

Waldzustandsbericht 2015



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
■ Summary	6
■ Shrnuti	8
■ Podsumowanie	10
Forstliches Umweltmonitoring	12
Einflüsse auf den Waldzustand	15
■ Witterung und Bodenwasserhaushalt	15
■ Luftqualität	22
Bodenversauerung und Waldsterben als Impuls für die jährliche Erhebung des Waldzustandes	32
Der aktuelle Kronenzustand	37
■ Allgemeine Situation und regionale Ausprägung	37
■ Allgemeine Situation	37
■ Regionale Ausprägung des Kronenzustandes	40
■ Kronenzustand an Nadelbäumen	41
■ Kronenzustand an Laubbäumen	49
Tabellarische Übersichten	58
Mitwirkende der sächsischen Landesforstverwaltung an den Waldzustandserhebungen seit 1991 bis heute	62
Literatur	63
Glossar	64
Notizen	66
Impressum	68

Zusammenfassung

In Umsetzung der Genfer Luftreinhaltkonvention von 1979 wurde durch die Staatsregierung im Jahr 1991 dem sächsischen Landtag der erste „Waldschadensbericht“ vorgelegt. In diesem Jahr erfolgt dies als „Waldzustandsbericht“ zum 25. Mal. Ein historischer Abriss zeigt die Entwicklung des Inventurverfahrens über die Ausweisung von „Schadzonen“ und der „Ökologischen Waldzustandskontrolle“ in der DDR bis hin zur heutigen Methodik der Waldzustandserhebung (WZE). Die Kronenzustandserhebung ist seit dem 1. Januar 2014 in der Verordnung über Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring (ForUmV) für die Länder verpflichtend verankert.

Der diesjährigen Erhebung des Waldzustandes ging ein sehr milder und niederschlagsarmer Winter, ein eher zu warmes Frühjahr und ein trocken-heißer Sommer voraus. Bis weit in die Berglagen führte der angespannte Bodenwasserhaushalt zu Trockenstress. Insgesamt wurden auf 283 Probepunkten 6.780 Bäume begutachtet.

Der Winter 2014/2015 gehörte ebenso wie der Vorhergehende zu den wärmsten seit Beginn der systematischen Wetteraufzeichnungen in Sachsen. Abermals erwies er sich als sehr trocken und enthielt eine hohe Anzahl an Sonnenstunden. Verglichen mit der Referenzperiode 1971 bis 2000 betrug die thermischen Abweichungen bezogen auf das Stationsmittel der 18 Waldklimastationen im vergangenen November +2,2 Kelvin und im Januar +1,8 Kelvin. Die Waldklimastation Rittersgrün (630 m ü. NN) verzeichnete im November 2014 mit +3,3 Kelvin die stärkste Temperaturabweichung.

Die unterdurchschnittlich ausfallenden Niederschläge in den Frühjahrsmonaten verstärkten das winterliche Defizit. Es fielen von November bis April nur 80 % des Niederschlags der Referenzperiode 1971 bis 2000. Angesichts der genannten Niederschlagsdefizite und gleichzeitig erhöhten Verdunstungsansprüchen im November und Februar waren die Bodenwasserspeicher im Frühjahr oft nicht wie üblich gefüllt. Dies war nicht nur im Tief- und Hügelland sondern auch im Bergland der Fall.

Da die Dürre annähernd zeitgleich mit der Erhebung im Frühsommer auftrat, sind auf dem überwiegenden Teil der Waldstandorte die sichtbaren Auswirkungen auf den Kronenzustand gering. Die ab August sichtbaren Reaktionen auf die Trockenheit werden sich voraussichtlich erst im nächsten Jahr verstärkt auf Kronenzustand und Sterblichkeitsrate niederschlagen.

Ozon, als wichtiger Parameter für Luftqualität, wird in der Regel noch in unschädlichen Dosen gemessen. In diesem Jahr konnten Anfang September allerdings sichtbare Ozonschäden an Buchen, in Form von Blattverfärbungen, in höheren Lagen des Osterzgebirges belegt werden. Messwerte für Juli und August liegen aber noch nicht vor.

Ohne Berücksichtigung **regionaler** und **baumartenspezifischer Unterschiede** wurde im Rahmen der WZE 2015 ein mittlerer **Nadel- und Blattverlust** von 17,6 % ermittelt. Dieser Wert liegt etwa einen Prozentpunkt über dem Vorjahresergebnis (16,8 %), aber im Bereich des langjährigen Mittelwertes (17,2 %).

Entsprechend der Auswertungsmethodik der WZE wird jeder Baum aufgrund seines Nadel-/Blattverlustes in Kombination mit eventuell aufgetretenen Verfärbungen einer Schadstufe zugeordnet. Demnach weisen 2015 in Sachsen 17 % der Waldbäume eine deutliche Beeinflussung des

Kronenzustandes (Schadstufen 2 bis 4), 46 % eine schwache Beeinflussung des Kronenzustandes (Schadstufe 1) und 37 % keine erkennbare Beeinflussung des Kronenzustandes (Schadstufe 0) auf.

Für die **Fichte** wurde ein mittlerer Nadelverlust von 15,7 % ermittelt, womit sich diese Baumart um einen Prozentpunkt zum Vorjahr verschlechterte, aber immer noch unter ihrem langjährigen Mittel liegt. Die Fichte ist die Baumart mit einem insgesamt positiven Trend über die gesamte Zeitreihe.

An der Gemeinen Fichte sind wie auch in den Vorjahren die rindenbrütenden Borkenkäferarten Buchdrucker und Kupferstecher die relevanten Schadorganismen. Ihre Entwicklung wird in erheblichem Maße durch abiotische Faktoren, wie Sturm- und Schneebruch beeinflusst. Für die Befallssaison 2014 (01.06.2014 bis 30.05.2015) wurden 33.500 m³ Stehendbefall registriert. Dies war ein moderater Anstieg (20 %) im Vergleich zur vorhergehenden Befallssaison.

Die lang anhaltenden warmen und trockenen Witterungsperioden im Juli und August erhöhen den Stress und damit die Befallsgefährdung der Fichten in Folge des Wassermangels erheblich. Diese Situation lässt einen deutlichen Anstieg des Stehendbefalls in der laufenden Befallssaison erwarten.

Verglichen mit dem Vorjahreswert stieg der Nadelverlust der **Kiefer** in diesem Jahr um zwei Prozentpunkte auf 19,1 % und somit auf den zweithöchsten Wert seit 1991.

Im sächsischen Tiefland traten in den zurückliegenden Jahren insbesondere an der Kiefer wiederholt Massenvermehrungen biotischer Schädlinge auf. Deren Populationsdichten werden im Rahmen des Forstschutzwesens kontinuierlich überwacht. In diesem Jahr ging von der Nonne das größte Gefährdungspotenzial aus. Dies war jedoch auf die nördlichen Teile der Landkreise Görlitz und Bautzen begrenzt. Durch Fraß bedingte flächige Absterbeerscheinungen sind in den Befallsgebieten in diesem Jahr nicht aufgetreten.

Innerhalb des Beobachtungszeitraums zeigt die Kronenverlichtung der **Sonstigen Nadelbäume** einen deutlichen Trend steigender Werte und damit eine stetige Verschlechterung. Der diesjährige Wert lag mit 14,9 % auf dem Niveau des Vorjahres. Im Frühjahr 2015 traten an verschiedenen Baumarten Lausarten sehr auffällig in Erscheinung. Der milde Winter und damit eine geringe Mortalität unter den überwinterten Stadien war dafür vermutlich eine wesentliche Ursache. Besonders intensiv war der Befall durch die Sitkafichten-Röhrenlaus.

Dass die **Eiche** ein gutes Beispiel für die hohe Veränderlichkeit des Belaubungszustandes von Laubbäumen ist, zeigt sich besonders in den häufigen abrupten Sprüngen der Kronenverlichtung. Lag der Anteil deutlich geschädigter Kronen 2013 noch bei 52 % – einem der schlechtesten Werte in der gesamten Zeitreihe – beläuft er sich in diesem Jahr erfreulicherweise auf 29 %.

Die **Rotbuche** ist, abgesehen von der Eiche, die Baumart innerhalb der Stichprobe, die das höchste Durchschnittsalter aufweist. Bedingt durch das relativ hohe Bestandesalter und aufgrund fehlender artspezifischer Anpassungsmechanismen reagierte die Buche besonders stark auf extreme Trockenereignisse. So erreichte sie 2004 nach dem Trockenjahr 2003 die höchsten Werte. Seit 2011 ist eine rückläufige Tendenz des Blattverlustes

zu verzeichnen, der in diesem Jahr mit 17,4 % deutlich unter dem Durchschnitt liegt. Ursache für diesen Trend ist auch der zunehmende Austausch von Stichprobenbäumen im Rahmen des Waldumbaus. So wurden in den letzten Jahren vor allem alte Kiefern durch junge Buchen ersetzt.

Die Gruppe der **Sonstigen Laubbäume** wird mit einem Anteil von 52 % durch die Birke dominiert. Daneben treten Berg- und Spitzahorn, Gemeine Esche, Hainbuche, Winterlinde, Roteiche, Roterle, Eberesche, Robinie, Hybridpappel sowie Aspe häufiger auf und bilden 46 % der Baumartengruppe. Mit einem Ergebnis von 19,1 % liegt der mittlere Blattverlust 2015 auf dem Niveau des Vorjahres (19,2 %), jedoch immer noch leicht über dem langjährigen Mittelwert. Die Gruppe der Bäume mit deutlichen Schäden ist dabei mit rund 18 % konstant geblieben. Der prozentuale Anteil schwach geschädigter Bäume hat sich lediglich um drei Prozentpunkte erhöht.

Aussagen zur **regionalen Ausprägung des Kronenzustandes** erfolgen auf der Basis von Wuchsregionen. Diese sind definiert als Gruppen von Wuchsbezirken, in denen vergleichbare boden- und geländebedingte Standortseigenschaften vorherrschen.

Das **Erzgebirge** gehört heute zu den Regionen mit unterdurchschnittlichen Nadel- und Blattverlusten. Mit einer mittleren Kronenverlichtung von 15,5 % ist es die Region innerhalb Sachsens mit dem geringsten Wert. Die östlichen Gebirge **Elbsandsteingebirge** und **Zittauer Gebirge**, in denen neben der Fichte vor allem Kiefern und Sonstige Nadelbäume prägend vorkommen, weisen einen gegensätzlichen Trend auf. Mit 20,9 % liegt der diesjährige Wert zwei Prozentpunkte über dem Vorjahr. Das fichtendominierte **Vogtland** ist die Region, die innerhalb der Zeitreihe die größte Veränderlichkeit aufweist. In diesem Jahr liegt der Nadelblattverlust bei 17,9 % und somit rund drei Prozentpunkte über dem langjährigen Mittelwert.

Das **Mittelsächsische Lößhügelland** und **Erzgebirgsvorland** wird stärker von Eichen und anderen Laubbaumarten geprägt. Im Verlauf der Zeitreihe ergibt sich kein klarer Trend. Die diesjährige Kronenverlichtung von 16,9 % entspricht dem langjährigen Mittel in dieser Region. Auch im **Lausitzer Hügelland** und **Becken** ist die Bestockung ähnlich baumartenreich wie im Mittelsächsischen Lößhügelland, doch ergeben sich hier mit steigenden Blattverlusten seit 2003 gleichlaufende Trends mit den östlichen Gebirgs-lagen. Die mittlere Kronenverlichtung von 17,4 % liegt einen halben Prozentpunkt über dem Mittelwert.

Im von Kiefern dominierten **Östlichen Tiefland** liegt der diesjährige Wert der Nadel- und Blattverluste mit 17,8 % zwei Prozentpunkte über dem Vorjahreswert. Ähnlich wie das angrenzende Mittelsächsische Hügelland weist auch das **Westliche Tiefland** höhere Anteile an Eiche und Sonstigen Laubbäumen auf. Gegenwärtig liegen die Kronenverlichtungen mit 21,3 % deutlich über den Landes- und Regionaldurchschnitten. Dies ist möglicherweise durch den sehr angespannten Wasserhaushalt in dieser Region bedingt.

Summary

In 1991, the government of the Free State of Saxony submitted its first „Forest damage report“ to the Saxon parliament in the process of the implementation of the Geneva Convention on long-range transboundary air pollution from 1979. This year, the 25th report is presented under the title „Forest condition report“. A historical outline shows the development of the inventory technique, the identification of „damage zones“ and the „ecological control of the forest condition“ in the German Democratic Republic through to the methods used to survey the forest condition today. Since 1 January 2014, the crown condition survey has been embodied as mandatory for the German federal states in the Regulation on Environmental Forest Monitoring (ForUmV).

This year's forest condition survey took place after a very mild winter with low precipitation, a rather warm spring and a dry, hot summer. The tense soil water regime led to drought stress up to high mountain elevations. The assessment included a total of 6,780 trees at 283 sampling points.

The 2014/2015 winter as well as the previous winter was one of the warmest since systematic weather data collection began in Saxony. Once again, it was very dry with a high number of sunshine hours. Compared to the reference period from 1971 to 2000, the thermal deviations were +2.2 Kelvin in last November and +1.8 Kelvin in January relative to the station average of the 18 forest climate stations. The Rittersgrün forest climate station (630 m above mean sea level) showed the most significant temperature deviation of +3.3 Kelvin in November 2014.

The below-average precipitation conditions during the spring months aggravated the winter water deficit. Only 80 percent of the precipitation in the 1971 to 2000 reference period fell from November to April. In view of these precipitation deficits and simultaneous higher evaporation demands in November and January, the soil water stores were often not as full as usual. This applied to not only the lowlands and hilly regions but also the uplands.

Since the drought occurred in early summer at almost the same time as the survey, there were only minor visible effects on the crown condition at the majority of the forest sites. The reactions to the drought that became visible as of August will probably not have a greater impact on crown condition and mortality rate before next year.

The majority of ozone levels measured as an important air quality parameter are not yet harmful. This year, however, beeches displayed visible ozone damage in the form of leaf discolouration at higher altitudes in the Eastern Ore Mountains at the beginning of September. Measurement data for July and August, however, are not yet available.

The 2015 forest condition survey determined a mean **loss of needles and leaves** amounting to 17.6 % without taking **regional or tree species-specific differences** into account. This value is about one percentage point above the previous year's figure (16.8 %) but within the range of the long-term average (17.2 %).

Based on needle / leaf loss in combination with any discoloration that may have occurred, each tree is assigned to a damage class according to the assessment method of the forest condition survey. Accordingly, the assessment indicates a considerable impact on crown structure for 17 % of the forest trees in Saxony (damage classes 2 to 4), a slight impact on

crown structure for 46 % (damage class 1) and no detectable impact on crown structure for 37 % (damage class 0) in 2015.

The current forest survey shows an average needle loss of 15.7 % for **spruce**, which is one percentage point worse than the previous year for this species of tree, but still below its long-term average. Spruce is the species of tree with an on the whole positive trend over the time series.

As in former years, the eight-toothed spruce bark beetle and six-toothed spruce bark beetle as species of bark-breeding bark beetles were the relevant pests for common spruce. Their development is mainly due to abiotic factors such as wind breakage and snow breakage. 33,500 m³ of infested standing wood were registered for the 2014 infestation period (between 01.06.2014 and 30.05.2015). This was a moderate increase (20 %) compared to the previous infestation period.

The long periods of warm and dry weather in July and August significantly increase the stress levels in spruce and thus the risk of infestation due to lack of water. This situation leads one to expect a clear rise in the infestation of standing wood in the current infestation period.

Compared to the previous year's figure, needle loss in **pine** increased by two percentage points to 19.1 % this year, making it the second highest figure since 1991.

Pine in particular has repeatedly been exposed to the mass propagation of biotic pests in the Saxon lowlands over the past years. Their population densities are constantly monitored in line with the forestry reporting requirements. This year, the nun moth represented the highest risk potential, though this was limited to the northern parts of the districts of Görlitz and Bautzen. There were no signs of a large-scale decline due to feeding damage in the infestation areas this year.

The trend of an increasing defoliation and thus constant deterioration of crowns in **other conifers** clearly continues within the monitoring period. This year's defoliation is 14.9 % and thus corresponds to last year's level. In spring 2015, different species of tree were exposed to a marked infestation of various species of lice. The mild winter and thus a low mortality among hibernating louse stages was probably an important factor. The spruce aphid infestation was particularly severe.

Frequent, abrupt changes in crown defoliation show that **oak** is a good example of the great variability in deciduous tree foliage. Although the percentage of trees with a poor crown condition was still around 52% in 2013 – one of the worst figures in the whole time series, the value fortunately dropped to 29 % this year.

Apart from oak, **common beech** is the species of tree with the highest average age within the sample. Due to the relatively high age of the stand and missing species-specific adaptation mechanisms, beech reacts very sensitively to extreme droughts. The highest leaf loss occurred in 2004 after the dry year of 2003. Defoliation has been on the decline since 2011 and is clearly below the average this year at 17.4 %. This trend is also due to the increasing replacement of sample trees within the scope of forest restructuring. Old pines have been replaced by young beech trees over the past years, for example.

The group of **other deciduous trees** is dominated by birch with a percentage of 52 %. Apart from this species, sycamore, Norway maple, common ash, hornbeam, small-leaved lime, red oak, red alder, mountain ash, robi-

nia, hybrid poplar and aspen occur frequently and make up 46% of this species group. Average defoliation in 2015 is 19.1 % and thus at the previous year's level (19.2 %), though still slightly higher than the long-term average. The group of clearly damaged trees remained constant at around 18 %. The percentage of mildly damaged trees rose by only 3 %. Statements about the **regional manifestations of the crown condition** are based on growth regions. These in turn are defined as groups of growth districts with comparable soil and topographical site properties. The **Ore Mountains** today are one of the regions with below-average needle and leaf losses. With an average crown defoliation of 15.5 % it is the region with the lowest value within Saxony. The eastern mountains, i.e. the **Elbe Sandstone Mountains** and **Zittau Mountains** where, apart from spruce, mainly pine and other needle trees are predominant, show an opposite trend. This year's figure of 20.9 % is two percentage points above the previous year. The spruce-dominated **Vogtland** is the region with the greatest variance in the time series. This year's defoliation is around 17.9 % and thus around three percentage points above the long-term average.

Oak and other deciduous species of tree dominate the **central Saxon loess hill region** and the **Ore Mountain foothills**. There is no clear trend over the time series. This year's crown defoliation of 16.9 % corresponds to the long-term average in this region. The **Lusatian hill country** and **basin** are as rich in tree species as the central Saxon loess hill region, but leaf loss has been on the increase here since 2003 and the trend is thus similar to the eastern mountainous regions. The mean crown defoliation of 17.4 % is half a percentage point above average.

This year's needle and leaf loss in the pine-dominated **eastern lowlands** is 17.8 %, which is two percentage points above the previous year's figure. Similar to the adjacent central Saxon hill country, the **western lowlands** have higher percentages of oak and other deciduous trees. The crown defoliation is currently 21.3 % and thus clearly above the average of whole Saxony and other individual regions. This is possibly due to the tense water regime in this region.

Shrnutí

V rámci realizace Ženevské úmluvy o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států z roku 1979 předložila zemská vláda v roce 1991 saskému zemskému sněmu první „Zprávu o poškození lesů“. V tomto roce k tomu dochází již po pětadvacáté, a to podobě „Zprávy o stavu lesů“. Historický nástin popisuje vývoj procesu inventarizace od vykazování „poškozených zón“ a „Ekologické kontroly stavu lesa“ v NDR až po dnešní metodiku zjišťování stavu lesa (WZE). Šetření stavu korun stromů je od 1. ledna 2014 pro spolkové země závazně zakotveno v nařízení o šetření v rámci lesnického ekologického monitoringu (ForUmV).

Letošnímu šetření stavu lesa předcházela velmi mírná a srážkově slabá zima, spíše teplé jaro a suché a horké léto. Až vysoko do horských poloh způsobila napjatá bilance půdní vody stres ze sucha. Celkově bylo na 283 kontrolních místech posouzeno 6.780 stromů.

Zima 2014/2015 patřila, stejně jako ta předcházející, mezi nejteplejší od začátku systematických meteorologických záznamů v Sasku. Opět se jednalo o velmi suchou zimu s vysokým počtem slunečných hodin. V porovnání s referenčním obdobím 1971 až 2000 činily termické odchylky vztažené ke střední hodnotě stanice na 18 lesních klimatických stanicích v uplynulém listopadu +2,2 Kelvina a v lednu +1,8 Kelvina. Lesní klimatická stanice Rittersgrün (680 m n.m.) zaznamenala v listopadu nejvyšší teplotní odchylku +3,3 Kelvina.

Podprůměrné srážky v jarních měsících ještě prohloubily zimní deficit. Od listopadu do dubna spadlo pouze 80 % srážek referenčního období 1971 až 2000. Vzhledem k uvedeným srážkovým deficitům a současně zvýšenému odpařování v listopadu a v únoru nebyly zásobníky půdní vody na jaře na mnoha místech naplněné tak jako obvykle. Bylo tomu tak nejen v oblasti nížin a pahorkatin, ale i ve vrchovinách.

Protože sucho nastalo téměř současně s prováděním šetření na začátku léta, jsou na převážné části lesních lokalit viditelné důsledky na stav koruny malé. Reakce na sucho, které jsou zjevné od srpna, se na stavu koruny a úmrtnosti výhledově více projeví až v příštím roce.

Ozón, jako důležitý parametr kvality vzduchu, byl zpravidla naměřen ještě v neškodných koncentracích. V tomto roce však byly na začátku září ve vyšších polohách východního Krušnohoří prokázány viditelné škody na bucích způsobené ozónem, a to v podobě zbarvení listů. Naměřené hodnoty z července a srpna však ještě nejsou k dispozici.

Bez ohledu na **regionální** rozdíly a rozdíly **specifické pro jednotlivé druhy stromů** byla v rámci WZE 2015 zjištěna střední **ztráta jehličí a listů** 17,6 %. Tato hodnota je zhruba o jeden procentní bod vyšší než v uplynulém roce (16,8 %), ale stále leží v rozsahu dlouholeté střední hodnoty (17,2 %).

