 und 46 sowie Tab. 1 und 2. Von den 8 Flächen zur Untersuchung der Umweltbelastung in den sächsischen Wäldern sind 6 Messflächen in das europäische Level-II-Programm integriert.

Abb. 46: Schematische Übersicht zur Durchführung der Wald- und Bodenzustandserhebung



# Wirkungen von Luftschadstoffen

Die zunehmende Freisetzung (Emission) von Schadstoffen durch die rasch anwachsende Industrialisierung führte ab etwa Mitte des 19. Jahrhunderts großflächig zu einer neuen Art und Qualität der Stoffbelastung in Waldökosystemen. Bis weit in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts waren es vorwiegend Schwefelverbindungen aus Kohlekraftwerken, die das Emissionsgeschehen bestimmten und regional – beispielsweise im Erzgebirge – zum Absterben ganzer Waldkomplexe führten. Demgegen-

über hat in den letzten Jahrzehnten die Emission von Stickstoffverbindungen aus Verkehr und Landwirtschaft stark an Bedeutung gewonnen, so dass übermäßige Stickstoffeinträge bereits vielerorts den Hauptbelastungsfaktor der Ökosysteme darstellen.

Sowohl Schwefel- als auch Stickstoffverbindungen fungieren in der Luft als Säurebildner und sind infolge des Ferntransports und der Bildung des so genannten „Sauren Regens“ auch in entlegenen Waldgebieten von herausragen-

der Bedeutung. Es ist unumstritten, dass infolge dieser Stoffbelastungen – neben den direkten Schäden an den oberirdischen Pflanzenorganen – vor allem eine beschleunigte Veränderung der chemischen und biologischen Bodeneigenschaften stattgefunden hat. Teilweise sind nachhaltige Störungen im Ökosystem bei gleichzeitigem Verlust wesentlicher Standorteigenschaften eingetreten und oftmals ist bereits eine Verlagerung der Schadstoffbelastung bis in das Quell- und Grundwasser festzustellen.

## Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Schwefel, Schwefelsäure



Schwefelfreisetzungen erfolgen hauptsächlich bei der Verbrennung von Braunkohle und Öl in Kraftwerken und Industrie-feuerungen, wobei Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) entsteht.



SO<sub>2</sub> wirkt bei Aufnahme über die Blattoffene als Stoffwechselgift und beeinträchtigt insbesondere die Fotosynthese und den Spaltöffnungsmechanismus der Blätter, wodurch Störungen des Wasser- und Nährstoffhaushaltes, eine mangelhafte Frosthärte der Blattoffene sowie Schädigungen des Feinwurzelwachstum induziert werden. In der Vergangenheit war besonders die direkte Wirkung des SO<sub>2</sub>-Gases als so genanntes Rauchgas für die „klassischen Waldschäden“ und über den Säureeintrag für die beschleunigte Nährstoffverarmung und Versauerung der Waldböden verantwortlich.

## Stick(stoff)oxide, Nitrat, Ammonium



Eine wesentliche Quelle für die Bildung von Stickoxiden (NO<sub>x</sub> = NO und NO<sub>2</sub>) ist der Straßenverkehr, deren Freisetzung in die Umwelt trotz Katalysator-technologie deutlich zugenommen hat. Nach Umwandlung in Nitrit- bzw. Nitrationen stellen sie einerseits eine Hauptquelle des Stickstoffeintrags in die Wälder dar und tragen andererseits zum „sauren Regen“ bei. Zudem sind sie die wichtigste Vorläufersubstanz für die Bildung von Ozon.

Ammonium-(NH<sub>4</sub>-)Verbindungen sind die zweite Hauptquelle des Stickstoffeintrags von Waldökosystemen. NH<sub>4</sub> wirkt ebenfalls wachstumsfördernd und wird in der Luft relativ rasch aus Ammoniakemissionen gebildet, die zu etwa 80 % in der Landwirtschaft und dort überwiegend aus der Tierhaltung freigesetzt werden.