V souladu s metodikou vyhodnocování WZE je každý strom na základě ztráty jehličí/listů v kombinaci s případnými barevnými změnami zařazen do určitého stupně poškození. Dle tohoto zařazení vykazují v Sasku 17 % lesních stromů výrazné ovlivnění stavu koruny (stupně poškození 2 až 4), 46 % lehké ovlivnění stavu koruny (stupeň poškození 1) a 37 % žádné viditelné ovlivnění stavu koruny (stupeň poškození 0).

Pro **smrk** byla zjištěna střední ztráta jehličí 15,7 %, čímž se tento druh stromu v porovnání s předchozím rokem o jeden procentní bod zhoršil, ale stále ještě se tato hodnota pohybuje pod dlouhodobým průměrem. Smrk je druh stromu s celkově pozitivním trendem po celou časovou řadu.

Na smrku zteplím jsou stejně jako v předchozích letech relevantními škůdci druhy kůrovce, které se kuklí v kůře stromů, tedy lýkožrout smrkový a lýkožrout lesklý. Jejich vývoj je ve značné míře ovlivněn abiotickými faktory, jako jsou polomy způsobené větrem či sněhem. Pro kůrovcovou sezónu 2014 (01.06.2014 až 30.05.2015) bylo registrováno 33.500 m³ napadení stojících stromů. To je lehký nárůst (20 %) v porovnání s předchozí sezónou.

Dlouhotrvající období tepla a sucha v červenci a srpnu podstatně zvyšují stres a tím i ohrožení smrků napadením kůrovcem v důsledku nedostatku vody. Díky této situaci lze očekávat výrazný nárůst počtu napadených stojících stromů v letošní kůrovcové sezóně.

V porovnání s hodnotou předchozího roku se ztráta jehličí u **borovice** v letošním roce zvýšila o dva procentní body na 19,1 % a tedy na druhou nejvyšší hodnotu od roku 1991.

V saských nížinách došlo v uplynulých letech zejména na borovicích k opakovanému přemnožování biotických škůdců. Jejich populační hustoty jsou trvale monitorovány v rámci lesnických hlášení. V tomto roce představovala největší riziko bekyně mniška. Toto ohrožení však bylo omezeno na severní části okresů Görlitz a Bautzen. Plošné odumírání způsobené žírem se v napadených oblastech v tomto roce nevyskytlo.

Ve sledovaném období se v oblasti prosvětlení koruny **ostatních jehličnatých stromů** projevil výrazný trend rostoucích hodnot a tím trvalé zhoršování. Letošní hodnota činila 14,9 % a pohybovala se nad úrovní předchozího roku.

Na jaře 2015 se na různých druzích stromů velmi nápadně projeví druhy mšic. Hlavní příčinou byla pravděpodobně mírná zima a tím nízká úmrtnost přezimujících stádií. Obzvláště intenzivní bylo napadení mšičí smrkovou. Že je **dub** dobrým příkladem pro vysokou proměnlivost stavu olistění u listnatých stromů, se projevuje obzvláště častými náhlými změnami v prosvětlení koruny. Zatímco v roce 2013 činil podíl výrazně poškozených korun ještě 52 %, což byla jedna z nejhorších hodnot celé časové řady, je letošní hodnota 29 % potěšitelná.

Buk lesní je, nehledě na dub, druhem stromu v rámci namátkové kontroly, který vykazuje nejstarší průměrný věk. V důsledku relativně vysokého věku porostu a z důvodu chybějících druhově specifických adaptačních mechanismů reagoval buk obzvláště silně na extrémní sucho. V roce 2004 tedy buk dosáhl po suchém roce 2003 nejvyšších hodnot. Od roku 2011 je zjevná klesající tendence ztráty listů, která v tomto roce činí 17,4 % a je tedy výrazně pod průměrem.

Příčinou tohoto trendu je narůstající výměna stromů používaných pro namátkové kontroly v rámci přestavby lesa. V posledních letech tak byly zejména staré borovice nahrazeny mladými buky.

Skupině **ostatních listnatých lesů** dominuje břiza, jejíž podíl činí 52 %. Kromě toho se častěji vyskytují javor klen a javor mléč, jasan ztepilý, habr obecný, lípa malolistá, dub červený, olše lepkavá, jeřáb ptačí, akát, hybridní topoly a topol osika a tvoří 46 % skupiny listnatých stromů.

S výsledkem 19,1 % je hodnota střední ztráty listů v roce 2015 na úrovni předchozího roku (19,2 %), avšak stále lehce nad dlouhodobou střední hodnotou. Skupina stromů s výraznými škodami přitom zůstala konstantní, na hodnotě zhruba 18 %. Procentuální podíl lehce poškozených stromů se zvýšil pouze o 3 %.

Informace týkající se **regionálního stavu korun** se zakládají na růstových regionech, které jsou definovány jako skupiny růstových okresů, v nichž převládají srovnatelné vlastnosti podmíněné charakterem půdy a terénu.

Krušnohoří dnes patří mezi regiony s podprůměrnou ztrátou jehličí a listů. Se středním prosvětlením koruny 15,5 % se jedná o region s nejnižší hodnotou v rámci Saska. Východní pohoří – **Labské pískovce a Žitavské hory (Zittauer Gebirge)** – v nichž se kromě smrku vyskytují zejména borovice a další jehličnaté stromy, vykazují opačný trend. Letošní hodnota 20,9 % je o dva procentní body nižší než minulý rok. **Vogtland**, jemuž dominují smrky, je region, který v rámci časové řady vykazuje největší proměnlivost. V tomto roce činí ztráta jehličí/listů 17,9 %, což je o zhruba tři procentní body více než je dlouhodobá střední hodnota.

Středosaskou pahorkatinu **Mittelsächsische Löbhoogelland** a předhůří **Krušných hor** určují zejména duby a jiné druhy listnatých stromů. V průběhu časové řady není zjevný žádný jasný trend. Letošní prosvětlení koruny činí 16,9 % a odpovídá dlouhodobé střední hodnotě v tomto regionu. Také v Lužické pahorkatině – **Lausitzer Hügelland** – a **pánvi** je porost druhově bohatý podobně jako v Mittelsächsische Löbhoogelland, projevují se zde ale stejné trendy jako ve východních horských polohách, tedy rostoucí ztráta listů. Střední prosvětlení koruny 17,4 % se pohybuje o polovinu procentního bodu nad střední hodnotou.

Ve východní nížině – **Östliches Tiefland** – dominované borovicemi činí letošní hodnota ztráty jehličí a listů 17,8 %, což jsou dva procentní body nad hodnotou předchozího roku. Podobně jako sousední Středosaská pahorkatina vykazuje také západní nížina – **Westliches Tiefland** – vyšší podíly dubu a ostatních listnatých stromů. V současnosti činí prosvětlení koruny 21,3 % a to je výrazně nad zemskými a regionálními průměry. Může to být podmíněno velmi napjatou hydrologickou bilancí v tomto regionu.

Podsumowanie

Wdrażając Genewską Konwencję w sprawie utrzymania czystości powietrza z 1979 r. Rząd Stanu przedłożył w 1991 r. w saksońskim landtagu pierwszy „Raport o szkodach leśnych”. W roku bieżącym „Raport o stanie lasów” opracowano już po raz 25. Zarys historyczny ukazuje rozwój procedury inwentaryzacji w zakresie prezentacji „stref szkód” i „Ekologicznej kontroli stanu lasów” w NRD aż do obecnej metodyki zbierania danych w zakresie stanu lasów (niem.: Waldzustandskontrolle, WZE). Zobowiązanie krajów związkowych do ujmowania stanu koron drzew reguluje od 1 stycznia 2014 r. Rozporządzenie o zbieraniu danych do leśnego monitoringu środowiska (ForUmV).

Tegoroczne ujęcie danych w zakresie stanu lasów było poprzedzone bardzo łagodną i suchą zimą, raczej za bardzo ciepłą wiosną oraz suchym i gorącym latem. Napięta gospodarka wodna gleby spowodowała stres wodny daleko aż po tereny górzyste stres wodny. Łącznie na 283 punktach pomiaru oceniono 6 780 drzew.

Zima na przełomie lat 2014/2015, podobnie jak i uprzednia, należała do najcieplejszych od początku systematycznych rejestracji pogody w Saksonii. Ponownie była ona bardzo sucha i obfitowała w dużą ilość godzin słonecznych. W porównaniu z okresem referencyjnym 1971 r. – 2000 r. odchylenia termiczne w odniesieniu do wartości średniej 18 stacji klimatu leśnego wynosiły w listopadzie ubiegłego roku +2,2 Kelwina, a w styczniu +1,8 Kelwina. Stacja klimatu leśnego w Rittersgrün (630 m ponad punktem zerowym poziomu odniesienia) zanotowała w listopadzie 2014 r. największe odchylenie temperatury: +3,3 Kelwina.

Opady w miesiącach wiosennych, plasujące się poniżej przeciętnej, wzmocniły deficyt zimo-wy. Od listopada do kwietnia zanotowano jedynie 80 % opadów z okresu referencyjnego 1971 r. – 2000 r. W związku ze wspomnianym deficytem opadów, a jednocześnie warunkami do zwiększonego parowania w listopadzie i lutym, rezerwuwar wody w glebie na wiosnę często nie był na takim poziomie, jak normalnie. Sytuacja ta wystąpiła nie tylko na obszarach nizinnych i wyżynnych, ale również na terenach górzystych.

Ponieważ susza miała miejsce prawie jednocześnie z ujęciem danych wczesnego lata, jej wpływ na stan koron drzew na większości obszarów leśnych jest tylko nieznacznie widoczny. Reakcja na posuchę, widoczna od sierpnia, znajdzie przypuszczalnie wzmocniony wpływ na stan koron drzew i stopę obumieralności dopiero w przyszłym roku.

Ozon, ważny parametr jakości powietrza, mierzony jest w zasadzie jeszcze w bardzo nie-szkodliwych ilościach. W roku bieżącym z początkiem września można było jednak na wyżej położonych terenach Rudaw Wschodnich udokumentować widoczne szkody spowodowane ozonem na bukach w formie przebarwienia listowia. Brak jednak jeszcze wartości pomiarowych za miesiąc lipiec i sierpień.

Bez uwzględnienia **różnic regionalnych i specyfiki gatunków** drzew ustalono w ramach metodyki zbierania danych odnośnie drzewostanu (WZE) w 2015 r. wartość średnią **utruty igieł i listowia** w wysokości 17,6 %. Wartość ta kształtuje się co prawda o ok. 1 punkt procentowy powyżej wyniku z roku ub. (16,8 %), leży jednak w obszarze wieloletniej wartości średniej (17,2 %).

Zgodnie z metodyką analizy danych odnośnie drzewostanu (WZE) każde drzewo zostaje przyporządkowane ze względu na swoją utratę igieł/listo-

wia w połączeniu z ewentualnie występującym przebarwieniem do określonego stopnia szkód. Zgodnie z tym w 2015 r. w Saksonii 17 % drzew leśnych wykazuje znaczny wpływ na stan ich korony (stopień szkód 2 – 4), 46 % słaby wpływ na stan korony (stopień szkód 1), a 37 % nie wykazuje żadnych widocznych wpływów na stan korony (stopień szkód 0).

W zakresie **świerków** stwierdzono średnią utraty igieł w wysokości 15,7 %, w wyniku czego pogorszył się stan tego gatunku drzew w porównaniu z rokiem ubiegłym o 1 punkt procentowy, leży jednak ciągle poniżej wieloletniej wartości średniej. Świerk jest tym gatunkiem drzew, który w sumie wykazuje pozytywny trend w całym szeregu czasowym.

Znaczącym szkodnikiem w zakresie świerku pospolitego są, tak jak i w zeszłych latach, rodzaje kornikowatych: kornik drukarz i rytownik pospolity, wylęgające się w korze drzew. Na ich rozwój mają w znacznym stopniu wpływ czynniki abiotyczne, jak śniegołom i szkody sztormowe. W badanym sezonie porażenia 2014 r. (01.06.2014 r. – 30.05.2015 r.) zarejestrowano 33 500 m³ porażonego drzewostanu. Jest to umiarkowany wzrost (20 %) w porównaniu z ubiegłym badanym sezonem porażenia. Utrzymujące się długo ciepłe i suche okresy pogodowe w lipcu i sierpniu zwiększyły znacznie stres i przez to niebezpieczeństwo porażenia świerków w wyniku niedoboru wody. Sytuacja ta pozwala oczekiwać znaczny wzrost porażenia drzewostanu w bieżącym sezonie porażenia.

W porównaniu z wartością roku ubiegłego utrata igieł **sosny** wzrosła w roku bieżącym o 2 punkty procentowe i osiągnęła 19,1 % i przez to drugą co do wielkości wartość od 1991 r.

Na nizinie saksońskiej wystąpiło w zeszłych latach szczególnie w zakresie sosny ponowne masowe rozmnożenie się szkodników biotycznych. Gęstość ich populacji jest systematycznie kontrolowana w ramach meldunkowego systemu ochrony lasu. W tym roku największy potencjał zagrożenia był ze strony brudnicy mniszki. Ograniczył się on jednak jedynie do północnych części powiatów Görlitz i Budziszyna. Na obszarach porażenia nie stwierdzono jednak w tym roku objawów obumarcia spowodowanego żerem.

W okresie badanym przerezedzenie koron **innych drzew iglastych** wykazuje znaczny trend wzrastający i przez to ciągle pogorszenie. Tegoroczna wartość wynosiła 14,9 % i pozostała na poziomie roku ubiegłego. Na wiosnę 2015 r. na różnych gatunkach drzew bardzo widoczne były różnego rodzaju mszyce. Główną przyczyną tego była przypuszczalnie łagodna zima i przez to niska śmiertelność wśród stadiów zimujących. Szczególnie intensywne było porażenie przez mszycowate świerku sitkajskiego.

To, że **dąb** jest dobrym przykładem na wysoką zmienność stanu listowia drzew liściastych, jest szczególnie widoczne w licznych skokach przerezedzenia korony. O ile udział znacznie uszkodzonych koron w 2013 r. wynosił jeszcze 52 %, co było najgorszym wynikiem w całym szeregu czasowym, o tyle w roku bieżącym wynosi on ku zadowoleniu 29 %.

Buk czerwony jest, abstrahując od dębów, tym rodzajem drzew w ramach próbki losowej, który osiąga największą średnią wieku. Ze względu na stosunkowo wysoki wiek drzewostanu i ze względu na brak specyficznych dla tego rodzaju drzew mechanizmów adaptacji buk zareagował szczególnie mocno na ekstremalne wydarzenia suszy. I tak w roku 2004 osiągnął on, po roku suszy 2003, najwyższe wartości. Od 2011 r. zauważa się tendencję

spadkową w zakresie utraty listowia, która w tym roku osiągnęła wartość 17,4 % i leży dzięki temu znacznie poniżej wartości średniej. Przyczyną tego trendu jest również przybierająca w ramach przekształcania lasu wymiana drzew, objętych próbką losową. I tak w ostatnich latach zastąpiono przede wszystkim stare sosny młodymi bukami.

Grupa **pozostałych drzew liściastych** jest zdominowana brzozą, której udział wynosi 52 %. Obok niej występuje w tej grupie często klon jawor i klon pospolity, jesion pospolity, grab pospolity, lipa drobnolistna, dąb czerwony, olsza czarna, jarząb, robinia, topola mieszańcowa oraz osika, które tworzą razem 46 % tej grupy rodzaju drzew.

Średnia utraty listowia, wynosząca w 2015 r. 19,1 %, plasuje się na poziomie roku ubiegłego (19,2 %), ale leży ciągle jeszcze lekko ponad wieloletnią wartością średnią. Grupa drzew, wykazujących znaczne szkody, nie zmieniła się i wynosi 18 %. Tylko procentowy udział lekko uszkodzonych drzew zwiększył się o 3 %.

Ocena odnośnie **cech regionalnych w zakresie stanu koron drzew** opracowana jest na podstawie regionów wzrostu. Są one definiowane jako grupy okręgów wzrostu, na których panują porównywalne pod względem gleby i ukształtowania terenu właściwości obszaru.

Rudawy należą dziś do regionów, w których wartość utraty igieł i listowia leży poniżej wartości średniej. Pod względem średniej przerzedzenia koron o wartości 15,5 % region ten osiąga w Saksonii wartość najniższą. Wschodnia część **Gór Połabskich** („Elbsandsteingebirge”) i **Góry Żytawskie** („Zittauer Gebirge”), w których obok świerku dominują przede wszystkim sosny i pozostałe drzewa iglaste, wykazują trend odwrotny. Tegoroczna wartość 20,9 % przewyższa o 2 punkty procentowe wartość roku ubiegłego. Region **Vogtlandu**, gdzie dominuje świerk, jest tym regionem, który w ramach szeregu czasowego wykazuje największą zmianę. W tym roku wartość utraty igieł wynosi 17,9 % i przez to jest ona wyższa o 3 punkty procentowe od wieloletniej wartości średniej.

Środkowosaksoński Obszar Lessowo–Pagórkowaty („Mittelsächsisches LöBhügelland”) i **Pogórze Rudawskie** („Erzgebirgsvorland”) są bardziej zdominowane przez dęby i inne rodzaje drzew liściastych. W ramach szeregu czasowego nie można zauważyć jasnego trendu. Tegoroczne przerzedzenie koron drzew w wysokości 16,9 % odpowiada wieloletniej wartości średniej tego regionu. Również w regionach **Wyżyny i Niecki Łużyckiej** („Lausitzer Hügelland und Becken”) zalesienie pod względem rodzaju drzew kształtuje się podobnie jak na Środkowosaksońskim Obszarze Lessowo–Pagórkowatym, jednak tutaj stwierdza się przez wzrastającą od 2003 r. utratę listowia tak samo przebiegający trend, jak we wschodnich terenach górzystych. Średnia przerzedzenia korony drzew o wartości 17,4 % leży o pół punkta procentowego ponad wartością średnią.

Na „**Nizinie Wchodniej**” („Östliches Tiefland”), gdzie dominują sosny, tegoroczna wartość utraty igieł i listowia w wysokości 17,8 % przewyższa wartość zeszłoroczną o 2 punkty procentowe. Podobnie, jak sąsiadujący Środkowosaksoński Obszar Pagórkowaty, również i **Nizina Zachodnia** („Westliches Tiefland”) wykazuje większy udział dębów i innych rodzajów drzew liściastych. Obecnie przerzedzenia koron drzew o wartości 21,3 % kształtują się znacznie powyżej wartości średnich krajowych i regionalnych. Jest to może uwarunkowane napiętą sytuacją wodną w tym regionie.

Forstliches Umweltmonitoring

Wälder werden durch eine Vielzahl von Umweltfaktoren beeinflusst. Schadstoffeinträge, klimatische Veränderungen sowie abiotische und biotische Schäden stellen hohe Belastungen dar, welche die Vitalität und die vielfältigen Schutzfunktionen der Wälder beeinträchtigen. Das forstliche Umweltmonitoring erfasst den Zustand der Wälder, auftretende Umwelteinflüsse und die Reaktion der Waldökosysteme. Dadurch können langfristige Entwicklungstrends aufgezeigt und gezielte Gegenmaßnahmen entwickelt werden.

Die Einrichtung eines europaweiten Waldzustandsmonitorings geht zurück auf die Ratifizierung des Übereinkommens über weiträumige Luftverunreinigungen (Genfer Luftreinhaltekonvention der UN/ECE) im Jahr 1979. Damit wurden erstmalig die vielfältigen Auswirkungen von Luftverunreinigungen offiziell anerkannt, das Bemühen um eine Reduktion beschlossen und gleichzeitig ein Exekutivorgan geschaffen, welches 1984 das

Internationale Kooperationsprogramm zur Erfassung der Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (ICP Forests) ins Leben rief. Im Jahre 1986 beschlossen die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union überein ein europäisches Waldzustandsmonitoring einzuführen. Seit Anfang 2014 ist das forstliche Umweltmonitoring in Deutschland nach der „Verordnung über Erhebungen zum forstlichen Umweltmonitoring (ForUmV)“ verpflichtend (vgl. § 41a des Bundeswaldgesetzes). Darin wird die notwendige Erhebung von Grunddaten zur Vitalität der Wälder und zu Wirkungszusammenhängen in Waldökosystemen festgelegt. Beispielhaft sei hier die Erfassung des Kronenzustandes, die Durchführung von Blatt- und Nadelanalysen sowie die Aufnahme des Bodenzustandes zu nennen.

Das Umweltmonitoring im Wald gliedert sich systematisch in die zwei Aufnahmeebenen: Level I und Level II.

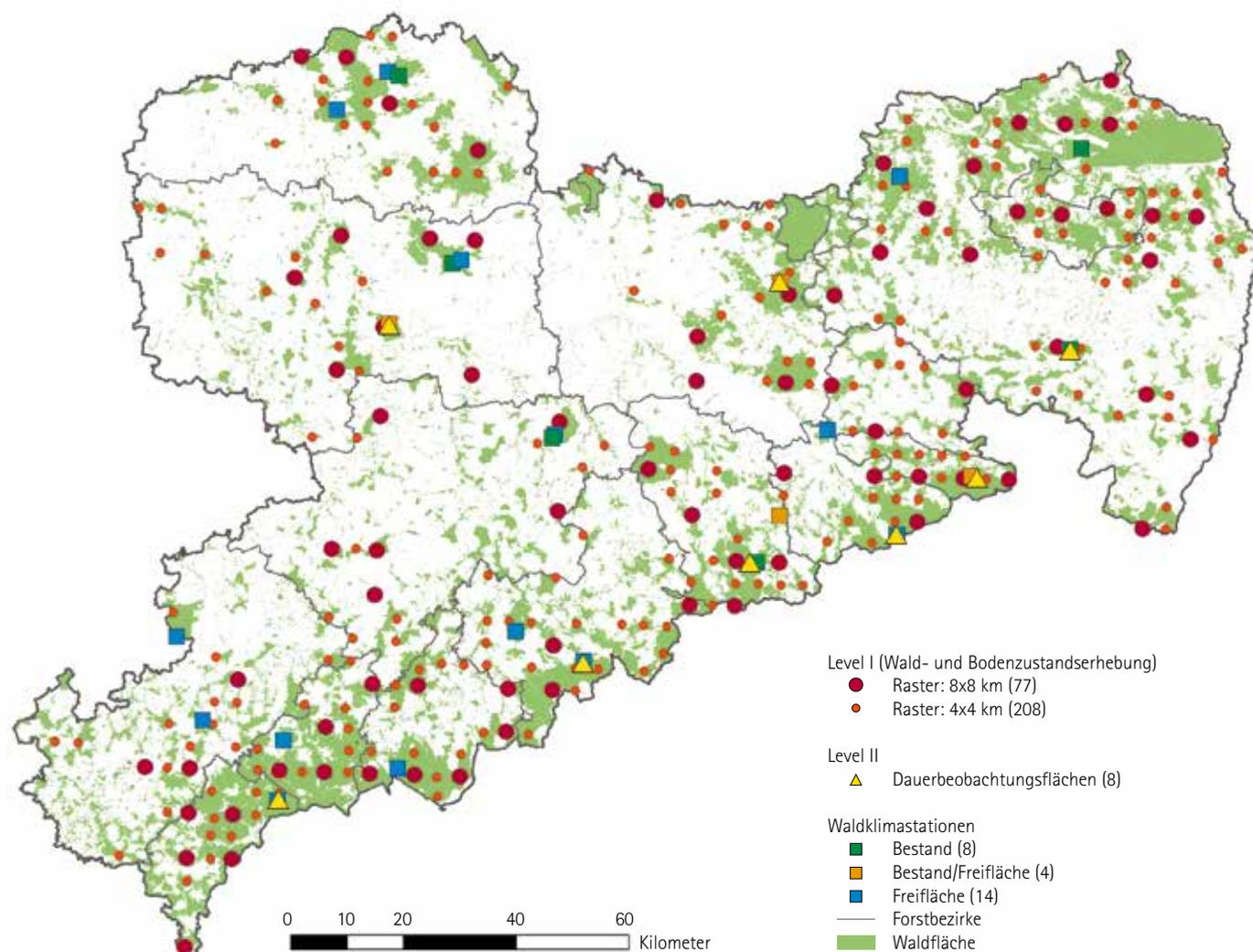


Abb. 1: Messnetz des forstlichen Umweltmonitorings in Sachsen.



Abb. 2: Diesjährige Schulung der Aufnahmeteamer durch Mitarbeiter des SBS (Foto: F. Jacob).

Level I

In einem Raster von 16 x 16 km bilden systematisch angelegte Stichprobenpunkte europaweit die Grundlage für die Datenerfassung der jährlichen Begutachtung der Baumkronen im Rahmen der Waldzustandserhebung (WZE) und die bisher zweimal durchgeführte Bodenzustandserhebung (BZE). Im Freistaat Sachsen werden auf Basis eines verdichteten Rasters (4 x 4 km) an 283 Stichprobenpunkten jährlich Waldzustandsdaten erhoben, welche flächenrepräsentative Ergebnisse für das Land liefern (siehe Abb. 1). Ziel sind Erkenntnisse über die räumlichen und zeitlichen Veränderungen des Waldzustandes und deren Korrelation zu Stressfaktoren, insbesondere zu Luftschadstoffen. Während die WZE den aktuellen Zustand und die Entwicklung des Kronenzustandes der Waldbäume aufzeigt, wird im Rahmen der BZE der bodenchemische Zustand der Waldböden untersucht. Die Entnahme von Boden- und Humusproben, Nadel- und Blätterproben für chemische Analysen sowie Bestockungs- und Vegetationsaufnahmen sind Bestandteil dieser Inventur.

An den Stichprobenpunkten der WZE werden jeweils 24 Bäume ausgewählt, dauerhaft markiert und visuell begutachtet (siehe Abb. 2). Dabei sind die Kronenverlichtung und der Anteil vergilbter Nadeln oder Blätter wesentliche Parameter, die den äußerlich sichtbaren, aktuellen Gesundheitszustand der Bäume charakterisieren. Als Referenzgröße dient eine voll belaubte oder benadelte Baumkrone des Erhebungsgebietes (vgl. Abb. 3). Aus beiden Schadsymptomen wird eine kombinierte Schadstufe ermittelt (vgl. Tab. 1, Anhang). Die Vergilbung nimmt ab einem Anteil von 26 % der vorhandenen Blatt- bzw. Nadelmasse Einfluss auf die kombinierte Schadstufe. Kronenverlichtungen von mehr als 25 % (ohne Vergilbung) bzw. darunter mit entsprechendem Vergilbungsanteil werden als „deutliche Schädigungen“ (Schadstufe 2 bis 4) klassifiziert. Die kombinierte Schadstufe wird vorrangig zur Darstellung der aktuellen Situation verwendet. Bei Untersuchungen zum Schadensverlauf wird sie durch die mittlere Kronenverlichtung ergänzt.

Das Erscheinungsbild eines Einzelbaumes ist stets von einer Vielzahl von Einflussfaktoren geprägt. Einige dieser Faktoren, wie Blüte, Fruchtbildung, biotische oder abiotische Schäden und, soweit eindeutig zuzuordnen,

Immissionen, werden bei der Erhebung erfasst. Sie bleiben jedoch bei der Bildung der kombinierten Schadstufen unberücksichtigt. Die detaillierten Ergebnisse der WZE werden gemäß § 58 Abs. 2 des Waldgesetzes für den Freistaat Sachsen in Form des vorliegenden Waldzustandsberichtes dem Landtag sowie der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Die Ergebnisse von 19 sächsischen Stichprobenpunkten sind gleichzeitig Bestandteil eines jährlich zu erstattenden Berichtes für Deutschland an das Datenzentrum des ICP Forests.

Level II

Neben den Rasterstichproben der Level I-Ebene finden als Fallstudien prozessorientierte Untersuchungen auf speziell ausgewählten Versuchsfeldern statt, welche mit einer Vielzahl von Messinstrumenten ausgestattet sind. Dieses intensive Monitoring wurde zur detaillierten Erforschung des Zustandes und der Entwicklung typischer, repräsentativer Waldökosysteme in Europa unter dem Einfluss von Luftverunreinigungen sowie klimatischen und anderen Stressfaktoren etabliert. Sechs forstliche Dauerbeobachtungsflächen in Sachsen liefern jährlich Daten, in teilweise monatlicher Auflösung, an das Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, (Thünen-Institut) welches wiederum mit insgesamt 88 Stationen internationale Datenbanken der Genfer Luftreinhaltekonvention bedient. Das Messnetz wird komplettiert durch zwei weitere regionale Dauerbeobachtungsflächen im Osterzgebirge und im Nationalpark Sächsische Schweiz.

Der SBS stellt damit gut ein Drittel aller sächsischen Depositionsmessstationen, deren Daten periodisch vom Umweltbundesamt für die Erstellung von nationalen Depositionskarten abgefragt werden.

Die Level II – Untersuchungen umfassen neben der Entwicklung der Deposition (Stoffeinträge), die Beobachtung des Bodensicker- und Quellwassers, des Streufalls, des Baumwachstums, der Baumernährung und der Bodenvegetation.

Zusätzlich betreibt der SBS ein mit 18 Stationen über das Level II – Programm hinausgehendes Netz von Waldklimastationen. Diese sind auf Freiflächen in größeren Waldgebieten eingerichtet worden und ergänzen



Abb. 3: Referenzbuchen zur jährlichen Schulung mit unterschiedlichen Kronenverlichtungsgraden (Foto: F. Jacob).

effektiv die Messnetze des Landes und des Bundes. Sie erheben von der Lufttemperatur bis hin zur Globalstrahlung einen vollständigen Parametersatz meteorologischer Untersuchungen.

Andere Monitoringsysteme liefern ergänzende Informationen und helfen, die Ergebnisse der Level I- und Level II-Programme zu interpretieren. Beispiele sind das Forstschutzmeldewesen, welches das Auftreten von Schäden, Schädlingen und Krankheiten im Wald erfasst und auswertet, wie z. B. die Überwachung von Borkenkäfern, blatt- und nadelfressenden Insektenarten und Mäusen.



Foto: R. Benning

Einflüsse auf den Waldzustand

Witterung und Bodenwasserhaushalt

Witterung und Bodenwassergehalt beeinflussen maßgeblich das Wachstum und die Gesundheit von Bäumen. Die Erfassung meteorologischer und hydrologischer Messwerte an den Waldklimastationen ermöglicht die Abbildung wesentlicher Standortfaktoren und ihrer Dynamik. Diese für den konkreten Waldort und sein unmittelbares Umfeld gültigen Werte können auf Basis der flächendeckend vorliegenden forstlichen Standort-

erkundung auch auf ähnliche Boden- und Geländebedingungen übertragen werden.

Hierzu werden die 18 Klimastationen entsprechend ihrer Lage innerhalb der drei Naturräume – Tiefland, Hügelland und Mittelgebirge – mit jeweils typischen klimatischen und geomorphologischen Verhältnissen (siehe Abb. 4) in sechs Gruppen zusammengefasst:

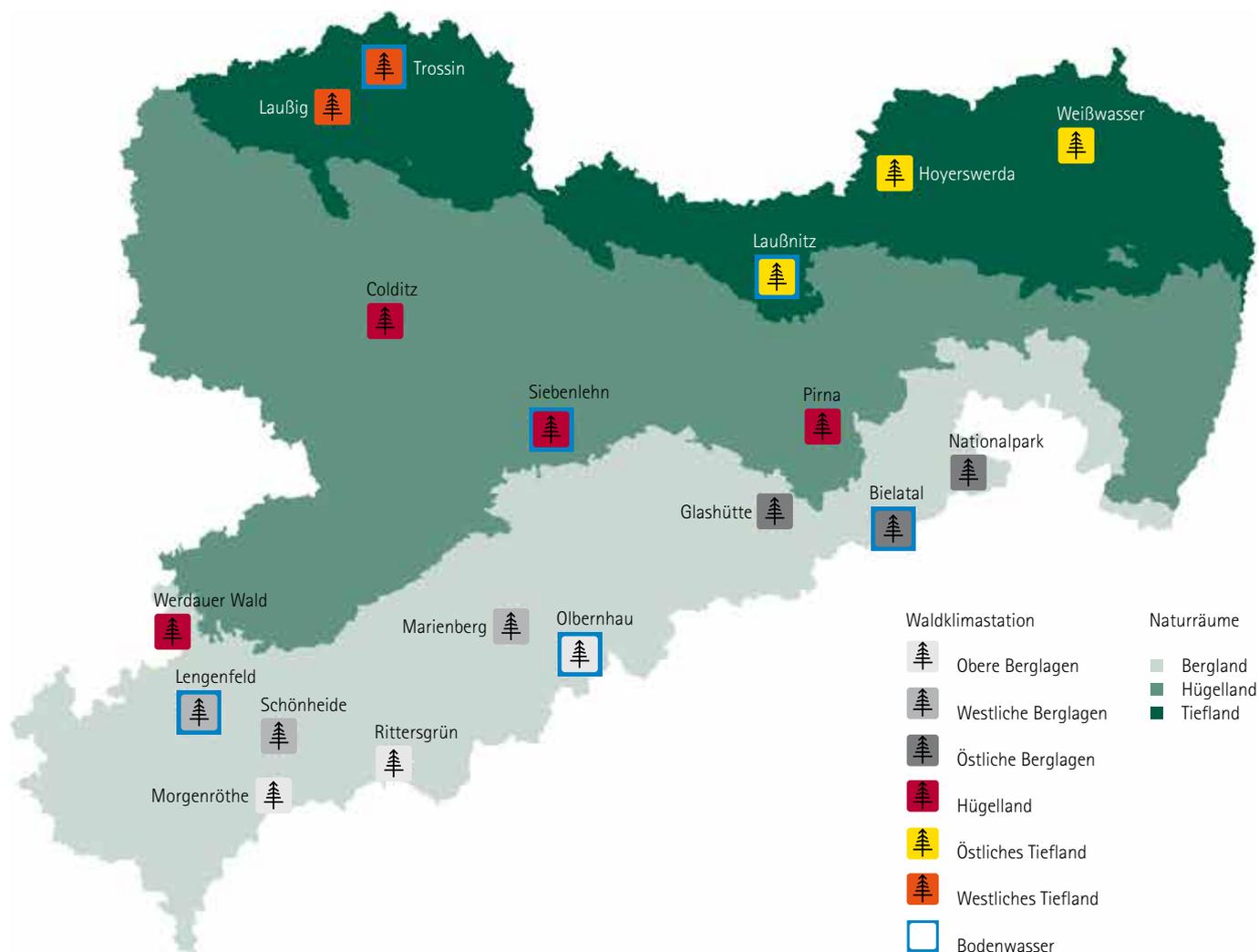


Abb. 4: Netz der Waldklimastationen.



Abb. 5: Verfrühte Herbstfärbung, Mitte August 2015, an einem Südhang im Müglitztal (Foto: R. Benning).

Die Stationen Morgenröthe, Rittersgrün und Olbernhau stehen stellvertretend für die von Fichtenwäldern geprägten Oberen Berglagen. Die etwas tiefer gelegenen Stationen des Berglandes werden in östliche (Glashütte, Bielatal, Nationalpark) und westliche (Lengenfeld, Schönheide, Marienberg) Stationen unterschieden. Mit dieser Abgrenzung soll der nach Osten hin zunehmend kontinentaleren Klimatönung Rechnung getragen werden.

Im waldarmen Hügelland weisen fast alle größeren Waldgebiete Stationen auf (Colditz, Siebenlehn, Werdauer Wald und Pirna). Häufig handelt es sich bei den Böden um stauwasserbeeinflusste Lößstandorte.

Auf den Sandböden im Tiefland können die westlichen Stationen Trossin und Laußig, sowie die östlichen Stationen Laußnitz, Hoyerswerda und Weißwasser wiederum getrennt betrachtet werden.

Die Wirkung der Witterungsverläufe auf den Waldzustand ist aufgrund vielfältiger Wechselwirkungen und Anpassungsmechanismen der Bäume nicht einfach zu beurteilen. Extreme Windgeschwindigkeiten und hohe Schneelasten bringen Bäume zu Fall oder lassen Stämme brechen. Trockenheit und intensive Sonneneinstrahlung rufen sichtbare Hitzeschäden und Blattwelken hervor (vgl. Abb. 5). Aber nicht immer bedeuten sichtbare Schäden gleich den Tod des Baumes. Aus diesem Grund erfordert die solide Abschätzung von Sterblichkeitsraten in der Regel eine umfassende, wiederholte Zustandserfassung.

Vor allem die Wirkung einzelner mehr oder weniger über- oder unterdurchschnittlicher Witterungsperioden lässt sich ohne physiologische Analyse nur schwer bewerten. Erst recht, wenn sich die Wirkungen in zeitlicher Folge ausgleichen.

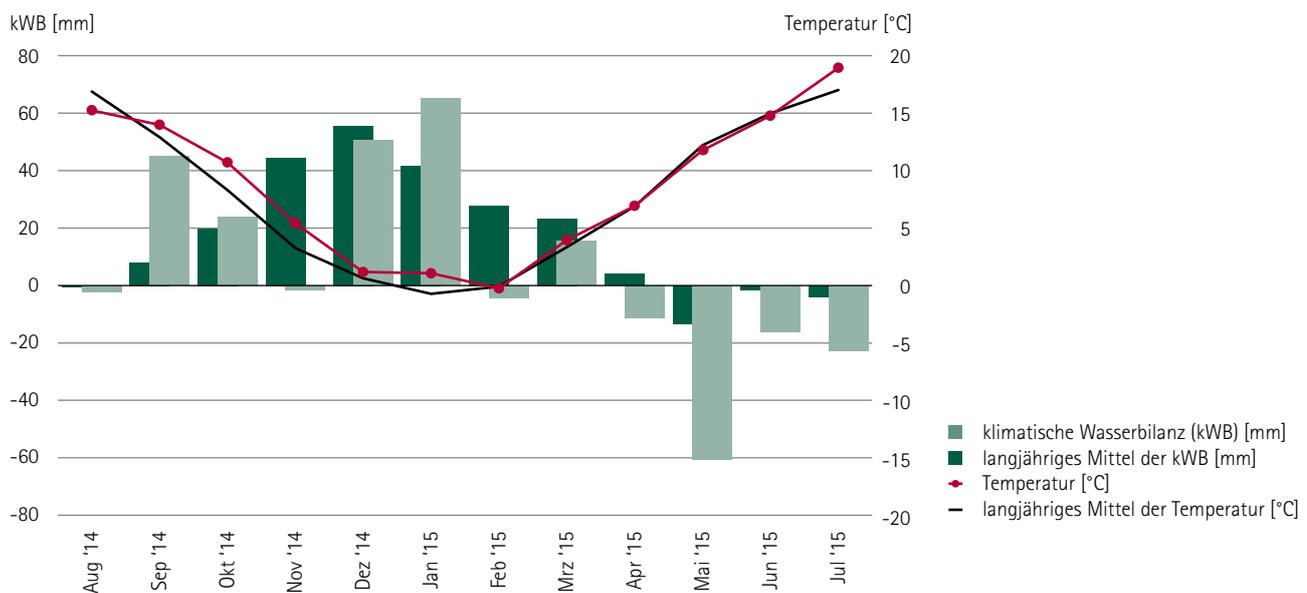


Abb. 6: Witterungsverlauf von August 2014 bis Juli 2015 – Monatsmittel der Lufttemperaturen und die klimatische Wasserbilanz aller Waldklimastationen.

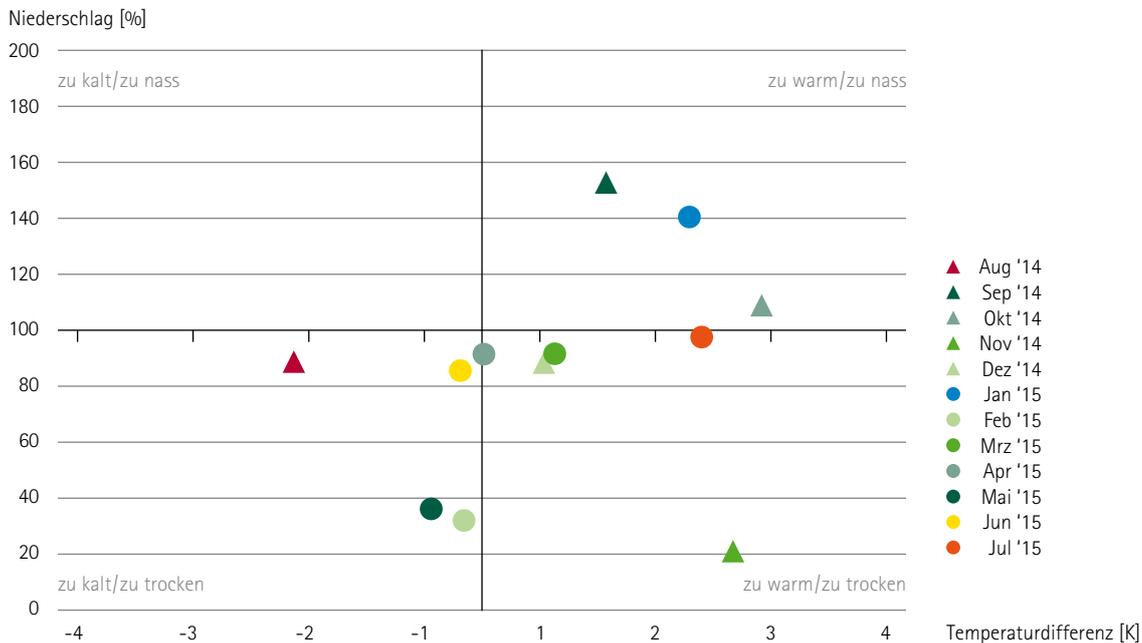


Abb. 7: Abweichung der Niederschlagssumme und der Mitteltemperatur von den klimatischen Vergleichswerten (Monatsmittel aller 18 Waldklimastationen).

Der diesjährigen Erhebung des Waldzustandes ging ein sehr milder und niederschlagsarmer Winter, ein eher zu warmes Frühjahr und ein trocken-heißer Sommer voraus (Abb. 6). Bis weit in die Berglagen führte der angespannte Bodenwasserhaushalt deswegen zu Trockenstress. Da die Trockenperiode annähernd zeitgleich mit der Erhebung im Frühsommer auftrat, ist zu erwarten, dass auf dem überwiegenden Teil der Waldstandorte die sichtbaren Auswirkungen auf den Kronenzustand in der aktuellen Erhebung gering sind. Die ab August sichtbaren Reaktionen auf die Trockenheit werden sich möglicherweise im Folgejahr verstärkt im Kronenzustand und der Sterblichkeitsrate niederschlagen.

Wie der Winter 2013/14 gehörte auch der Winter 2014/15 zu den wärmsten seit Beginn der systematischen Wetteraufzeichnungen. Vor allem war der letzte Winter abermals vergleichsweise trocken und reich an Sonnenschein. Nach überdurchschnittlichen Niederschlägen im Herbst (September / Oktober) lag die Niederschlagssumme von November bis Februar im Stationsmittel bei 160 mm. Dies entspricht lediglich 70 % des Wertes im gleichen Zeitraum der Referenzperiode 1971 bis 2000, wobei sich die Niederschläge aktuell auf die Monate Dezember und Januar konzentrierten. Der November 2014 war, vor allem im Bereich des Westlichen Tieflandes, mit lediglich 14 % der langjährigen Niederschlagssumme nahezu frei von Niederschlägen.

Während die Monatsmitteltemperaturen im Dezember und Februar in etwa den klimatischen Mittelwerten der Bezugsperiode 1971 bis 2000 entsprachen, fielen die Abweichungen im November 2014 und Januar 2015 deutlicher aus. Im Stationsmittel betrug die Abweichungen im November +2,2 Kelvin und im Januar +1,8 Kelvin. Die Station Rittersgrün verzeichnete im November 2014 mit +3,3 Kelvin die stärkste Abweichung (siehe Abb. 7).

Trotz der überwiegend milden Temperaturen und der mangelnden Niederschläge war auf dem Fichtelberg zwischen Anfang Dezember 2014 und

Mitte April 2015 an über 130 Tagen eine Schneedecke zu verzeichnen. Die maximale Schneehöhe lag am 9. Februar bei 95 cm. Im vorangegangenen Winter betrug diese lediglich 57 cm.

Unter den von Dezember bis Februar auftretenden Tiefdruckgebieten waren einige Sturmtiefs, so am 10. und 13. Dezember 2014, am 9. Januar und 7. Februar 2015. Eine ungünstige Konstellation von intensiven Schneefällen bei Temperaturen um den Gefrierpunkt, die in der Regel zu Schnebruch führt, blieb jedoch aus. Im Dezember waren hierfür die Niederschläge zu gering, im Januar die Temperaturen zu mild. Im Februar verhinderte eine Warmfront größere Schneelasten auf Bäumen.