Nitrat (NO<sub>3</sub>) ist ein wichtiger Pflanzennährstoff. Im Übermaß führt er zwar auf den von Natur aus armen und durch menschliche Nutzung oftmals degradierten Standorten zur Wachstumsbeschleunigung, letztlich jedoch zu ungünstigen Elementrelationen bei der Nährstoffaufnahme, so dass die Pflanzenernährung gestört ist. Infolge eines Überangebots an Stickstoff verlassen Nitrat-Ionen in größeren Mengen das Ökosystem mit dem Sickerwasser, wobei gleichzeitig eine äquivalente Menge an anderen Nährstoffen (z. B. Magnesium und Kalzium) unwiederbringlich aus dem Boden ausgewaschen wird.

Ähnlich wie bei der Blattdüngung durch Nitrat, werden auch bei der Ammoniumaufnahme aus Nebel oder Regen Nährstoffgleichgewichte und eine Veränderung der Nahrungsqualität für nadel- und blattfressende Insekten induziert, womit wiederum die Anfälligkeit der Bäume gegen andere Stressfaktoren zunimmt. Die Wurzelaufnahme von Ammonium kann zudem erhebliche bodeninterne Säurebelastungen hervorrufen: Fichten zeigen beispielsweise eine Bevorzugung von Ammonium gegenüber Nitrat, während der verbliebene Teil des Ammoniums oftmals vollständig in Nitrat umgewandelt wird und das Ökosystem mit dem Sickerwasser verlässt. Somit überlagern sich zwei Versauerungseffekte: Einerseits induziert die Wurzelaufnahme von NH<sub>4</sub> eine Säureabgabe an den Boden, andererseits werden andere Kationen (z. B. Ca<sup>2+</sup> und Mg<sup>2+</sup>) zusammen mit Nitrat ausgetragen. Letzteres vermindert zwangsläufig die Fähigkeit des Bodens zur Pufferung bzw. Neutralisierung von Säurebelastungen und entspricht somit einer Zunahme der Bodenversauerung. Diese bodeninternen Säurebelastungen können z. T. bedeutsamer sein als der direkte Säureeintrag mit dem sauren Regen. Ferner besteht in sauren Böden in Gegenwart von Ammonium eine nur eingeschränkte Fähigkeit der Wurzelzellen zur Aufnahme anderer Nährelemente, wodurch rückwirkend wiederum latente Nährstoffmangelverhältnisse verstärkt werden können.

Vor allem in trockenen Regionen kann es durch eine vom überreichlichen Stickstoffangebot profitierende Bodenvegetation – neben Artenverschiebungen aufgrund geänderter Konkurrenzverhältnisse – zu ernsthaften Problemen hinsichtlich der Wasserversorgung der Waldbestände kommen. Auf vernässten Standorten ist ferner die Abgabe klimawirksamer Spurengase (z. B. Lachgas) an die Atmosphäre möglich.

Die ökologischen Aspekte hinsichtlich überhöhter Stickstoffemissionen verdeutlichen, dass sich in den Waldökosystemen ein vormaliger Mangelnährstoff zunehmend zu einem Schadfaktor mit vielfältigem Schadenspotenzial gewandelt hat. Mittlerweile sind ohne Verminderung der Stickstoffemissionen die nachhaltige Entwicklung der Wälder und der Erhalt ihrer vielfältigen Funktionen (z. B. die Trinkwassergewinnung) nicht mehr gewährleistet.

## Ozon (O<sub>3</sub>)



Ozon ist ein sehr reaktives Gas, das in bodennahen Luftschichten unter Einfluss von UV-Strahlung aus Stickoxiden und Sauerstoff gebildet wird, wobei flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC) den Prozess beschleunigen. Die Ausgangsstoffe entstammen vorwiegend der Industrie sowie dem Kraftfahrzeug- und Luftverkehr. Hohe Konzentrationen treten oft in Mittelgebirgsregionen auf, da dort die Strahlungsenergie häufig sehr hoch ist und Ozon-Abbauprozesse träger als in Ballungsräumen ablaufen.