Der Höhepunkt der winterlichen Sturmtiefdruckgebiete trat ungewöhnlich spät, erst nach Frühlingsanfang Ende März, auf. In der Nacht vom 29. auf den 30. März 2015 erreichte Sturm „Mike“ Sachsen. Im Verlauf des 31. März 2015 verschärften sich die ohnehin schon beachtlichen Luftdruckgegensätze zwischen dem Tiefdruckgebiet über Dänemark und dem Hochdruckgebiet über dem Nordostatlantik. Mit Spitzenböen von 156 km/h auf dem Fichtelberg gehört Orkan „Niklas“ zu den stärksten Stürmen der jüngeren Vergangenheit. Bei Sturm „Emma“ (1. März 2008) wurden auf dem Fichtelberg identische Spitzenwindgeschwindigkeiten gemessen. Bei „Kyrill“ (17./18. Januar 2007) waren es dagegen sogar 184 km/h.

Die mit dem Orkantief wetterbestimmende arktische Kaltluft sorgte vor dem Osterwochenende bis ins Tiefland für teilweise intensiven Schneefall. Dennoch dominierte in den Frühlingsmonaten März bis Mai eher ruhiges und trockenes Wetter.

Am 10. und 11. April 2015 wurden erstmals Tagestemperaturen über 20 °C gemessen. Trotz der im April und Mai zu uns gelangten tropischen und subtropischen Luftmassen blieben die Monatsmitteltemperaturen im Bereich der klimatischen Mittelwerte. Die letzten Nachtfröste traten verbreitet am 2. Mai 2015 und letztmalig am 22. Mai 2015 (-1,6 °C) an der Station Laußig in Nordwestsachsen auf. Die Frostnächte bedingten keine

nennenswerten Schäden, obwohl sie kurz nach dem Austrieb der Bäume eintraten.

Nach dem milden Winter konnte in den phänologischen Gärten ein frühzeitiges Austreiben registriert werden. Im Garten in Graupa begannen die frühen Baumarten (Birke und Lärche) bereits am 17. und 25. April 2015 mit dem Austrieb. Ende April war die Blattentfaltung bei der Buche und in der zweiten Maiwoche auch bei der Eiche abgeschlossen. Dies war zwei Wochen früher als gewöhnlich und nahezu identisch mit dem vergangenen Jahr.

Die zu geringen Niederschläge in den Frühjahrsmonaten verstärkten das winterliche Defizit. Insgesamt fielen im Halbjahreszeitraum zwischen November 2014 und April 2015 im Stationsmittel lediglich 260 mm Niederschlag. Dies ist zwar deutlich mehr als die 194 mm, die zwischen November 2013 und April 2014 registriert wurden, entspricht aber lediglich 80 % der Niederschlagssumme der klimatischen Referenzperiode 1971 bis 2000. Beginnend mit einem deutlich zu trockenen Monat Mai verstärkte sich das Niederschlagsdefizit in den Folgemonaten und führte zu einer, innerhalb der letzten 15 Jahren vergleichsweise, sehr trockenen Vegetationszeit. Das Wasserspeichervermögen der Böden sorgt dafür, dass mit dem Ende der Vegetationszeit im Vorjahr die Niederschläge zumindest anteilig im Folgejahr den Pflanzen zur Verfügung stehen. Bei der Darstellung auflaufender Niederschlagssummen in Abbildung 8 wurde daher jeweils im Monat November des Vorjahres mit der Summenbildung begonnen. Bis September löste das Jahr 2015 die seit 2002 bestehenden Minimalwerte

in den Monaten Dezember (2014), Mai und Juli ab. Bereits ab Juli wird damit das Niveau der Trockenjahre 2003 und 2006 erreicht und unterschritten. Für die Monate Januar bis April stammen die Minimalwerte aus 2014. Im Vorjahr glichen intensive Sommerniederschläge ab Mai den Wasserverbrauch der Vegetation in allen Landesteilen aus. In diesem Jahr sind die zeitlichen und räumlichen Unterschiede sommerlicher Niederschläge demgegenüber deutlich stärker ausgeprägt. Im Stationsmittel erreichten die Niederschläge im Mai nur 36 % und im Juni 85 % der Vergleichswerte. Die regionalen Unterschiede lagen im Mai zwischen 31 % und 50 % sowie im Juni zwischen 72 % und 97 %. Einzig der Juli wies durchschnittliche Niederschlagsmengen (98 %) auf, allerdings mit starken regionalen Unterschieden. Während im Tiefland überdurchschnittlich hohe Niederschläge erfasst wurden (im Östlichen Tiefland 136 % und Westlichen Tiefland 143 %), fiel in den Östlichen Berglagen nur 57 % der üblichen Monatssummen. Bei sommerlich-heißen Temperaturen fiel der Niederschlag häufig in Form schwerer und unwetterartiger Schauer und Gewitter. Selbst Regengebiete, die landesweit für kräftige Niederschläge sorgten, fielen in der Bilanz sehr unterschiedlich aus. Wurden an einzelnen Stationen tägliche Niederschlagsmengen über 20 mm gemessen, lagen nur wenige Kilometer entfernt die Werte deutlich darunter.

Während im Winterhalbjahr das Niederschlagsdefizit im Tiefland am größten war, fielen im Sommer auch im Bergland die Defizite höher aus (Abb. 9). Die klimatische Wasserbilanz ist ein abgeleiteter Kennwert, der sich aus der Differenz von Niederschlag und Verdunstung ergibt. Im Östlichen

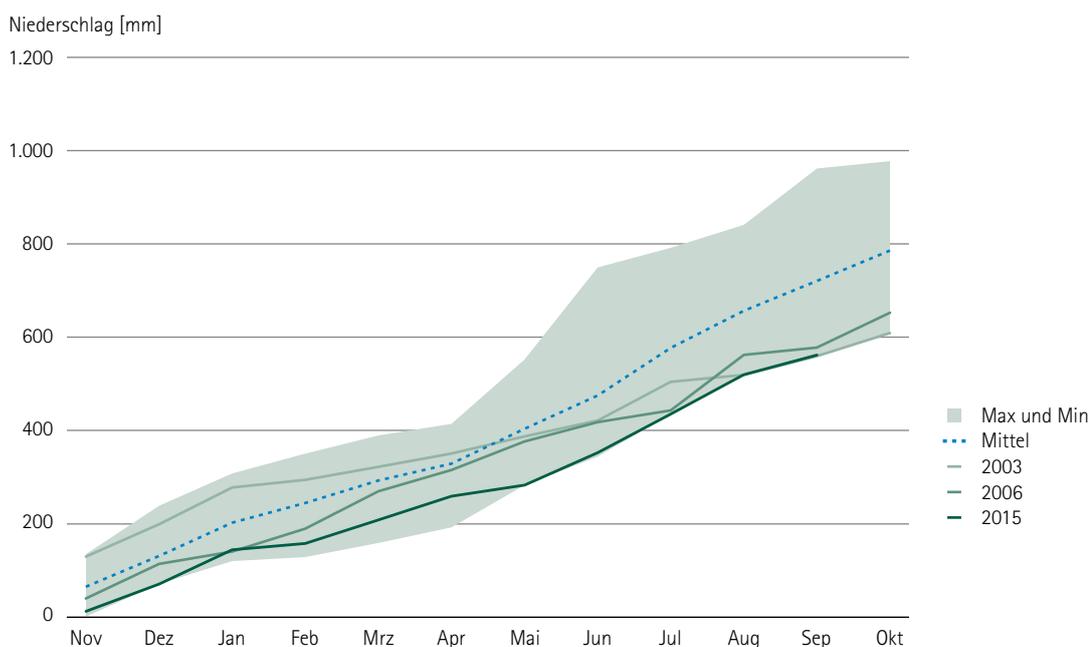


Abb. 8: Auflaufende Summe des Niederschlages ab November des Vorjahres (= Ende der letzten Vegetationszeit); Vergleich des aktuellen Jahres 2015 mit den Trockenjahren 2003 und 2006 (Maximum, Minimum und Mittelwert für die Periode von 2002 bis 2015), Stichtag: 20.09.2015.

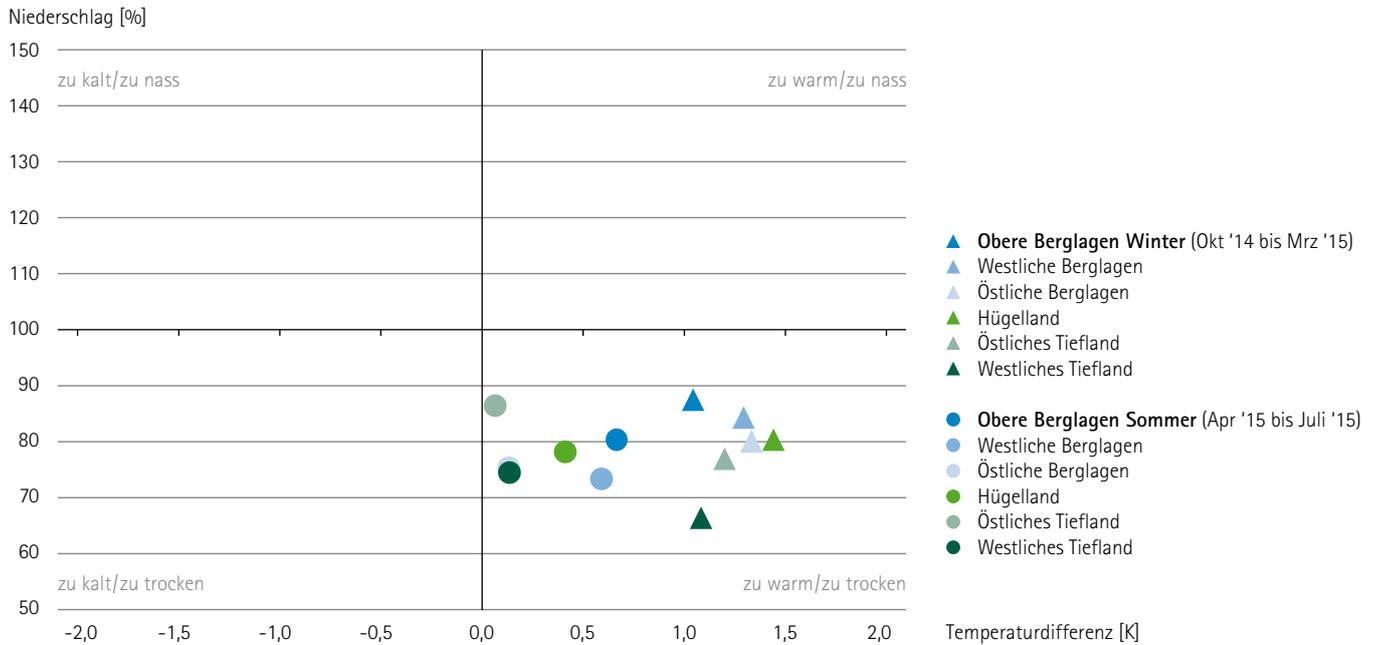


Abb. 9: Abweichungen der Niederschlagssumme und der Mitteltemperatur von den klimatischen Vergleichswerten nach Regionen (Winter = Dreieck, Sommer = Kreis).

Tiefland fiel die klimatische Wasserbilanz aufgrund des vergleichsweise geringen Niederschlagsdefizits besser aus als in den Westlichen Berglagen infolge der dort herrschenden verhältnismäßig hohen Temperaturen. In allen anderen Regionen glichen sich Temperatur- und Niederschlagsunterschiede im Sommer annähernd aus.

Der Taupunkt ist ein Maß für den absoluten Wassergehalt der Luft. Bei hohen Taupunkten transportiert die Luft viel Wasser, die häufig zu Gewittern und Starkniederschlägen führen können. Im Mittel wurde an jeder Waldklimastation zwischen 1. Mai und 31. Juli 2015 ein Starknieder-

schlagereignis mit mehr als 20 mm Regen pro Tag registriert. An fünf der 19 Stationen trat kein Starkniederschlagsereignis auf. Die drei intensivsten Niederschlagsereignisse konnten am 22. Juli 2015 an den Stationen Wermsdorf (55 mm) und Marienberg (37 mm) sowie am 19. Juli 2015 an der Station Hoyerswerda (32 mm) registriert werden.

In den gewitterreichen Monaten Juni und Juli traten in diesem Jahr wiederholt Taupunkte über 16 °C auf, die als „Schwüle“ empfunden werden, weil es der Haut schwer fällt, sich durch Verdunstung (Schwitzen) zu kühlen. Am 21./22. Juli 2015 konnten auf den Waldklimastationen gar



Abb. 10: Verlauf der wöchentlichen Mittelwerte der Bodenfeuchte in 30 cm Tiefe an ausgewählten Waldklimastationen im Bergland [% der nutzbaren Wasserspeicherkapazität].

rechnerische Taupunkte über 20 °C ermittelt werden. Werte, die für die Karibik typisch sind, wo warme Luft in Meeresnähe viel Wasser aufnehmen kann.

Üblicherweise sind die Böden im Frühjahr wassergesättigt und die Bodenfeuchten liegen im Bereich der sogenannten Feldkapazität (nutzbare Feldkapazität: nFK). Dies ist der Feuchtegrad, bei dem das Wasser noch entgegen der Schwerkraft im Boden gehalten werden kann und keine Versickerung eintritt. Niederschläge führen dann dazu, dass entsprechend dem Drainageverhalten des Bodens die Bodenfeuchte vorübergehend über die nutzbare Feldkapazität ansteigt (vgl. Abb. 11, 100 %).

Angesichts der winterlichen Niederschlagsdefizite und der im November sowie Februar negativen klimatischen Wasserbilanz waren die Bodenwasserspeicher im Frühjahr nicht an allen Stationen vollständig gefüllt. Das war nicht nur im Tief- und Hügelland (z. B. Laußnitz, Graupa und Colditz) sondern auch im Bergland (Eich und Altenberg) der Fall. Dies geben die in Abbildungen 10 und 11 dargestellten Bodenwassergehalte ausgewählter Waldklimastationen wieder.

Seit April fiel die auf der Basis von Lufttemperatur, Globalstrahlung und Niederschlagssummen berechnete klimatische Wasserbilanz durchweg negativ aus (siehe Abb. 6). Damit übersteigt der Wasserverbrauch einer Grasdecke den Niederschlag und führt zu abnehmenden Bodenwassergehalten. Die Verdunstung einer Grasdecke dient hierbei als rechnerischer Vergleich für eine ständig feuchte, mit Gras bewachsene Fläche.

In den Berglagen blieb die Bodenfeuchte nur auf den höher gelegenen Flächen im Westerzgebirge (Klingenthal und Schönheide) dauerhaft auf hohem Niveau. In Glashütte glichen Anfang April und Mai die Niederschläge die Verdunstung aus, während im Juni und Juli zu wenig Niederschlag fiel. In Lengsfeld und Altenberg fehlten stärkere Niederschlagsereignisse vollkommen, so dass die Bodenwassergehalte hier kontinuierlich abnahmen.

Die Stationen im Hügelland und den Unteren Berglagen unterscheiden sich hinsichtlich des Eintreffens und der Intensität der Niederschläge noch etwas stärker. Die Station Trossin erreichte durch die vergleichsweise geringen Niederschläge im April und Mai als erstes Wassergehalte nahe des Permanenten Welkepunktes. Die für die Pflanzen verfügbaren Wasservorräte sind dann nur noch sehr gering, da der Rest des Wassers so fest an den Bodenkörper gebunden ist, dass es von Pflanzenwurzeln nicht mehr aufgenommen werden kann. Der Anteil dieses von Pflanzen nicht nutzbaren „Totwassers“ am Gesamtvorrat steigt, je feiner die Körnung des Bodens ist.

Überdurchschnittliche Niederschläge im Juli führten in Trossin allerdings zu einer Entspannung der Situation. In Pirna hingegen wurden die kritischen Wassergehalte (< 20 % nFK) zwar erst einen Monat später erreicht, dafür blieb die Situation auch im Juni und Juli kritisch. In Laußnitz weist der anlehmgige Sandboden eine mit Pirna vergleichbare Bodenwasserspeicherkapazität auf. Allerdings wiesen hier die Sickerwasserspitzen im Mai

Pflanzenverfügbares Bodenwasser [% nFK] in 30 cm Tiefe

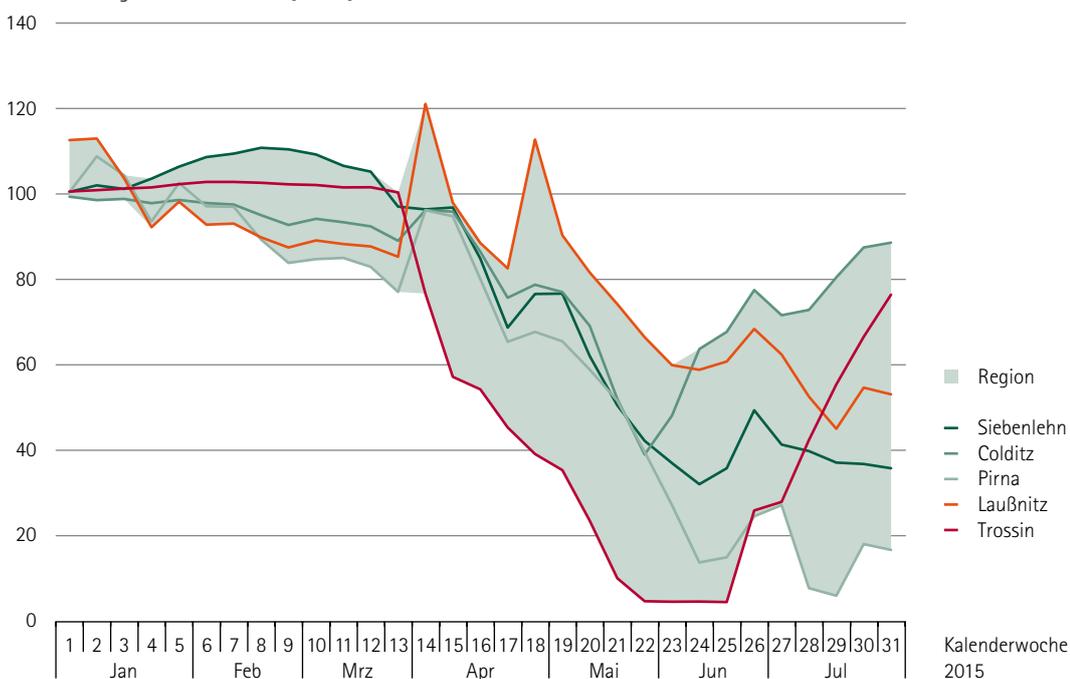


Abb. 11: Verlauf der wöchentlichen Mittelwerte der Bodenfeuchte in 30 cm Tiefe an ausgewählten Waldklimastationen im Tief- und Hügelland [% der nutzbaren Wasserspeicherkapazität].

Pflanzenverfügbares Bodenwasser [% nFK] in 30 cm Tiefe

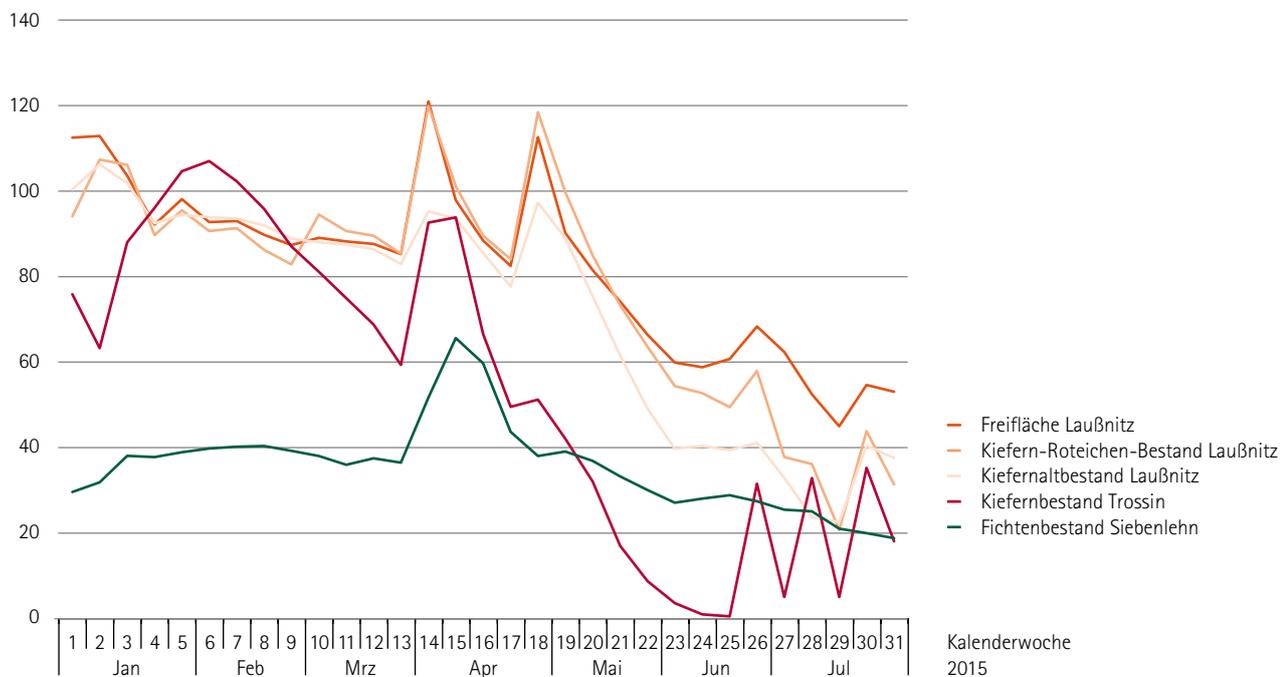


Abb. 12: Einfluss der Bestockung auf den Verlauf der Bodenfeuchte [% der nutzbaren Wasserspeicherkapazität, nFK].

auf intensivere Niederschläge hin. Gegenüber den Böden an den Stationen im Tiefland speichern die Lössböden im Hügelland (Stationen Siebenlehn und Colditz) mehr Wasser. Im Zusammenspiel mit dem Niederschlagsangebot blieben die Bodenfeuchtegehalte zum Teil deutlich über dem kritischen Bereich.