Ozon dringt durch die Spaltöffnungen in das Pflanzengewebe ein und bewirkt dort eine Störung der Zellstruktur und einen geänderten Stoffwechselstatus, der wiederum durch Blattnekrosen und -verfärbungen sowie Wuchshemmungen zum Ausdruck kommt. Deutliche Symptome zeigen sich erst in Kombination mit weiteren Stressfaktoren, wie beispielsweise Witterungsextreme oder Pilzinfektionen. Eichen und Buchen sind deutlich anfälliger gegen Ozon als Fichten und Kiefern. Hier wurde dagegen ein so genannter „Memory-Effekt“ festgestellt, wonach sichtbare Symptome und der Einbruch der Fotosyntheseleistung der Bäume erst mit einjähriger Verzögerung auftreten. Zumindest in den Sommer- bis Herbstmonaten muss in den höheren Lagen des Erzgebirges von einer Gefährdung der Waldökosysteme durch Ozon ausgegangen werden.

## Pufferung von Säuren durch Pflanzen und Böden



Unter Pufferung wird das Konstanthalten des pH-Wertes einer Lösung trotz Zufuhr von Säuren (H<sup>+</sup>-Ionen, Protonen) oder Laugen (OH<sup>-</sup>-Ionen) verstanden. **Puffersysteme** setzen sich im chemischen Sinne aus einer schwachen Säure (oder Base) und ihrem Salz zusammen. Ein solches Paar wären Kohlensäure und Kalk (Kalziumkarbonat, CaCO<sub>3</sub>). In den Pflanzen bzw. im Boden gibt es aber noch andere Substanzen, die Protonen „abpuffern“ können. Diese sind (wie die Silikatverwitterung) keine Puffer im chemischen, sondern im funktionellen Sinne. Die Pufferung ist bedeutungsvoll, da Pflanzen und Bodenorganismen empfindlich auf plötzliche und starke Änderungen des pH-Werts reagieren (u.a. wegen dessen indirekter Wirkung auf die Nährstoffverfügbarkeit).

Werden Säuren oder Säurebildner (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) über den Regen (nass), den Nebel (feucht) oder als Gas bzw. Staub (trocken) im Kronendach des Waldes abgelagert (deponiert), so unterliegen sie einem **Kronenraumaustausch**, sie werden gepuffert. Das heißt, hier versuchen die Pflanzen den pH-Wert im Blattinneren konstant und damit die Zellen funktionstüchtig zu halten. Die

Protonen werden dabei ausgetauscht gegen Nährstoffe wie Kalium (Quelle: Schließzellen der Spaltöffnungen), Kalzium (Quelle: Zellwände) und Magnesium (Quelle: Chlorophyll). Diese werden zusammen mit den im Niederschlag vorhandenen Anionen (z. B. SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>) aus dem Blatt ausgewaschen. Der Verlust kann Störungen im Wasserhaushalt, der Zellwandstabilität und der Kohlenstoffaufnahme (Energiegewinnung) nach sich ziehen. Um die Blatt- und letztlich ihre Gesamtfunktion aufrecht zu erhalten, muss die Pflanze versuchen, die Nährstoffverluste durch die erneute Aufnahme der Nährelemente aus der Bodenlösung auszugleichen („Nachladen des Blattpuffers“ = Versauerung des Bodens).

Misst man nun den pH-Wert in dem Wasser, welches das Kronendach verlässt (Kronentraufe) oder am Stamm abläuft (wichtig nur bei Buchen), so bestimmt man die aktuelle Säurestärke, die sich nach den o. g. Austauschprozessen mit den Vegetationsoberflächen eingestellt hat. Sie wird als sog. „freie Säure“ bezeichnet. Ist man aber an der Menge der insgesamt im Kronenraum wirkenden Säure (**Gesamtsäure**) interessiert, so kann man diese nur rechnerisch aus der gemessenen freien Säure im Bestandsniederschlag und der Menge der im Zuge der Kronenraumpufferung aus dem Blätterdach freigesetzten Nährstoffe abschätzen. Dazu müssen die Nährstoffe aufgrund ihrer sich von den Protonen unterscheidenden Wertigkeiten und Atommassen in gleichwertige (äquivalente) Konzentrationen umgerechnet werden.

Im Boden setzen sich die Pufferreaktionen fort, sobald saurer Bestandsniederschlag als Sickerwasser in Kontakt mit den anorganischen Bodenbestandteilen tritt. Je nach dem geologischen Ausgangsmaterial des Bodens und seinem Zustand können unterschiedliche Reaktionen mit verschiedenen Puffersubstanzen erfolgen. Da Sachsen keine kalkhaltigen Böden aufweist, wird die Pufferung von der Löslichkeit der oxidischen Aluminium- und Eisenverbindungen sowie der Basensättigung der Austauscher bestimmt.

pH-Bereich	Puffersystem im Boden
8,6–6,2 (neutral)	Kohlensäure/Carbonat-Pufferbereich
6,2–5,0 (schwach sauer)	Silikat-Pufferbereich
5,0–4,2 (mäßig sauer)	Austauscher-Pufferbereich
4,2–3,0 (stark sauer)	Aluminium-Pufferbereich
< 3,0 (extrem sauer)	Eisen-Pufferbereich

# Tabellarische Übersichten

Tab. 1: Kurzbeschreibung zu den Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen (DBF)

Name DBF/ Forstamt	Wuchsgebiet	Geologie	Höhe [m]	Standortsformengruppe		Bestand Alter 2005	Betrieb seit
				JMT*	JNS*		
Klingenthal	Erzgebirge	Eibenstocker Granit	840	Hf-TZ2		Fichte	07/1993
				5,0	1210	86 Jahre	
Olbernhau	Erzgebirge	Grauer Gneis	720	Hf-TZ2; HF-TM2		Fichte	10/1994
				6,3	918	114 Jahre	
Cunnersdorf	Elbsandsteingebirge	Quadersandstein mit Lösslehm	440	Uf-TM2; Uf-TM2w		Fichte	07/1993
				7,2	816	101 Jahre	
Neukirch (ehem. Bautzen)	Oberlausitzer Bergland	Lausitzer Granodiorit	440	Uf-TM2		Fichte	07/1995
				7,6	757	90 Jahre	
Laußnitz	Düben-Niederlausitzer Altmoränenland	diluvialer Decksand	170	Tm-TM2m		Kiefer	10/1994
				9,0	667	97 Jahre	
Colditz	Sächsisch- Thüringisches Löss-Hügelland	Lösslehm über Grundmoräne	185	Um-WK2; Um-WM2		Eiche	07/1995
				8,8	645	52 Jahre	
Bad Schandau	Elbsandsteingebirge	Basalt und Quader- sandstein mit Lösslehm	260	Uf-TK2; Uf-TM2		Buche	09/1998
				8,2	774	51 Jahre	
Altenberg	Erzgebirge	Rhyolith	750	Mf-TZ2; Hf-TZ2		Fichte	05/2000
				5,4	956	99 Jahre	

\* JMT = Jahresmitteltemperatur [°C]; \* JNS = Jahresniederschlag [mm]

Tab. 2: Herleitung der kombinierten Schadstufe aus Kronenverlichtung und Vergilbung

Kronen- verlichtung [%]	Anteil vergilbter Nadeln/Blätter [%]				
	0–10	11–25	26–60	61–100	
0–10	0	0	1	2	0 = ohne Schadmerkmale 1 = schwach geschädigt 2 = mittelstark geschädigt 3 = stark geschädigt 4 = abgestorben <span style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">}</span> deutlich geschädigt
11–25	1	1	2	2	
26–60	2	2	3	3	
61–99	3	3	3	3	
100	4	-	-	-	