Bis Ende Juli herrschten an den Stationen Trossin und Pirna mehrtägige Perioden mit Trockenstress. An der Station Glashütte wurden diese zum Ende des Beobachtungszeitraumes erreicht.

Waldklimastationen stehen auf baumfreien Flächen innerhalb einer Waldfläche, auf denen im Wesentlichen Gräser und Sträucher den Wasserverbrauch bestimmen. Waldbestände weisen demgegenüber höhere Verdunstungsraten auf. Der Trockenstress kann deshalb in den Waldbeständen noch deutlich stärker ausfallen. Dies ist aus den in Abbildung 12 enthaltenen Bestandesmessungen an Versuchsflächen im Zellwald (etwa 50 jähriger Fichtenbestand), in Roitzsch (etwa 40 jähriger Kiefernbe-

stand) und in Laußnitz (etwa 100 jähriger Kiefernbestand bzw. etwa 20 jähriger Roteichenbestand mit Kiefernüberhalt und Freifläche) ersichtlich. In Laußnitz lagen die pflanzenverfügbaren Wassergehalte im Altbestand seit Anfang und im Roteichenbestand seit Ende Mai deutlich unter denen der Freifläche, waren aber noch über dem kritischen Feuchtebereich. In Roitzsch stand für die Kiefer seit Juni im Oberboden praktisch kein Wasser mehr zur Verfügung, obwohl Niederschläge im Juni und Juli die Verdunstung kurzzeitig ausglich.

Im Zellwald erreichten die Wassergehalte unter dem Fichtenbestand zwar erst Ende Juli das kritische Niveau, allerdings ist der Bodenwasserspeicher in 30 cm Tiefe hier schon seit längerem nur mäßig gefüllt. Hier glichen die Stauwasserböden (Pseudogleye) wahrscheinlich über mehrere Jahre negative klimatische Wasserbilanzen aus; dieser Speicher scheint nach den Niederschlagsdefiziten in den Jahren 2014 und 2015 nun aber weitgehend aufgebraucht.

Luftqualität

Waldökosysteme sind über den Luftpfad den akuten Einwirkungen bodennaher Luftschadstoffe wie Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffdioxid (NO_2), Ammoniak (NH_3) und Ozon (O_3) ausgesetzt. Die genannten Verbindungen wirken direkt auf die Assimilationsorgane der Waldbäume und können dort zu toxischen Schäden führen. Chronische Belastungen der Waldböden können auch bei schädlichen toxischen Luftkonzentrationen über die atmosphärische Auswaschung der Gase und die Auskämffunktion der Waldbäume über den Kronenraumniederschlag gesteuert werden. Bereits Julius Adolph Stöckhardt beschäftigte sich Mitte des 19. Jahrhundert an der Forstlichen Hochschule in Tharandt mit der Wirkung von Rauchgas (Schwefeldioxid) auf die Waldgesundheit (s.a. Nebe und Feger, 2005).

Auf dem Höhepunkt der Waldschadensdebatte mit Schlagworten wie „saurer Regen“ und „Waldsterben“ wurde 1985 das ICP Forests (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests), ins Leben gerufen (vergleiche Waldzustandsberichte von 2002 und 2009). Dieses, unter deutscher Leitung arbeitende, internationale Kooperativprogramm hat nach wie vor das Ziel, grenzüberschreitend die Luftqualität und deren Auswirkungen auf Wälder zu überwachen. Die Messung gasförmiger Immissionen an siedlungsfernen Waldstandorten ließ sich allerdings aufgrund der technischen Anforderungen für Luftmesscontainer lange nicht realisieren. Erst seit der Entwicklung stromlos arbeitender („passiver“) Sammelgeräte Ende der neunziger Jahre ist dies möglich. Seit Mitte 2001 sind Passivsammler deshalb ein wichtiger Bestandteil des forstlichen Umweltmonitorings auch in Sachsen.

Messung der Luftqualität mit Hilfe von Passivsammlern

Die Ermittlung der Luftschadstoffbelastung erfolgt in Sachsen mit sogenannten FERM-Passivsammlern (Ferm und Svanberg, 1998). Basierend auf der molekularen Gasdiffusion reichert sich das entsprechende Gas auf dem imprägnierten Filter des Sammlers (siehe Abb. 13) über den Expositionszeitraum an. Mittels chemischer Extraktion im Labor erfolgt die Rücklösung des Gases vom Filter und unter Einbeziehung der Sammlergeometrie und chemischer Konstanten die Berechnung der Zielgröße „Luftkonzentration“.



Für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Ozon werden die Sammler durch den Entwickler, das Schwedische Umweltforschungsinstitut in Göteborg, präpariert und gemessen. Ebenso wird seit 2011 im Labor des SBS mit Ammoniaksammlern verfahren. Zur Qualitätssicherung werden bei diesem Parameter in einem Forschungsverbund mit der Forschungsstelle für Umweltbeobachtung in Rapperswil (Schweiz) und dem Leibniz-Institut für Troposphärenforschung in Leipzig an den Standorten Graupa und Melpitz (Torgau) Vergleichsmessungen mit aktiven Messverfahren durchgeführt. Die Messung der Gaskonzentrationen erfolgt seit Juni 2001 auf allen acht Dauerbeobachtungsflächen. Im Gegensatz zu den monatlich gemessenen Luftschadstoffen SO_2 , NO_2 und NH_3 werden Ozonsammler in einem 14-tägigen Rhythmus ausgebracht. Seit 2011 erfolgt die O_3 -Messung nur während der Vegetationsperiode April bis September. Es werden pro Messzyklus für NO_2 und SO_2 je ein und für Ozon zwei Sammler verwendet, während Ammoniak in vierfacher Wiederholung gemessen wird.

Im Zuge von Vergleichsstudien mit Aktivmessverfahren wurden die eingesetzten Sammler auf Genauigkeit und Aufnahmekapazität geprüft (vgl. Dämmgen et al., 2010; Baumgarten, 2003). Eine Validierung der Messgenauigkeit der Ozonkonzentrationen durch kontinuierliche Messungen des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) konnte aktuell am Beispiel der Stationen Carsfeld (LfULG) und Klingenthal (SBS) durchgeführt (Abb. 14) werden. Die dabei ermittelte Abweichung von 11 % höheren Ozonkonzentrationen an der Station Carsfeld ist vernachlässigbar. Die FERM-Sammler ermöglichen verlässliche und durch den Verzicht auf externe Stromversorgung sowie durch einen geringen logistischen und auch personellen Aufwand sehr kostengünstige Messungen.

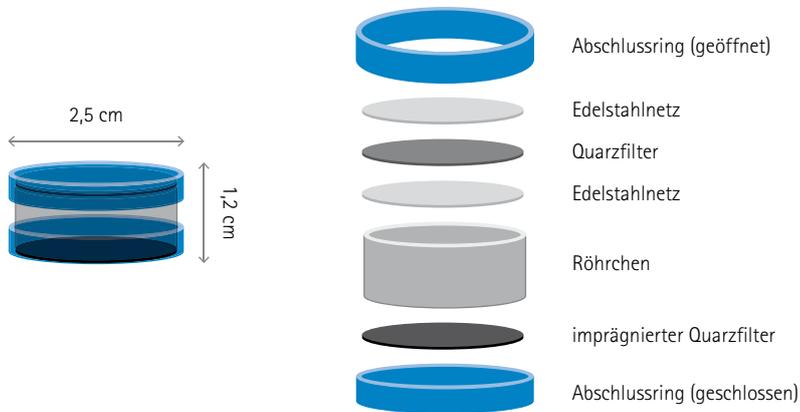


Abb. 13: Aufbau eines Passivsammlers nach FERM (links) und Messaufbau im Gelände (rechts).

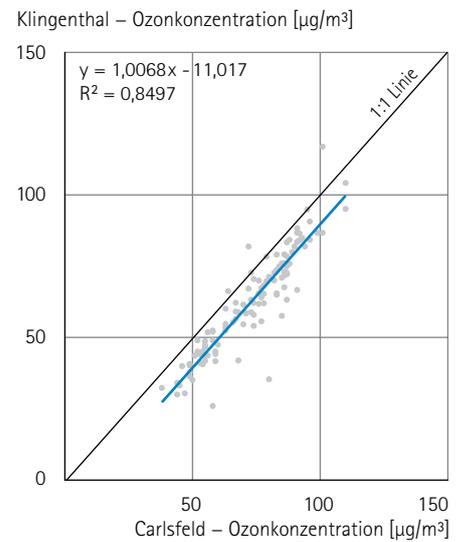
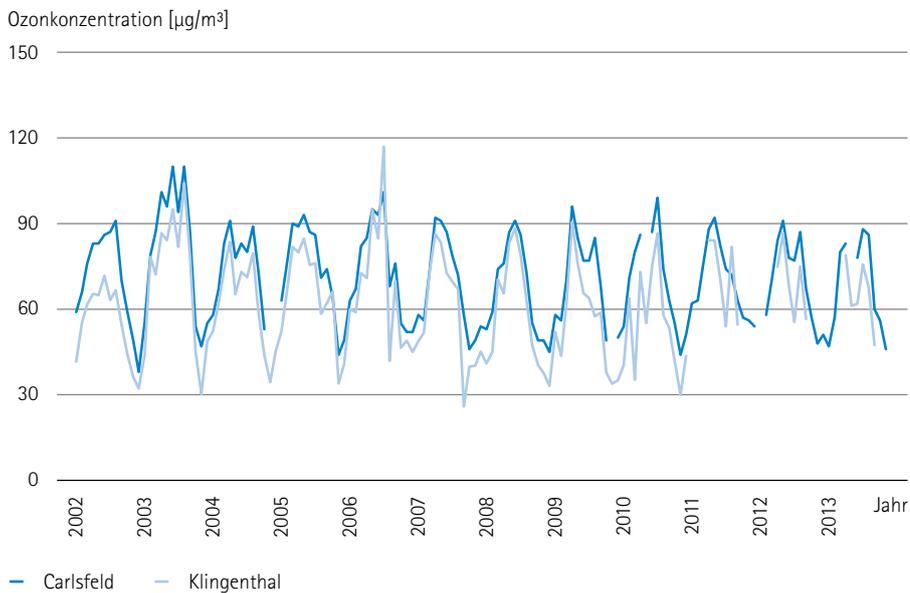


Abb. 14: Zeitreihe der monatlichen Ozonkonzentration der Stationen Carlsfeld (LfULG) und Klingenthal (SBS) zwischen 2002 und 2013 (links). Eine geringe Verschiebung der verwendeten Messwertpaare um $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und eine hohe Korrelation von $r^2 = 0,85$ sprechen für eine zufriedenstellende Übereinstimmung der verglichenen Messsysteme (rechts).

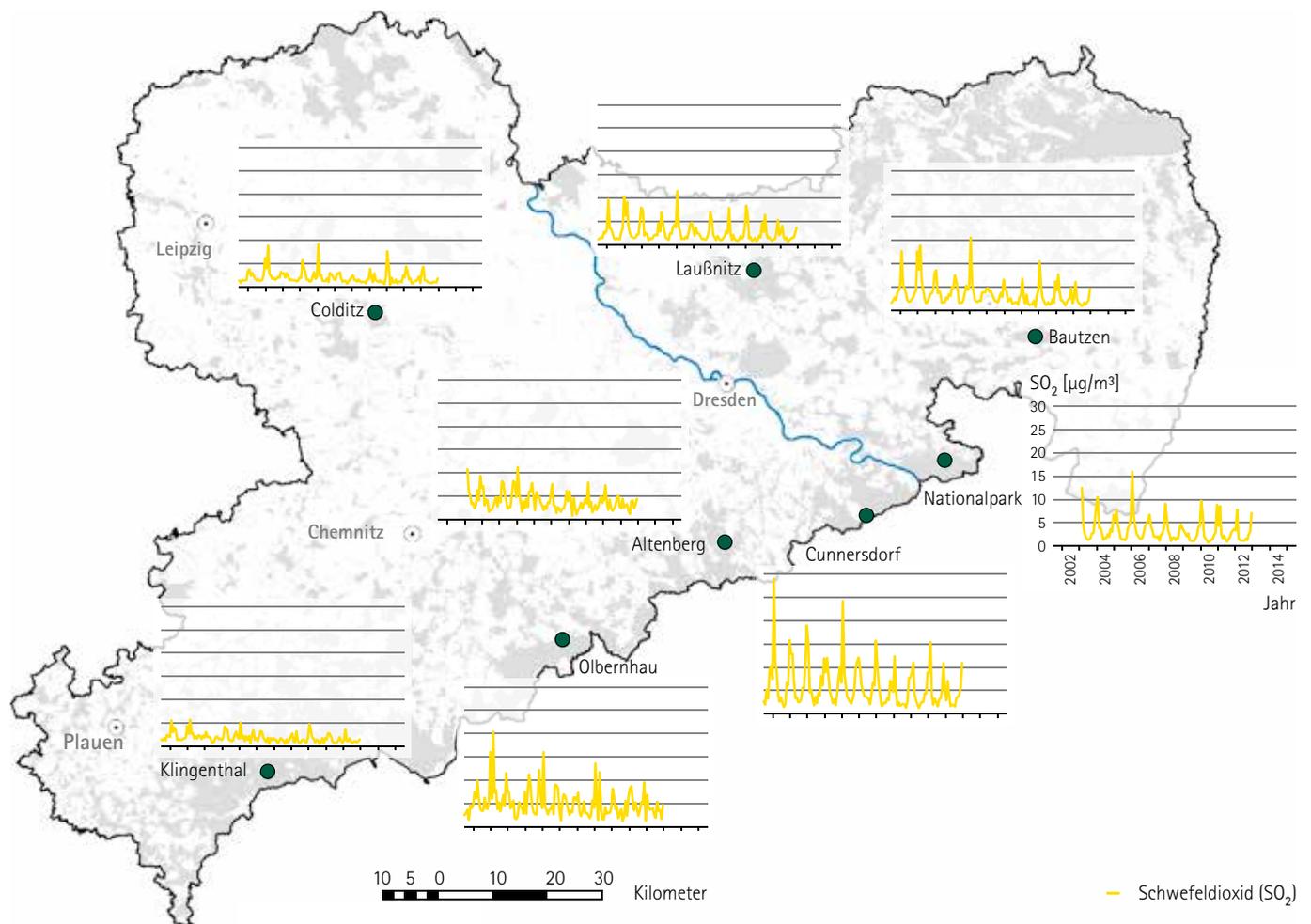


Abb. 15: Zeitliche Entwicklung der monatlichen Schwefeldioxidkonzentration zwischen Juni 2001 und Dezember 2012 für alle sächsischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald.

Schwefeldioxid

Ein Großteil der Schwefeldioxidemissionen ist anthropogen und stammt aus der Verbrennung fossiler Energieträger und anderer schwefelhaltiger Brennstoffe. Natürliche Emissionen, in einer sehr übersichtlichen Größenordnung, sind unter anderem Vulkanaktivitäten zuzuordnen. Gemeinsam mit Stickstoffverbindungen trägt Schwefeldioxid maßgeblich zur Versauerung von Ökosystemen bei.

Historische Schwefeldioxid-Messwerte aus dem Jahre 1985 zeigten für Zinnwald (Osterzgebirge) einen Jahresmittelwert von über 90 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Nebe und Feger, 2005). Die Erfassung der Schwefeldioxidgehalte der Luft an den sächsischen Dauerbeobachtungsflächen begann erst im Juni 2001. Ab diesem Zeitpunkt wurden die höchsten Monatskonzentrationen von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Station Cunnersdorf

und die niedrigsten in Klingenthal bzw. Colditz mit $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen (siehe Abb. 15). Insgesamt ist an allen Waldmessstationen bis Ende 2012 eine weitere Verringerung der SO₂-Immissionen erkennbar.

Besonders deutlich ist dieser Rückgang an den Stationen Cunnersdorf, Olbernhau und Altenberg, welche in der ehemaligen Immissionsschadzone III liegen (Liebold und Drechsler, 1991). Die Minderung dieses Schadgases in der Atmosphäre seit 1992 lässt sich auch in den Nadeln und Blättern der Waldbäume nachweisen. Die Nadel-/Blattspiegelwerte für Schwefel sind auf allen Messstationen von den nahezu toxischen in den niedrigen Versorgungsbereich abgesunken.

Innerhalb eines Jahres schwanken die SO₂-Gehalte in der Regel sehr stark. Die Heizperiode führt zu besonders hohen Messwerten zwischen Oktober und März (Beispiel Cunnersdorf: siehe Abb. 20).

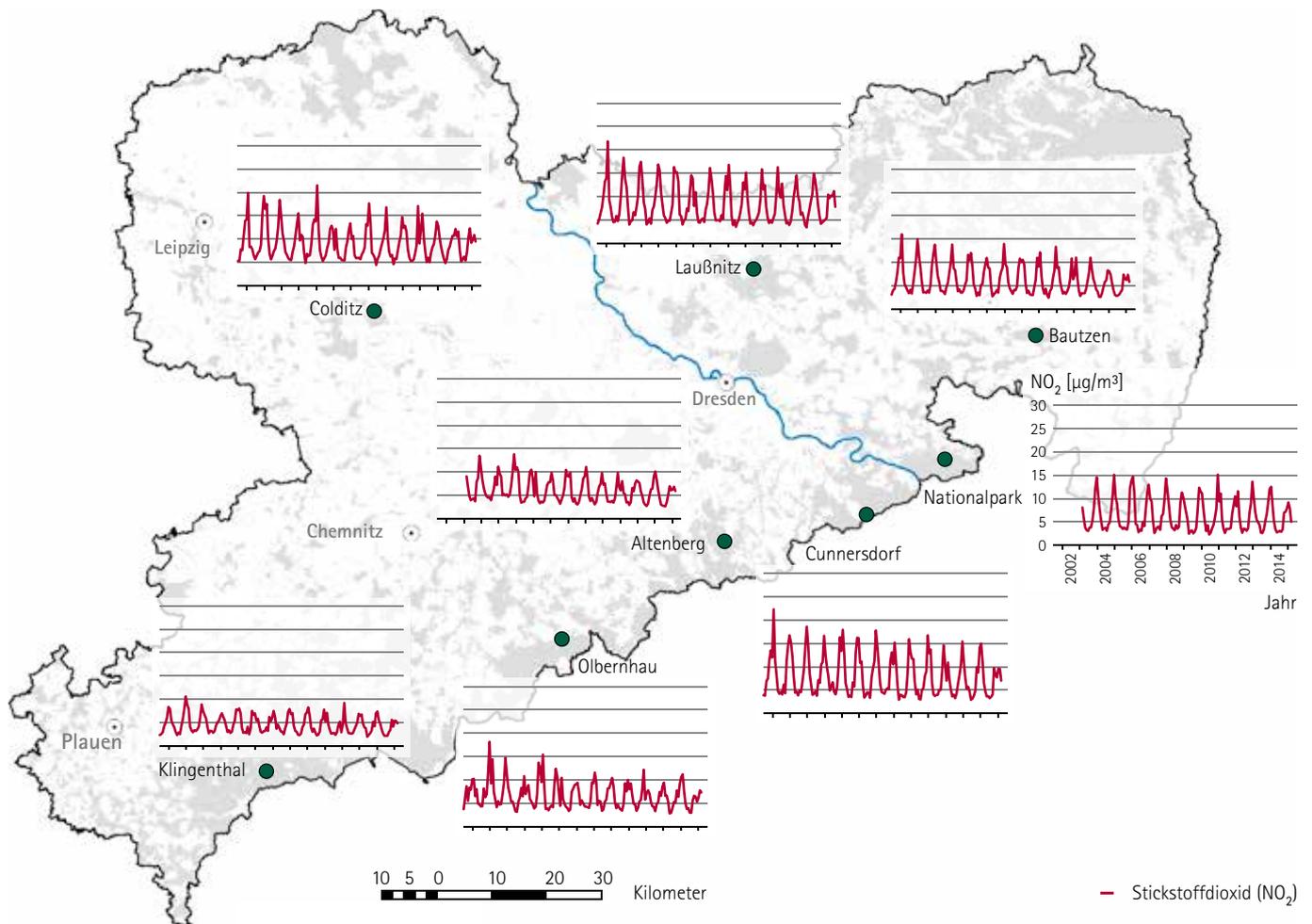


Abb. 16: Zeitliche Entwicklung der monatlichen Stickstoffdioxidkonzentration zwischen Juni 2001 und März 2015 für alle sächsischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald.

Stickstoffdioxid

Bedeutende Emissionsquellen für Stickstoffverbindungen sind Verbrennungsprozesse (Kraftfahrzeuge, Kraftwerke oder Hausbrand) sowie die Herstellung von mineralischen Düngemitteln (Baumgarten, 2003). Mit dem Einbau von Entstickungsanlagen bei Wärmekraftwerken ist eine Verringerung der Emissionen nachweisbar (Umweltbundesamt, 2014). Verkehrsbedingte Stickstoffemissionen sind trotz der Einführung von Katalysatoren und verbesserter Motorentechnik nicht zuletzt durch steigende Verkehrszahlen kompensiert worden und nur geringfügig zurückgegangen (Elling et al., 2007).

Die Wirkung von Stickstoffoxiden als Versauerungskomponente wurde bereits angesprochen. Darüber hinaus führen erhöhte Stickstoffeinträge auch zu einer Eutrophierung bzw. Nährstoffanreicherung der Ökosysteme verbunden mit einer Verdrängung stickstoffempfindlicher Pflanzenarten.

Seit Beginn der Messungen im Sommer 2001 sind die Einträge an Stickstoffoxiden größtenteils rückläufig (siehe Abb. 16). Vergleicht man die Zeitabschnitte 2001 bis 2003 und 2012 bis 2014 miteinander, so lässt sich für einen Großteil der Messflächen ein Rückgang der NO₂-Konzentration von 10 % feststellen. Die deutlichsten Entlastungen sind in Olbernhau und Bautzen spürbar. Währenddessen sind in Colditz und im Nationalpark Sächsische Schweiz keine Veränderungen der Eintragungssituation erkennbar. Der Jahresgang der Stickstoffdioxidkonzentration folgt der Schwefelkonzentration und damit den gleichen Emissionsmustern (Abb. 20, Beispiel Laußnitz).

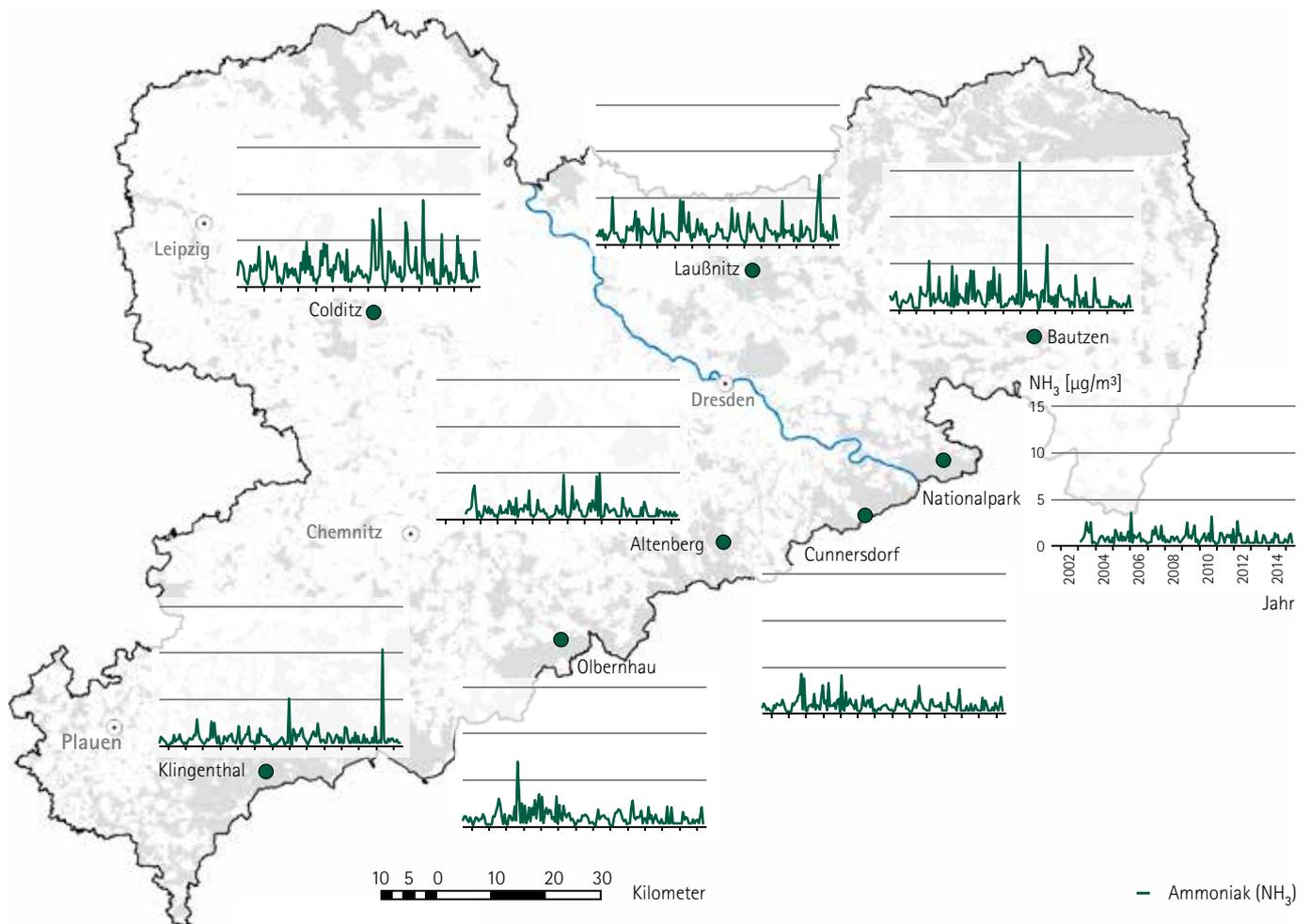


Abb. 17: Zeitliche Entwicklung der monatlichen Ammoniakkonzentration zwischen Juni 2001 und September 2014 für alle sächsischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald.

Ammoniak

Natürliche Emissionen von Ammoniak sind in geringem Umfang bei mikrobiellen Prozessen im Boden, wie z. B. dem Abbau der Humusaufgabe, zu erwarten. Anthropogene Quellen sind vor allem die landwirtschaftliche Produktion über die Tierhaltung und die entsprechende Ausbringung organischen Düngers (Gülle, Mist). Der Ferntransport von Ammoniak selbst ist sehr eingeschränkt. Eine trockene Deposition findet in unmittelbarer Nähe zum Emittenten statt (Kaltz et al., 2010). Im Zuge der Umwandlung zu Ammoniumnitrat oder -karbonat in der Atmosphäre unterliegen diese Stickstoffverbindungen dann dem Ferntransport und werden auch quellenfern durch Auswaschung aus der Atmosphäre in Wald-Ökosysteme eingetragen.

Nur an den acht Waldmessstationen des forstlichen Umweltmonitorings erfolgen in Sachsen Ammoniakmessungen der Umgebungsluft. Die Tief- und Hügellandstationen Colditz, Laußnitz und Bautzen weisen über den

gesamten Beobachtungszeitraum die höchsten mittleren Monatskonzentrationen von 1,1 bis 1,7 µg/m³ auf. Die Stationen in Klingenthal und im Nationalpark Sächsische Schweiz messen mit Werten von 0,7 µg/m³ die geringsten Ammoniakkonzentrationen (Abb. 17). Eine Verringerung der Belastung ist im Überwachungszeitraum von 2001 bis 2014 nicht erkennbar. Vielmehr ist in Colditz und Laußnitz ein Anstieg der Ammoniakkonzentrationen zu verzeichnen.

Im Jahresverlauf stechen die Frühjahrs- und Herbstmonate mit erhöhten Gehalten hervor (siehe Abb. 20, Beispiel Colditz). Während der Ausbringungszeit von organischem Dünger auf landwirtschaftlich genutzten Flächen werden hier nicht selten Monatsgehalte von 3 µg/m³ überschritten (Colditzmax: 7,5 µg/m³ im Mai 2014). Eine Überschreitung des für Jahresmittel gültigen Ammoniak-Orientierungswertes der TA-Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) von 10 µg/m³ tritt nur in wenigen Monaten an den Stationen Colditz, Bautzen und Klingenthal auf.

Ozon

Zur Bildung von vegetationswirksamem Ozon ist die Anwesenheit von Vorläufersubstanzen (Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Methan) in Bodennähe notwendig. Diese entstammen größtenteils anthropogenen Quellen wie dem Straßenverkehr, Kraftwerken oder industrieller Produktion. Zusammen mit intensiver Sonneneinstrahlung entsteht durch eine komplexe photochemische Reaktion der farblose und giftige Sekundärschadstoff Ozon. Aufgrund des Ferntransportes von Ozon ist die Konzentration in industriiefernen Gebieten (ländlicher Raum) besonders hoch (Stockwell et al., 1997). Diese Differenzierung lässt sich auch innerhalb der acht Dauerbeobachtungsflächen feststellen. Hohe und langanhaltende Ozonkonzentrationen führen vor allem bei Laubbäumen zu sichtbaren Schäden an den Blattorganen (siehe Abb. 18).

Im gesamten Untersuchungszeitraum ist weder ein Rückgang noch ein Anstieg von Ozon zu verzeichnen (Abb. 19). Die mittlere Monatskonzentration

für die Stationen Klingenthal, Olbernhau, Bautzen und Altenberg liegt zwischen 63 und 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Jahresverlauf werden während der Monate April bis Juli erwartungsgemäß die maximalen Ozonkonzentrationen erreicht.

Im Laufe der letzten Jahre wurden die höchsten Ozonkonzentrationen allesamt im Juli 2006 in Bautzen mit 126 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, gefolgt von Klingenthal mit 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und Altenberg mit 113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. An der Erzgebirgsstation Olbernhau wurden zwischen 2001 und 2014 Messwerte von durchschnittlich 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Hochsommer gemessen (vgl. Abb. 20). In den Wintermonaten November und Dezember gehen die Konzentrationen erwartungsgemäß auf die Hälfte zurück. Aufgrund der Höchstkonzentrationen über die Sommermonate werden seit 2011 die Passivsammler für Ozonmessungen nur noch während der Vegetationsperiode (April–September) ausgebracht.



Abb. 18: Ozonbedingte Schäden an Buchenblättern. Aufnahme vom 11.09.15 im Osterzgebirge. Charakteristische „Bronzierung“ auf der Blattoberseite (Innes et al., 2001) wird durch die Schädigung des Palisadengewebes hervorgerufen (Fotos: R. Benning).

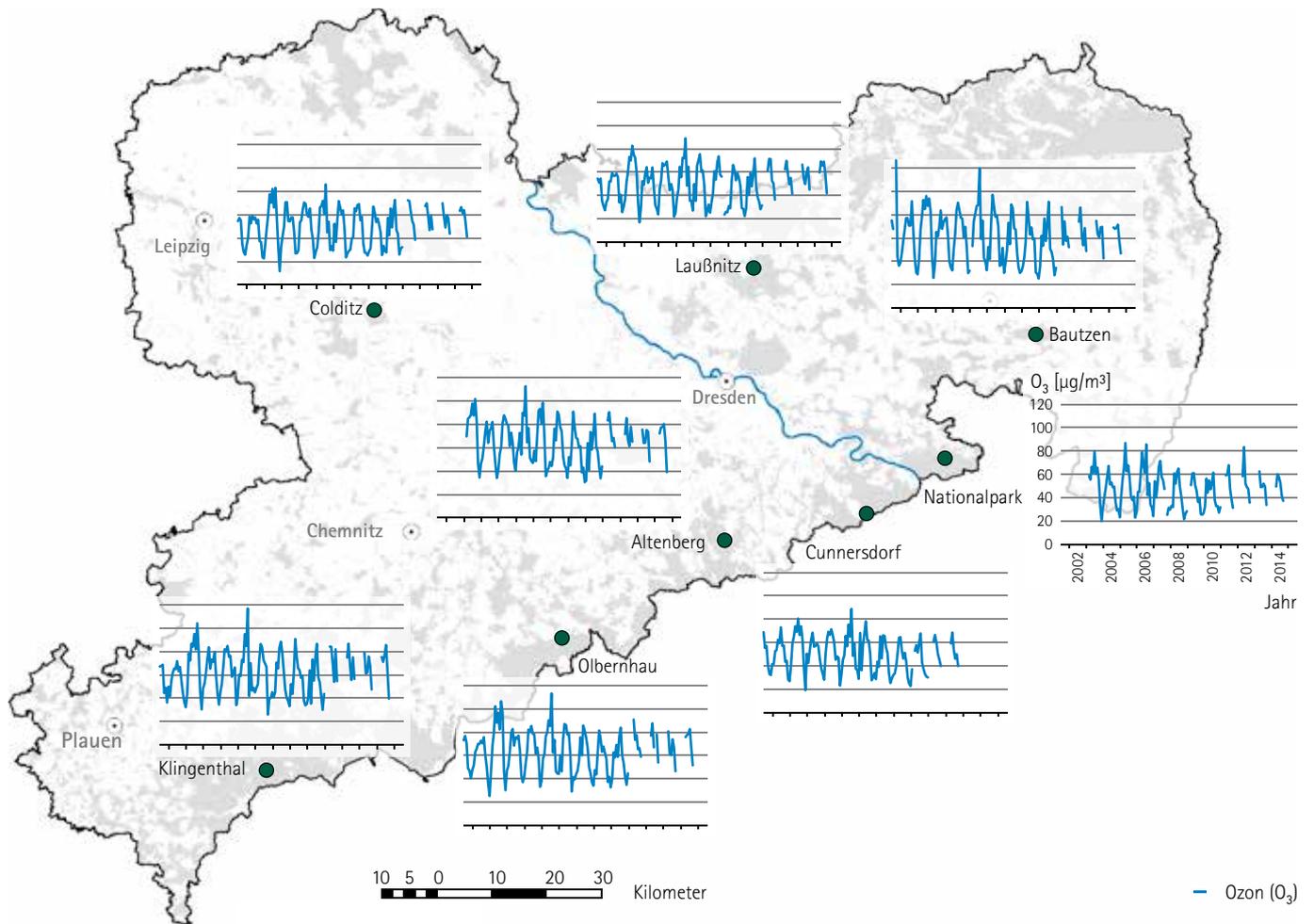


Abb. 19: Zeitliche Entwicklung der monatlichen Ozonkonzentration zwischen Juni 2001 und September 2014 für alle sächsischen Dauerbeobachtungsflächen im Wald.

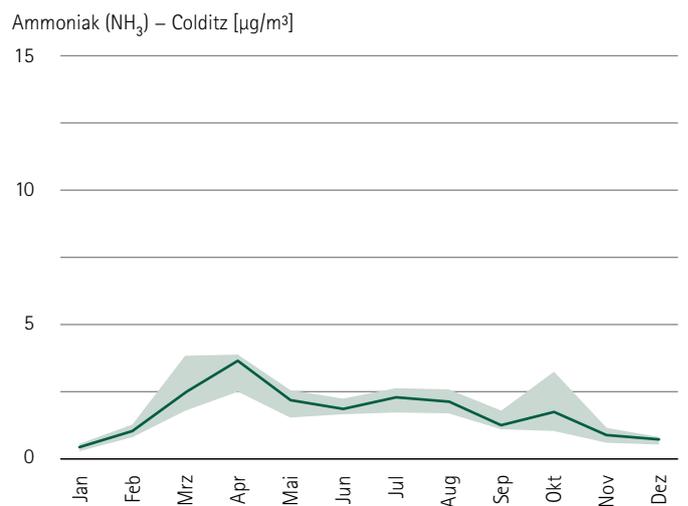
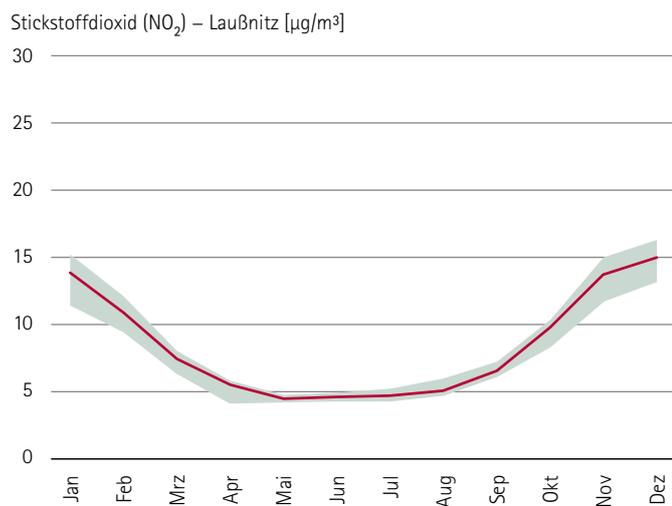
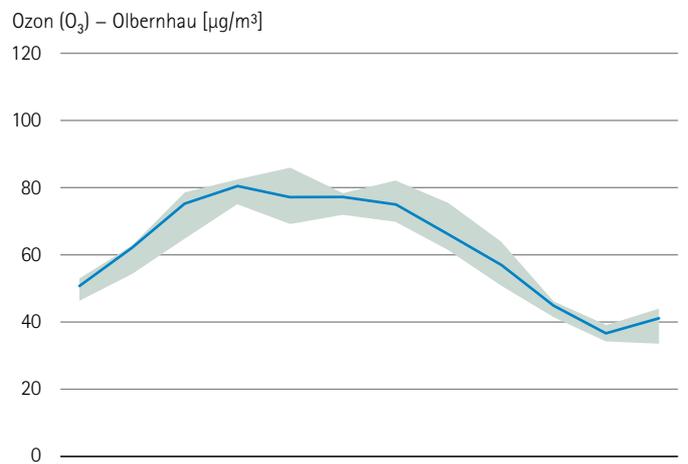
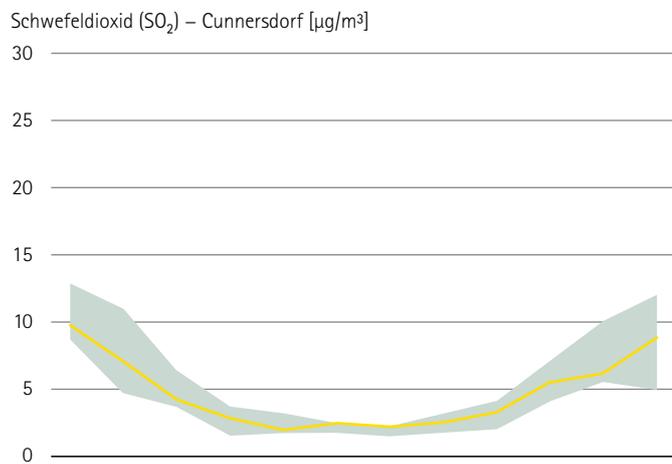
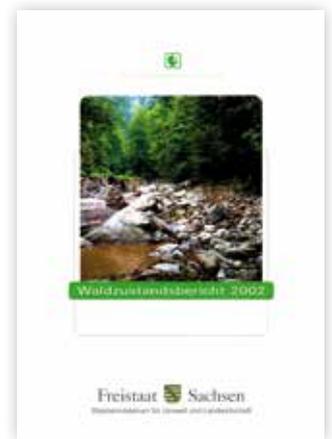
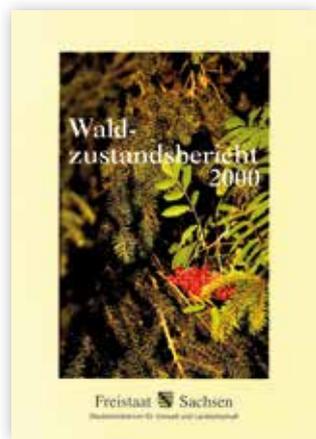
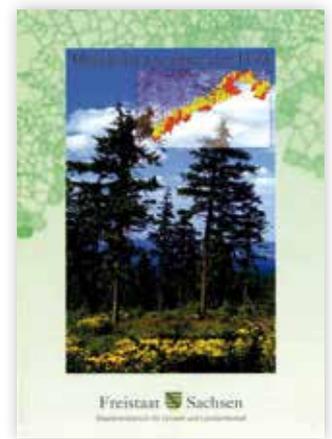
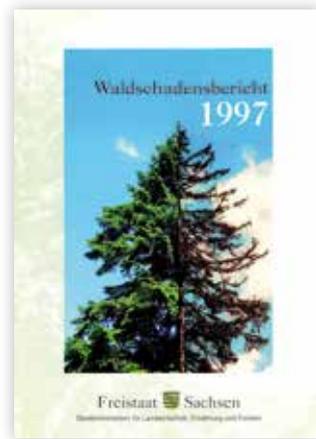
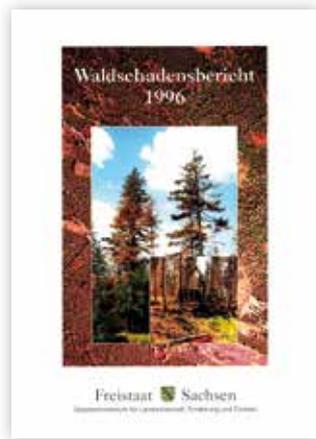
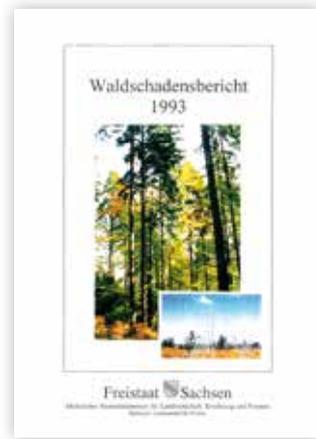
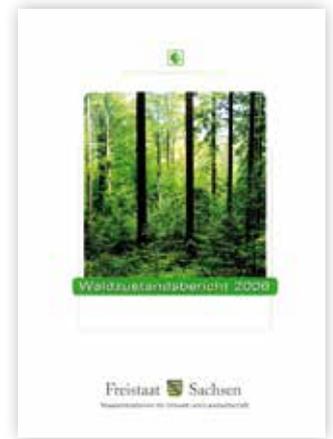
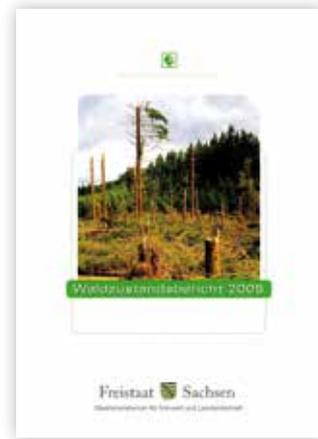
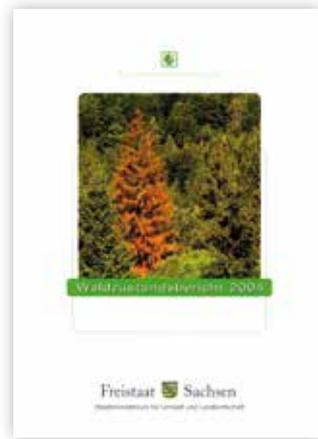
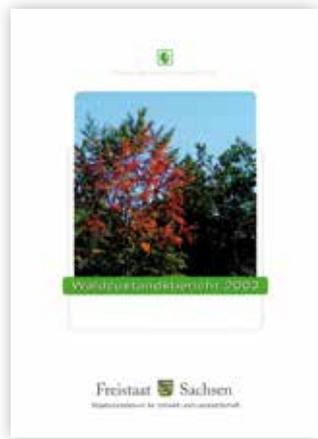


Abb. 20: Mittlerer Jahresverlauf der Schadgase Schwefeldioxid, Ozon, Ammoniak und Stickstoffdioxid für ausgewählte Dauerbeobachtungsflächen (Mediane des Messzeitraumes von 2001 bis 2014 unter Angabe des 25. und 75. Quantils).