Tab. 3: Baumarten- und Altersklassenverteilung der Stichprobenbäume im 4x4-km-Raster  
(entspricht 282 Stichprobenpunkten bzw. 6 768 Bäumen; Angaben in %)

Baumart/ Baumartengruppe	Aktuelle Verteilung*	Stich- probe	Altersklasse					
			bis 20	21–40	41–60	61–80	80–100	> 100
Fichte	41,6	43	5	16	23	16	21	19
Kiefer	30,1	31	7	22	30	13	14	14
Sonstige Nadelbäume	6,0	5	34	43	10	6	3	4
Buche	3,2	3	0	10	28	17	8	37
Eiche	5,3	5	7	11	12	10	16	44
Sonstige Laubbäume	13,5	13	8	17	37	19	10	9
Alle Baumarten	(99,7+0,3 Blößen)	100	7	19	26	15	16	17

Tab. 4: Schadstufenverteilung nach Baumarten/Baumartengruppen (Angaben in %)

Baumart / Baumartengruppe	Fläche [ha]	Schadstufe				
		0	1	2	3 und 4	2-4
		ohne Schadmerkmale	schwach geschädigt	mittelstark geschädigt	stark geschädigt/ abgestorben	deutlich geschädigt
Fichte	205 410	41	45	13	1	14
bis 60 Jahre	89 580	71	23	5	1	6
über 60 Jahre	115 830	17	61	20	2	22
Kiefer	148 130	33	57	10	0	10
bis 60 Jahre	87 570	44	50	6	0	6
über 60 Jahre	60 560	17	67	15	1	16
Sonstige Nadelbäume	21 740	53	40	6	1	7
Nadelbäume	375 280	38	49	12	1	13
Buche* <sup>1</sup>	12 360	11	49	39	1	40
Eiche	23 680	15	49	35	1	36
Sonstige Laubbäume	58 680	35	45	16	4	20
Laubbäume	94 720	27	46	24	3	27
Alle Baumarten	470 000* <sup>2</sup>	36	49	14	1	15
bis 60 Jahre	244 860	53	38	7	2	9
über 60 Jahre	225 140	17	60	21	2	23

\*<sup>1</sup> keine gesicherte Aussage, \*<sup>2</sup> Fläche ohne Nichtholzboden

Tab. 5: Häufigkeit des Auftretens (Angaben in %) von Nadel-/Blattvergilbungen, Insekten- und Pilzbefall sowie Blüte/Fruktifikation nach Intensitätsstufen

Baumart/ Baumartengruppe	Anteil vergilbter Nadeln/Blätter			Insektenbefall/ Pilzbefall			Blüte bzw. Fruktifikation alle Alter/über 60 Jahre		
	11-25 %	26-60 %	> 60 %	gering	mittel	stark	gering	mittel	stark
Fichte	3	0	0	2/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Kiefer	0	0	0	1/3	0/0	0/0	51/58	10/13	1/3
Sonstige Nadelbäume	4	1	0	16/2	4/0	1/0	5/7	1/0	0/0
Buche	1	0	0	5/2	1/0	0/0	8/8	1/2	0/0
Eiche	0	0	1	34/12	11/2	0/1	37/42	6/8	3/4
Sonstige Laubbäume	0	0	0	21/1	4/0	0/0	19/26	6/8	3/4
Alle Baumarten	2	0	0	6/2	1/0	0/0	21/21	4/5	1/2

Tab. 6: Baumartenverteilung der Stichprobe in den Wuchsgebieten (Angaben in %)