Bodenversauerung und Waldsterben als Impuls für die jährliche Erhebung des Waldzustandes

Schon im Mittelalter wurden erste lokale Rauchschäden durch Erzverhüttung an den windexponierten Waldhängen des Erzgebirges festgestellt, welche sich im Laufe des 16. und 17. Jahrhunderts verstärkten. So wurde Ende des 17. Jahrhunderts beispielsweise Folgendes berichtet: „Giftiger Thau fällt auf die Wälder und verursacht eine große Fäulnis“ (Landeshistoriker und Pfarrer Lehmann, 1699). Sächsische Wälder wurden im 18. Jahrhundert großflächig von Hütten- und Industrieemissionen beeinträchtigt (Nebe und Feger, 2005). Schwerpunkte bildeten neben den Wäldern des Osterzgebirges der Tharandter Wald aufgrund seiner räumlichen Nähe zu den Emittenten der sächsischen Hüttenwerke in Freiberg (von Detten, 2013). Im Laufe des 19. Jahrhunderts wurden die Rauchschäden im Wald immer offenkundiger. Nicht nur im Umfeld der Hüttenwerke waren Waldflächen betroffen, sondern auch in immer weiterer Entfernung. Und die Schäden wurden chronisch. Anfang des 20. Jahrhundert formulierte der sächsische Forstrat C. Gerlach die Vermutung, dass die böhmischen Industrieabgase im Braunkohlegebiet um Brüx (dem heutigen Most) maßgeblich einen Einfluss auf das Tannensterben in Sachsen hätten (Gerlach, 1922).

Innerhalb Mitteleuropas nimmt das mittlere und östliche Erzgebirge hinsichtlich der Belastungsdauer und -intensität eine Sonderstellung ein

(Elling et al., 2013). Kein anderes Gebirge wurde wesentlich früher und in dieser Stärke durch Luftschadstoffe, und speziell durch Schwefeldioxid und dessen Folgeprodukte (schweflige Säure, Schwefelsäure), belastet. Das gesamte Ausmaß der langjährigen Schadstoffeinwirkung wurde nach der politischen Wende durch die Arbeit von Liebold und Drechsler (1991) zur Entwicklung der Schadflächen in den Fichtenbetrieben Sachsens veröffentlicht (vgl. Abb. 21).

Die Erfassung der Schäden und die Ausweisung von Immissionsschadzonen begann bereits 1963 und wurde 1977 durch kontinuierliche Luftbildaufnahmen erweitert. Die Schadzonierung war Grundlage für die Sonderbewirtschaftung immissionsgeschädigter Wälder und fußte auf einer der Forsteinrichtung vorgeschalteten „Waldschadenserhebung“ an „in der Regel über 60-jährigen Bestände[n] der Hauptbaumart“ [...] „in einem durch die örtlichen Forstwirtschafter signalisierten Schadgebiet“. Mit Stichtag 1. Januar 1991 lagen zirka zwei Drittel der Waldfläche Sachsens in der Immissionsschadzone I extreme bis starke Schäden, II mäßige oder III leichte Schäden (Liebold und Drechsler, 1991). Zwischen 1968 und 1990 betrug die Zunahme der Schadfläche im Verhältnis zur Waldfläche fast 65 Prozentpunkte (7,1 > 71,4 %).

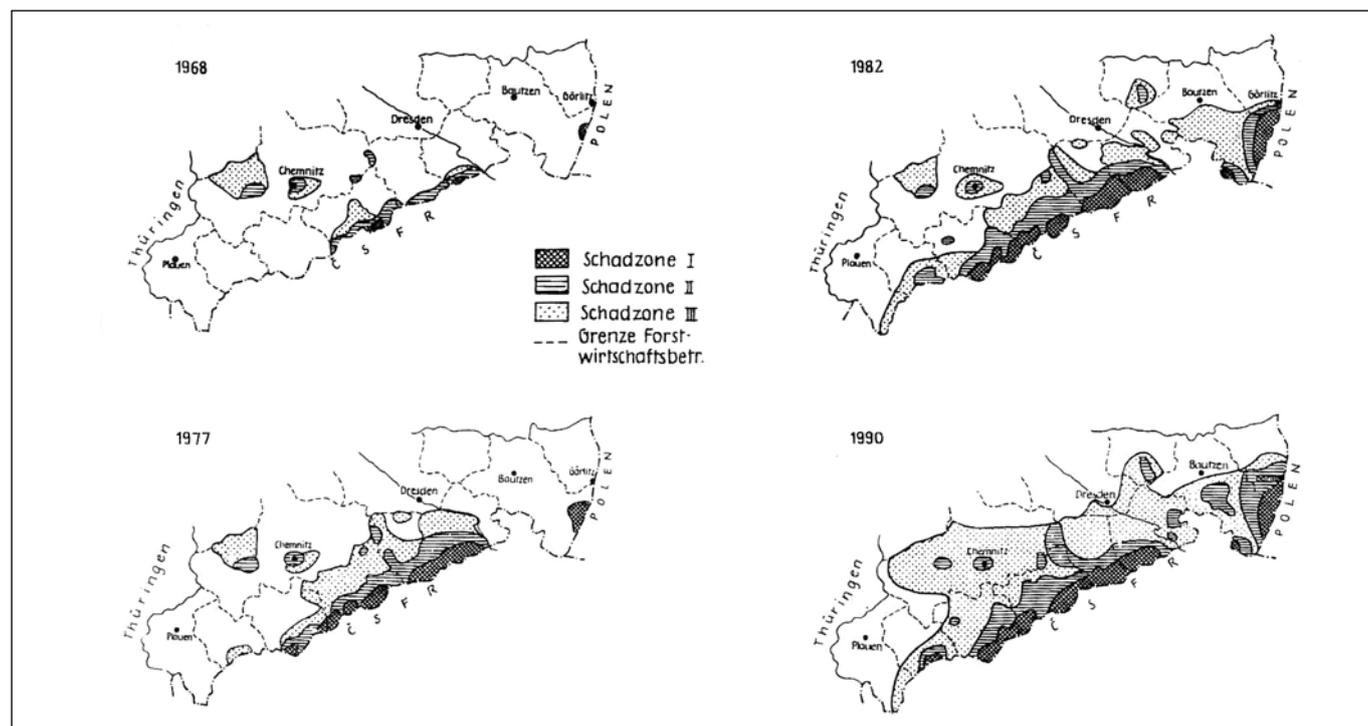
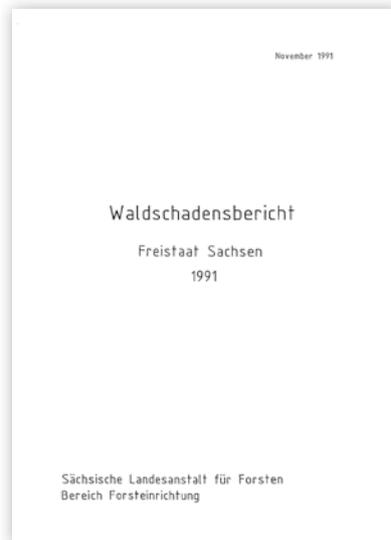


Abb. 21: Schadflächenentwicklung in den sächsischen Fichtenbetrieben. Schadzone I (extreme bis starke Schäden), II (mäßige Schäden), III (leichte Schäden). Aus: Liebold und Drechsler, 1991.

Angelehnt an die seit 1985 unter anderem in der Bundesrepublik laufende „Waldschadenserhebung“ zur Umsetzung der 1979 ratifizierte Genfer Luftreinhaltekonvention (CLRTAP) folgte die Arbeitsgruppe „Schadenserhebung Immissionssschäden in den Wäldern der DDR“ des VEB Forstprojektierung Potsdam „mit dem vermehrten Auftreten von Waldschäden auch in weniger immissionsbelasteten Gebieten [dem Anfang der achtziger Jahre entstandenen] Bedürfnis der Praxis und Wirtschaftszweingleitung nach flächendeckenden Informationen zum Gesundheitszustand der Wälder der DDR zu einem einheitlichen Termin.“ Diese „Vitalitätsaufnahmen“ erfolgten von 1986 bis 1989 im Rahmen der Ökologischen Waldzustandskontrolle (ÖWK). Sie wichen hinsichtlich Flächen- und Baumartenauswahl sowie bei Aufnahmeprinzipien von der Verordnung (EWG) Nr. 3528/86 ab, fußten aber zur Bewertung der Waldschäden wie diese auf Nadel- und Blattverlustansprachen (VEB Forstprojektierung Potsdam, 1990). Das Netz dieses Teils der ÖWK hatte eine „rechnerische Dichte“ von etwa 3 x 3 – Kilometern und ist somit Vorläufer der streng systematisch ausgerichteten Waldschadens- bzw. seit 1999 Waldzustandserhebung genannten Inventur, die seit 1991 auch in Sachsen nach bundeseinheitlichem Aufnahmeschema etabliert ist (siehe Abb. 22).

Die Inventur ist Voraussetzung, damit die Staatsregierung gem. § 58 Abs. 2 des Waldgesetzes für den Freistaat Sachsen dem Landtag jährlich einen Waldzustandsbericht übermitteln kann. Sie wird für den gesamten sächsischen Wald durchgeführt. Nach wechselndem Stichprobenumfang zwischen 1991 und 1996 erfolgt seit 1997 die jährliche Ansprache von etwa



6.600 Bäumen auf einem systematischen landesweiten Stichprobenraster von 4 x 4 – km (Abb. 23), das bereits 1991 in einer internen Direktive (Abb. 22) auf Grund der guten regionalen Aussagekraft empfohlen worden war. Die gewählte Rasterdichte ermöglicht statistisch abgesicherte Ergebnisse auch auf Ebene der Wuchsregionen.

Bodenzustandserhebung im Bundesland Sachsen

Sachsen ist die von Fremdstoffeinträgen und Luftschadstoffbelastungen am stärksten betroffene Region der neuen Bundesländer. 1990 schloß sich die ehemalige DDR der gemeinschaftlichen EG-Waldschadenserhebung an, um die Auswirkungen der Luftschadstoffbelastung auf den Wald nach einheitlicher EG-Methode zu erheben und vergleichbar zu machen. Die im 16 x 16 km-Raster durchgeführten Erhebungen erwiesen sich als zu wenig aussagekräftig für das Land Sachsen. Deshalb wird 1991 in diesem Bundesland die Waldschadenserhebung im 4 x 4 km-Raster durchgeführt.

Abb. 22: Auszug aus einem internen Schreiben von Drechsler (1991), Landesanstalt für Forsten.

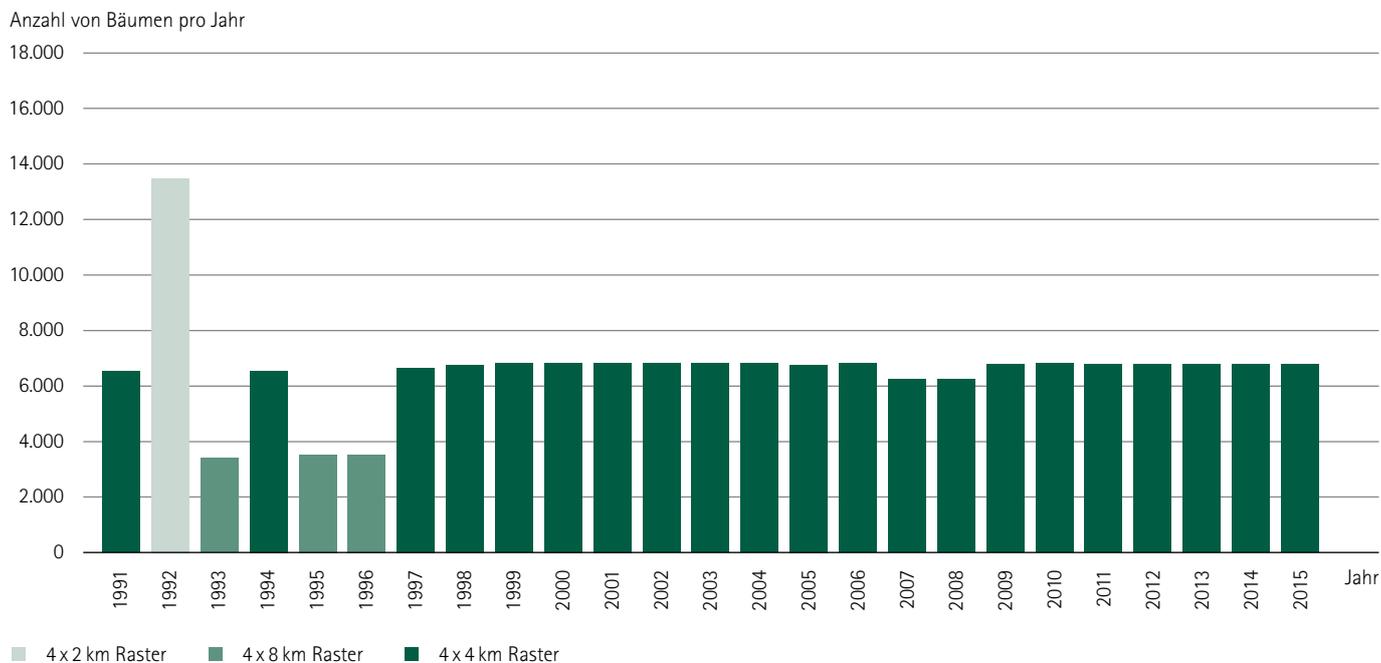


Abb. 23: Anzahl der Probestämme in den Jahren 1991 bis 2015 in Abhängigkeit vom Stichprobenraster. Im Durchschnitt wurde jährlich an 6.600 Bäumen der Kronenzustand eingeschätzt.

Die Kronenansprachen erfolgen immer im gleichen Zeitraum von Mitte Juli bis Ende August. Die erste flächendeckende Kronenansprache wurde vom 15.7. bis 29.08.1991 an 272 Aufnahmepunkten mit vier Trupps zu je zwei Personen bewerkstelligt. Hierfür wurden eigene Mitarbeiter der Landesanstalt für Forsten eingesetzt. Insgesamt waren bis heute rund 70 Mitarbeiter der sächsischen Landesforstverwaltung an den Erhebungen beteiligt (siehe Namensliste im Anhang). Seit 2007 sind Werkvertragnehmer mit forstlicher Hochschulausbildung für die Ansprache der Probestämme zuständig. Der Kreis geeigneter Werkvertragnehmer wird alle vier Jahre durch einen Teilnehmerwettbewerb eingegrenzt. Jeder Gutachter muss einzeln 20 Bäume der Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, und Eiche bewerten. Von der Musterlösung des SBS darf nur geringfügig abgewichen werden. In diesem Jahr nahmen 27 Firmen mit insgesamt 35 Teilnehmern an der Prüfung teil. Zweiundzwanzig Personen bestanden die Prüfung und können sich nun in den nächsten vier Jahren an den jeweiligen Ausschreibungen des SBS beteiligen.

Zur Qualitätssicherung werden weiterhin – wie beim Vorläufer ÖWK – etwa 15 % der aufgenommenen Bäume durch speziell geschulte Mitarbeiter der sächsischen Landesforstverwaltung kontrolliert. Seit 2009 sind vier Mitarbeiter des Kompetenzzentrums für Wald und Forstwirtschaft des SBS parallel in diesen 2-Personen-Kontrollteams tätig. Diese Trupps sind auch für die einzelbaumweise Kronenansprache auf den forstlichen Dauerbeobachtungsflächen (Level II) zuständig.

Qualitätssicherung durch Abstimmungskurse

Vor der Beurteilung Probestämme werden seit 1992 sowohl auf Bundes- als auch Landesebene Abstimmungskurse durchgeführt. Anhand von standardisierten Fotoreihen (Abb. 24) mit unterschiedlicher Kronenverlichtung für die Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche und die Nebenbaumarten Tanne, Douglasie und Lärche werden jährlich Ende Juni die Landesinventurleitungen der Länder auf einer einwöchigen Geländeschulung für das richtige Ansprechen der Kronenverlichtung und des Vergilbungszustandes geschult (Abb. 25). Sachsen war 1999 und 2000 Gastgeber der Landesinventurleiterschulung des Bundes und richtete 2003 für Deutschland den mitteleuropäischen Kurs aus.

Zur Aufrechterhaltung des abgestimmten einheitlichen Schätzniveaus auf Landesebene erfolgt durch die Kontrollteams der sächsischen Inventurleitung direkt im Vorfeld jeder Erhebungskampagne die Schulung der sieben freiberuflichen Aufnahmetrupps.



Abb. 24: Bilderserien von Fichte, Kiefer und Buche zur Einschätzung der Kronenverlichtung unter Angabe des Boniturbereiches. Aus: BMELV (2007).

Zur Aufrechterhaltung des abgestimmten einheitlichen Schätzniveaus auf Landesebene erfolgt durch die Kontrollteams der sächsischen Inventurleitung direkt im Vorfeld jeder Erhebungskampagne die Schulung der sieben freiberuflichen Aufnahmetrupps.



Abb. 25: Bundesinventurleiterkurs 2013 in Witzenhausen/Hessen (Foto: R. M. Kreten, SaarForst).

Zur Qualitätssicherung der Ergebnisse aus den Bundes- und Landesschulungen erfolgen im Anschluss statistische Zusammenstellungen der Schätzungen und eine kritische Betrachtung bei überdurchschnittlichen Abweichungen zwischen den Trupps. Die von Eickenscheidt und Wellbrock (2014) publizierte Auswertung der Landesinventurleiterkurse bis 2012 bescheinigt Sachsen konstant hervorragende Ergebnisse.

Die Ergebnisse der nationalen Waldzustandserhebungen in den Signatarstaaten der Genfer Luftreinhaltkonvention der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen sind jährlich dem internationalen Kooperationsprogramm „ICP Forests“ zu übermitteln. Das europäische Rasternetz (sogenannte Level I-Flächen) umfasst rund 6.000 Erhebungspunkte.

Das ICP Forests hat seine Geschäftsstelle im Thünen-Institut für Wald-ökosysteme in Eberswalde. Die auflaufenden Daten werden dort zentral verwaltet und jährlich – wie in der Konvention festgelegt – in einem pan-europäischen Waldzustandsbericht ausgewertet (Abb. 26) und publiziert.

Am Puls des Waldes – Probleme und Perspektiven ökosystemarer Umweltbeobachtung am Beispiel der WZE

So wie die Pulsdiagnose in der traditionellen Medizin einen Einblick in die Gesamtverfassung eines Individuums gibt, kann die WZE gut als Pulsmessung des Waldes angesehen werden. Wie in der Medizin auch, können diese „Anfangsbefunde“ mit Hilfe weiterer Aufnahmen und Analysen qualifiziert werden. Erst in der Gesamtschau erhält man Hinweise über die Vitalität des Probanden. Und unter Vitalität versteht man die Fähigkeit eines Organismus, unter den vorgefundenen Umweltbedingungen zu gedeihen und zu überleben.

Immer wieder gab es in den letzten zwei Jahrzehnten Diskussionen über das Konzept der WZE. Die Kritik basiert auf der hinsichtlich der jeweiligen Ursache unspezifischen Baumreaktion. Kronenverlichtung und Verfärbungen können viele Ursachen haben. Sie lassen sich kaum einzelnen Umweltparametern zuordnen. Klare Dosis-Wirkungsbeziehungen ließen sich so nur selten ableiten, der Aufwand sei zu groß und die Erhebung abzuschaffen (zuletzt Prof. A. Schulte in Krischer, 2014). Auch Vorschläge zur Verbesserung des Verfahrens, wie zum Beispiel über die Nutzung von Fernerkundungsmethoden, und der Verminderung des personell-organisatorischen Aufwandes wurden gemacht (Eisenhauer und Martens, 2007). Demgegenüber sehen Elling und andere (2013) in ihrer kritischen Würdigung der WZE durchaus Sinn und Potenziale in der bestehenden Form. Die oben genannten Kritikpunkte „verkennen die engen Beziehungen, die zwischen den verschiedenen Organen von Pflanzen bestehen. Belaubung, Stamm und Wurzel sind in Bau und Leistungen aufeinander abgestimmt.“ Es bestehe ein „funktionelles Gleichgewicht zwischen Feinwurzelmasse und Blattmasse bzw. eine Rückkopplung zwischen Spross- und Wurzel-

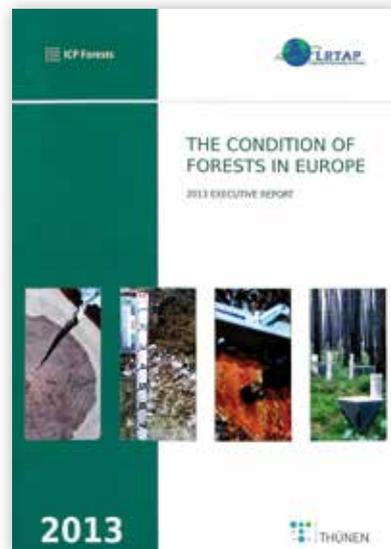


Abb. 26: Titelbild zum Europäischen Waldzustandsbericht 2013.

wachstum.“ So sei die Kronenbenadelung/-belaubung beispielsweise gleichsinnig mit dem Durchmesserzuwachs, der Mortalität und der Anfälligkeit für Sturmwurf verbunden. Stellt man die Belaubungs- und Benadelungsprozente an den gleichen Standorten über den gesamten Beobachtungszeitraum dar, erhält man sehr wohl Auskunft über die Vitalität des gesamten Baumes und könnte der Forderung von Ellenberg (1995) gerecht werden: „An und für sich sind die regelmäßig wiederholten Schätzungen an Testbäumen ökologisch durchaus aufschlussreich, vorausgesetzt man ist sich ihrer Problematik bewusst.“ Die Beurteilung des Kronenzustandes dient nicht der Ursachenanalyse. Unter Einbeziehung der je nach Baumart und Baumalter unterschiedlichen Reaktionsmuster erlaubt er eine regionale Bewertung von Stressbelastungen.

Zur Analyse der Stressursachen wird neben der Flächenstichprobe auf Dauerbeobachtungsflächen gesetzt, die Bestandteil des Level II – Programmes im forstlichen Umweltmonitoring sind. Hier werden viele Umweltparameter direkt gemessen, um ihren Einfluss auf den Kronenzustand, den Baumzuwachs und die Nadelinhaltsstoffe zu ermitteln. Beispielsweise finden derzeit entsprechende Auswertungen über den Zusammenhang von klimatischen Parametern auf den Kronenzustand von Bäumen in Kooperation mit der Thüringischen Landesforstverwaltung statt.

Der aktuelle Kronenzustand

Allgemeine Situation und regionale Ausprägung

Allgemeine Situation

Die WZE erfasst die sichtbaren Veränderungen im Belaubungs- bzw. Benadelungszustand. Änderungen der Belaubungsdichte und der Kronenstruktur geben Hinweise auf Stressbelastungen. Im Zusammenhang mit der Reaktionsfähigkeit der Baumart und der akuten bis chronischen Wirkung des Stressfaktors lassen sich kritische Belastungssituationen oftmals erst aus der Entwicklung des Kronenzustandes über mehrere Jahre hinweg erkennen.