Wuchsgebiet	Ges.	- 60	> 60	Fichte	Kiefer	Sonstige Nadelbäume	Buche	Eiche	Sonstige Laubbäume
14* Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland	29	59	41	3	82	0	0	3	12
15* Düben-Niederlausitzer Altmoränenland									
23* Sachsen-Anhaltinische Löss-Ebenen	3	44	56	0	0	6	0	26	68
24* Leipziger Sandlöss-Ebene									
25* Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland	6	44	56	18	21	6	1	20	34
26* Erzgebirgsvorland	3	86	14	69	1	13	1	11	5
27 Westlausitzer Platte und Elbtalzone	10	54	46	26	31	0	7	14	22
28 Lausitzer Löss-Hügelland									
44* Vogtland	5	41	59	71	12	4	1	4	8
45 Erzgebirge	33	44	56	84	2	5	3	1	5
46 Elbsandsteingebirge	11	59	41	52	17	16	6	1	8
47 Oberlausitzer Bergland									
48 Zittauer Gebirge									
Sachsen	100	52	48	43	31	5	3	5	13

\* Wuchsgebiet erstreckt sich über mehrere Bundesländer; betrachtet wird der sächsische Teil

Tab. 7: Schadstufenverteilung in den Wuchsgebieten (Angaben in %)

Wuchsgebiet	Baumart/Alter	Schadstufen		
		0	1	2 bis 4
14* Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland	Alle	34	55	11
15* Dübener-Niederlausitzer Altmoränenland	Kiefer	34	56	10
23* Sachsen-Anhaltinische Löss-Ebenen	keine Aussage möglich			
24* Leipziger Sandlöss-Ebene	keine Aussage möglich			
25* Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland	Alle	41	46	13
26* Erzgebirgsvorland	keine Aussage möglich			
27 Westlausitzer Platte und Elbtalzone	Alle	21	61	18
28 Lausitzer Löss-Hügelland				
44* Vogtland	Alle	45	38	17
	Fichte	42	42	16
45 Erzgebirge	Fichte	42	41	17
	bis 60 Jahre	78	18	4
	über 60 Jahre	17	58	25
	Alle	41	42	17
	bis 60 Jahre	72	22	6
über 60 Jahre	16	57	27	
46 Elbsandsteingebirge	Alle	21	60	19
47 Oberlausitzer Bergland	Fichte	21	63	16
48 Zittauer Gebirge				
Sachsen		36	49	15

\* Wuchsgebiet erstreckt sich über mehrere Bundesländer; hier sächsischer Teil

Tab. 8: Mittelwerte luftchemischer Kenngrößen; Messtechnik: Passivsammler (vgl. IVL Göteborg – <http://www.ivl.se/>),  
Messzeiten: Juni 2001 bis Mai 2005; Messturnus: monatlich (grau: Werte für Jahresmittel komplett);  
Hinweis: Bei Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze (UBG) wird für Auswertungen 0,5\* UBG eingesetzt

Ammoniak (NH <sub>3</sub> ) UBG: 0,3 µg/m <sup>3</sup>						Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) UBG: 0,1 µg/m <sup>3</sup>					
Jahr/Fläche	2001	2002	2003	2004	2005	Jahr/Fläche	2001	2002	2003	2004	2005
Klingenthal	0,51	0,55	0,96	0,95	0,53	Klingenthal	4,5	5,1	5,3	4,4	5,1
Olbernhau	0,81	0,63	1,19	1,81	1,21	Olbernhau	7,4	7,8	8,2	6,1	7,0
Cunnersdorf	0,61	0,73	1,49	1,20	1,40	Cunnersdorf	8,4	9,4	8,9	8,1	8,2
Bautzen	1,23	0,80	1,70	1,26	2,01	Bautzen	6,7	7,4	7,0	6,6	6,2
Laußnitz	1,07	1,22	1,65	1,28	1,26	Laußnitz	8,7	9,4	9,3	8,5	9,2
Colditz	1,83	1,63	1,85	1,50	2,05	Colditz	9,3	10,1	11,2	8,9	8,6
Bad Schandau			1,24	0,69	0,92	Bad Schandau			6,5	6,7	6,6
Altenberg			1,38	0,79	0,88	Altenberg			7,1	6,4	6,8

Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) UBG: 0,2 µg/m <sup>3</sup>						Ozon (O <sub>3</sub> ) UBG: 2 µg/m <sup>3</sup>					
Jahr/Fläche	2001	2002	2003	2004	2005	Jahr/Fläche	2001	2002	2003	2004	2005
Klingenthal	1,7	2,6	2,4	1,7	2,9	Klingenthal	54,7	54,8	70,7	61,9	73,2
Olbernhau	3,4	6,3	7,5	4,3	7,0	Olbernhau	57,6	58,9	74,0	62,9	72,7
Cunnersdorf	5,8	7,8	7,4	5,9	7,6	Cunnersdorf	46,8	50,0	58,1	50,0	64,1
Bautzen	3,1	4,8	5,1	3,5	4,9	Bautzen	64,5	60,4	69,3	61,8	74,1
Laußnitz	2,0	3,5	3,8	2,5	3,8	Laußnitz	41,1	46,6	55,2	48,3	59,7
Colditz	1,6	2,5	3,0	1,9	3,3	Colditz	41,3	46,0	54,7	48,8	62,6
Bad Schandau			4,2	3,7	4,6	Bad Schandau			53,5	44,6	62,3
Altenberg			5,6	3,6	5,9	Altenberg			75,1	62,2	73,8



# Literaturverzeichnis

- [1] DITTRICH, K. (1985): Realistische Zielstrukturen forstlicher Betriebsklassen auf der Grundlage langfristiger Waldentwicklungen – ein Beitrag zur Objektivierung der Nachhaltregelung. Forschungsbericht, Tharandt 462 S.
- [2] HUSTER, CH. (1995): Auswertung der langjährigen Waldbrandstatistik für die sächsischen Forstämter. Diplomarbeit, Schwarzburg 1995, 50 S.
- [3] SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2004): Emissionssituation in Sachsen, Ausgabe 2002/2003, Materialien zur Luftreinhaltung, Dresden, 59 S.
- [4] RABEN, G. et al. (2000): Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern (1992–1997). Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten, Heft 20, Graupa
- [5] SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT: Waldzustandsberichte 1999–2004
- [6] ZIRLEWAGEN, D.: Ableitung einer Schadzonierung für die Wälder Sachsens durch Anwendung statistischer Methoden. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben, Graupa 2004

# Glossar

<b>AOT-40-Wert:</b>	rechnerisch zu ermittelnder Wert für die Ozonbelastung (Summe aller 1h-Konzentrationen über dem Schwellenwert von 80 µg/m <sup>3</sup> – entspricht 40 ppb – über einen bestimmten Zeitraum)
<b>Critical Loads:</b>	Schwellenwerte für Schadstoffeinträge, bei denen nach bisherigem Wissen noch keine nachweisbaren schädlichen Veränderungen der Ökosysteme in Struktur und Funktion zu erwarten sind
<b>Deposition:</b>	Eintrag in ein Ökosystem (z. B. Eintrag von Schadstoffen durch die Luft und mit dem Regen in ein Waldökosystem)
<b>Eutrophierung:</b>	Nährstoffüberangebot, das unerwünschte Auswirkungen auf aquatische oder terrestrische Ökosysteme haben kann (z. B. Beeinträchtigungen des Nährstoffgleichgewichtes durch N und P)
<b>Fruktifikation:</b>	Fruchtbildung/Fruchtanhang
<b>Kalamität:</b>	Eintreten überdurchschnittlicher Schäden durch Schaderreger
<b>Ökosystem:</b>	Beziehungsgefüge von Lebewesen untereinander und mit ihrer Umwelt
<b>pH-Wert:</b>	Maß für den Säuregrad einer Lösung
<b>Potenzielle Natürliche Vegetation (PNV):</b>	Gedanklich konstruierter Zustand einer höchstentwickelten Vegetation (Schlussgesellschaft), wie er unter gegenwärtigen Standortsbedingungen bei Ausschalten menschlicher Einflüsse vorherrschen würde
<b>Retrogradation:</b>	Abklingen einer Massenvermehrung bei Tieren