Ausgehend von den sichtbaren Stresssymptomen kann jedoch nicht unmittelbar auf die Vitalität von Pflanzen geschlossen werden. So ist bei einigen Laubbäumen eine frühzeitige Blattwelke sowohl eine Auswirkung extremer Trockenheit als auch eine natürliche Schutzreaktion. Diese schützt vor weiterem Wasserverlust und verhindert das Absterben des Organismus. Zwischen dem Blattverlust und der Mortalität im Speziellen bzw. der Vitalität im Allgemeinen ergibt sich somit nicht zwangsläufig ein direkter Zusammenhang. Erst aufwändige biochemische Untersuchungen, beispielsweise zu den gespeicherten Nährstoffen, erlauben es den aktuellen Zustand einer Pflanze umfassend zu beleuchten. So können chronische Belastungen über lange Zeit die Widerstandskraft des pflanzlichen Organismus unbemerkt schwächen. Erst im Zusammentreffen mit anderen ungünstigen Bedingungen führen derartige Belastungen bei Bäumen zu abnehmender Konkurrenzkraft, Pflanzenkrankheiten oder gar zum Absterben. Entsprechend schwierig ist in diesen Fällen die Ursachenanalyse.

Ohne Berücksichtigung regionaler und baumartenspezifischer Unterschiede, wurde im Rahmen der WZE 2015 ein mittlerer Nadel- und Blattverlust (NBV) von 17,6 % ermittelt. Dieser Wert liegt knapp einen Prozentpunkt über dem Vorjahresergebnis (16,8 %) und im Bereich des langjährigen Mittelwertes (17,2 %).

Die Auswertungsmethodik der WZE ordnet jedem Baum aufgrund seines NBV in Kombination mit eventuell aufgetretenen Verfärbungen eine Schadstufe zu. Demnach weisen im Jahr 2015 in Sachsen:

- 17 % der Waldbäume eine deutliche Beeinflussung des Kronenzustandes (Schadstufen 2 bis 4),
- 46 % eine schwache Beeinflussung des Kronenzustandes (Schadstufe 1) und
- 37 % keine erkennbare Beeinflussung des Kronenzustandes (Schadstufe 0) auf

(vgl. Abb. 27; Tab. 4 und 6 im Anhang).

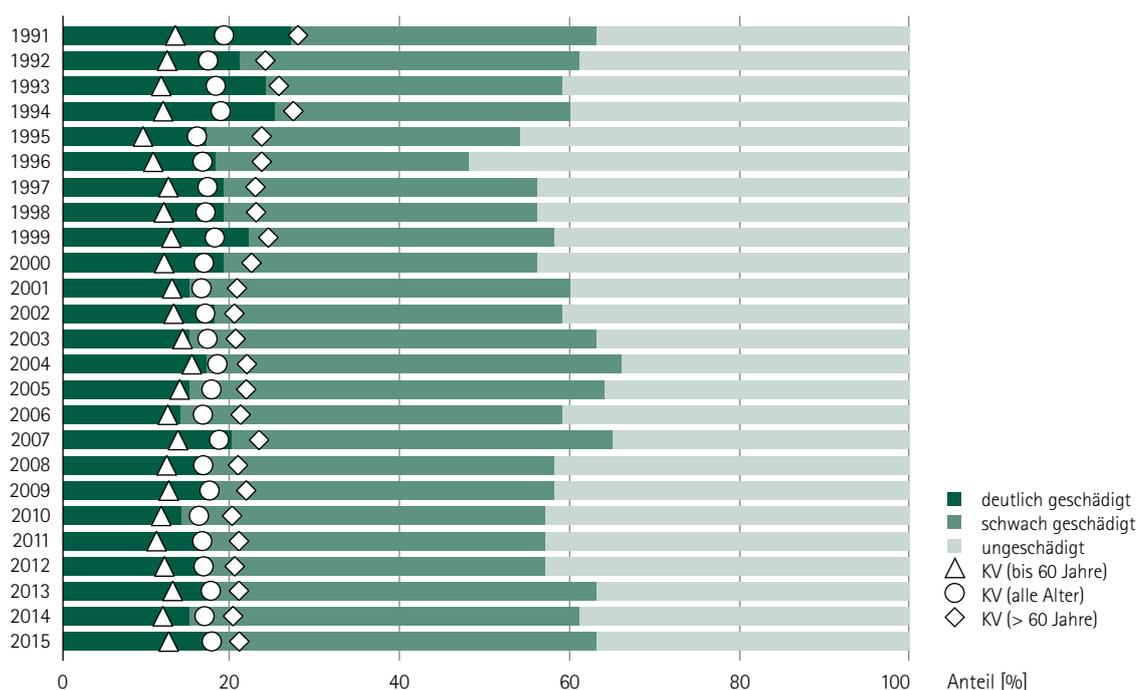


Abb. 27: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) aller Baumarten von 1991 bis 2015.

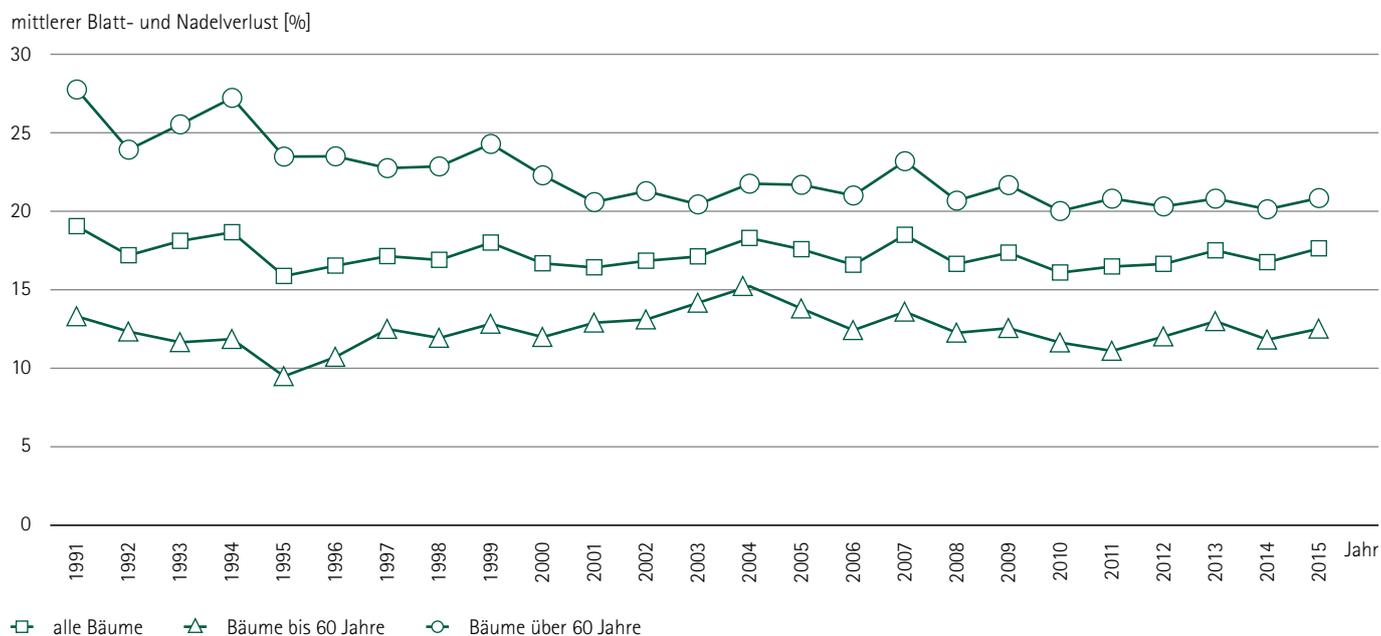


Abb. 28: Mittlerer Nadel- und Blattverlust aller Bäume getrennt nach Altersgruppen von 1991 bis 2015.

Im 25-jährigen Beobachtungszeitraum zeichnen sich mehrere Phasen der Verbesserung und Verschlechterung des Kronenzustandes ab. Außergewöhnliche Witterungsverläufe (Winter 1995/96, Sommer 2003, Sommer 2006), deren Wirkungen zum Teil durch extreme atmosphärische Stoffkonzentrationen (z. B. hohe SO_2 -Konzentrationen im Winter 1995/96 oder hohe O_3 -Konzentrationen im Sommer 2006) verstärkt wurden, führten zu Phasen hoher Stressbelastung. In den sich anschließenden Phasen mit geringen Stressbelastungen konnte wieder eine Verbesserung des Kronenzustandes festgestellt werden.

Über den gesamten Erhebungszeitraum unterliegt der Kronenzustand aller Stichprobenbäume jedoch keinem eindeutig positiven oder negativen Trend. Erst ein detaillierter Blick auf die verschiedenen Baumarten, Wuchsgebiete und Baumalter lässt die Dynamik des Kronenzustandes in Sachsen erkennen. So zum Beispiel bei der Betrachtung der älteren Bäume (über 60 Jahre). Diese reagieren gegenüber vitaleren jungen Bäumen deutlich sensitiver auf

Umweltfaktoren. Veränderungen der Stressbelastung zeigen sich deshalb am ehesten bei diesen Bäumen, die zwischen 1991 und heute einen positiven Trend in der mittleren Kronenverlichtung anzeigen (Abb. 28).

Anhand der Mortalität (Abb. 29) zeigen sich ebenfalls Indizien für positive oder negative Umweltbeeinflussungen. Sind die Stichprobenbäume zum Zeitpunkt der Erhebung noch im Bestand vorhanden oder lassen sich anderweitige Hinweise auf die Schadursache (z. B. Wurzelotter) finden, kann der Grund für das Ausscheiden des Baumes benannt werden. Bis 1996 treten außerplanmäßige Nutzungen vor allem in Folge von Immissionen, ab 2003 vorwiegend durch Insektenbefall (z. B. Borkenkäfer) und 2007 in hoher Zahl als Folge des Sturmes „Kyrill“ auf. Nach den relativ feuchten Vegetationsperioden 2010 und 2011 fiel die Mortalitätsrate bis heute auf ein durchschnittlich niedriges Niveau, wobei 2015 ein leichter Mortalitätsanstieg (0,34 %), bedingt durch abiotische Schadfaktoren, im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen ist.

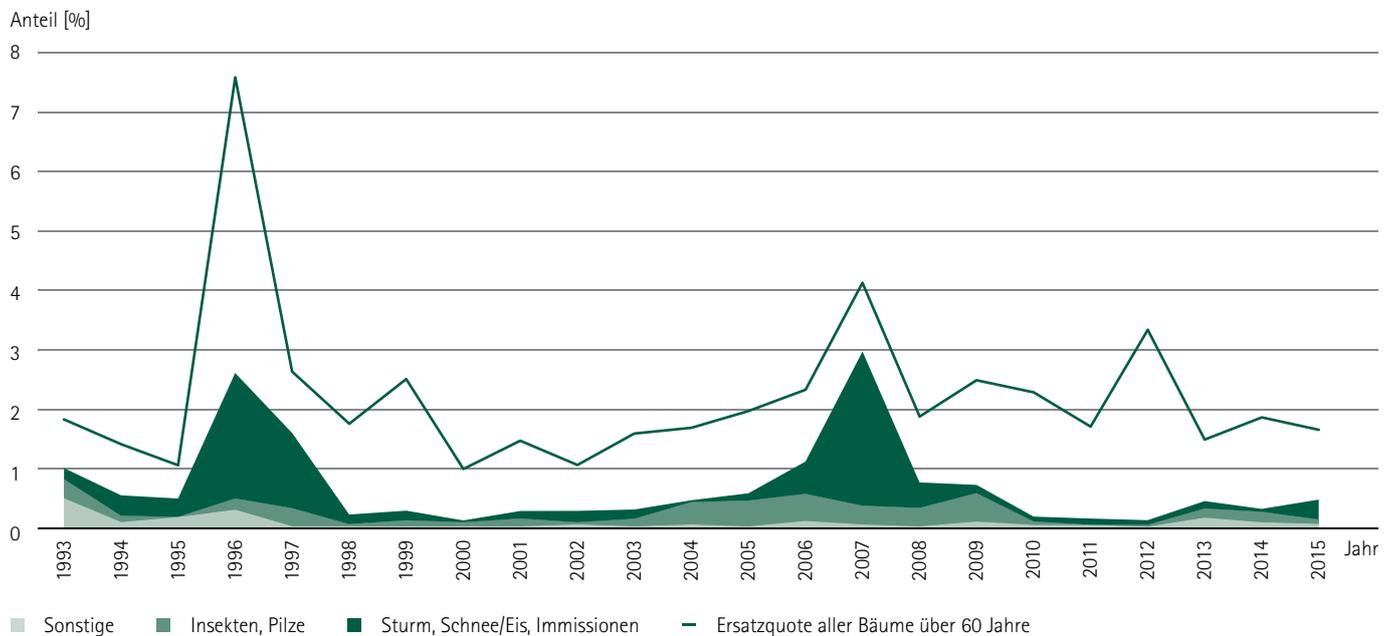


Abb. 29: Entwicklung der Mortalität aller Baumarten über 60 Jahre von 1993 bis 2015. Extreme Witterungsereignisse (Winter 1995/96, Sommer 2006) heben sich deutlich ab.

Werden Stichprobenbäume im Rahmen der regulären forstlichen Bewirtschaftung entnommen, oder scheiden aus methodischen Gründen (Sichtbarkeit der Krone, soziale Stellung im Bestand) aus, wird in diesen Fällen streng systematisch ein Ersatzbaum ausgewählt. In diesem Jahr mussten 69 Bäume älter als 60 Jahre aus folgenden Gründen ersetzt werden:

- 37 Bäume wurden im Rahmen regulärer forstlicher Eingriffe entnommen.
- 20 Bäume schieden außerplanmäßig infolge von Insektenbefall, Sturm- und Schneebruchschäden aus.
- 2 Bäume waren geworfen bzw. gebrochen.
- 10 Bäume erfüllten nicht mehr die Anforderungen an einen Stichprobenbaum, i. d. R. gehörten sie nicht mehr zur herrschenden Bestandsschicht. Die Krone war damit von Nachbarbäumen überwachsen und somit nicht mehr bonitierbar.

Die Summe der Ersatzbäume entspricht damit in diesem Jahr 1,7 % des Kollektives der über 60-jährigen Bäume und liegt unter dem langjährigen durchschnittlichen Wert. Darüber hinaus schieden erstmalig zwei Satelliten (Baumgruppe von jeweils 6 Bäumen) mit 12 Probebäumen an einem WZE-Punkt ersatzlos aus, da in vertretbarer Reichweite keine geeigneten Ersatzbäume zu finden waren. Das Gesamtstichprobenkollektiv beläuft sich damit in diesem Jahr auf 6.780 Bäume, die sich auf 283 Probepunkte verteilen.

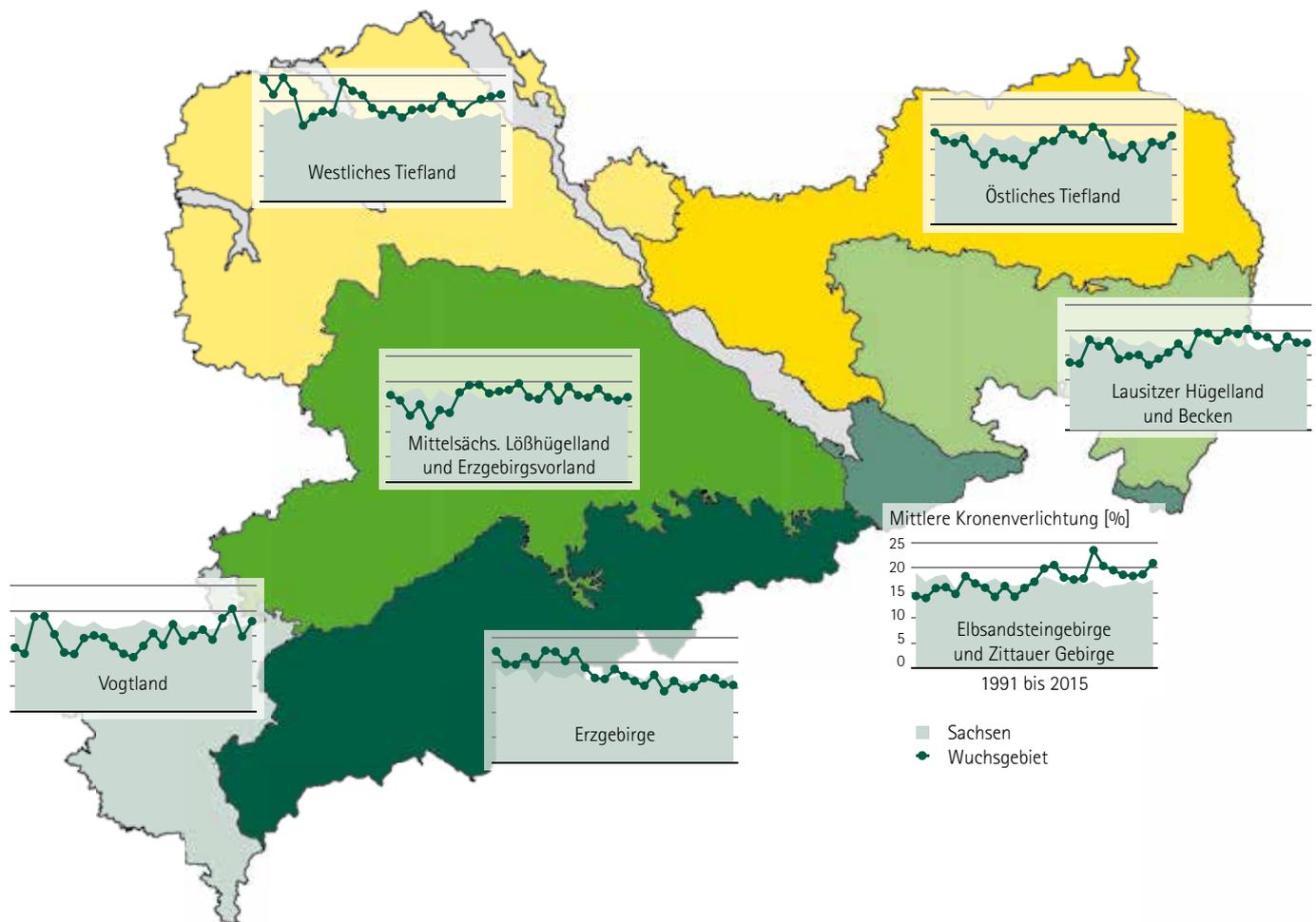


Abb. 30: Veränderung der mittleren Kronenverlichtung von 1991 bis 2015 in den Wuchsregionen im Verhältnis zur Kronenverlichtung in Sachsen.

Regionale Ausprägung des Kronenzustandes

Aussagen zur regionalen Ausprägung des Kronenzustandes erfolgen auf der Basis von Wuchsregionen. Diese sind definiert als Gruppen von Wuchsbezirken, in denen vergleichbare boden- und geländebedingte Standorteigenschaften vorherrschen (siehe Abb. 30). In den Regionen **Westliches Tiefland** und **Östliches Tiefland** dominieren sandige Böden. Erst an den südlichen Grenzen zum Hügelland nimmt der Lößeinfluss zu. Im **Östlichen Tiefland** sind zudem grundwassernahe Niederungsstandorte häufiger. Auch die in Folge des abgeschlossenen Braunkohlentagebaus geschaffenen künstlichen Böden können für den Einfluss von verschiedenen Faktoren auf den Kronenzustand bedeutend sein. Während im **Östlichen Tiefland** Kiefernwälder als waldbauliche Zielvorstellungen dominieren, sollen das **Westliche Tiefland** künftig vor allem Eichenwälder prägen.

Das Hügelland zeichnet sich durch schlecht belüftete Lößböden, mit einem extremen Bodenwasserhaushalt und einem von Flusstälern stärker gegliedertem Relief aus. Hier treten auch die jeweiligen Grundgesteine bodenbildend auf. Diese werden dann in den sich südlich anschließenden Beckenlandschaften und dem Erzgebirgsvorland dominant. Während die nördlichen Lößgebiete vorwiegend landwirtschaftlich genutzt werden, nimmt der Waldanteil in den südlichen Teilen zu. Zum Hügelland gehören die Regionen **Mittelsächsisches Lößhügelland** und **Erzgebirgsvorland** sowie **Lausitzer Hügelland** und **Becken**. In beiden Regionen stellen Eichen- und Buchenwälder die prägenden Zieltypen der Waldentwicklung dar. Das Bergland wird in die Regionen **Vogtland**, **Erzgebirge** sowie **Elbsandstein-** und **Zittauer Gebirge** unterschieden. Während im Vogtland vor

allem Diabas und Schiefer das bodenbildende Ausgangsgestein darstellt, sind es im Erzgebirge Gneis und Granit. Die östlichen Gebirge werden dagegen vom namensgebenden Sandstein geprägt, dessen Erosion ein stark bewegtes Relief geschaffen hat. Während im Vogtland sowie im Elbsandstein- und Zittauer Gebirge die waldbaulichen Zielvorstellungen häufiger auch Kieferntypen vorsehen, soll das Erzgebirge entsprechend der klimatischen Höhengliederung von Buchen- und Fichtenwäldern bestockt sein.

In die regionsweise Auswertung der WZE in Abbildung 30 sowie Tab. 6 (Anhang) fließen 281 Punkte ein. Aufgrund ihres azonalen Charakters und der geringen Anzahl wurden zwei, durch Eichen und sonstige Laubbäume dominierte Punkte in den grau hinterlegten Auen von Elbe und Elster von der Betrachtung ausgeschlossen. Die Diagramme in der folgenden Abbildung zeigen die Entwicklung des mittleren NBV im Vergleich zum Landesdurchschnitt. Zu berücksichtigen ist, dass die Ergebnisse vor allem von der jeweiligen Baumarten- und Altersklassenverteilung geprägt werden (vgl. Tab. 5, Anhang).

Die regionalen Trends des Kronenzustandes unterstreichen die in den vergangenen 25 Jahren eingetretene Veränderung der Belastungssituation.

Die vor allem in den oberen Lagen des Erzgebirges aufgetretenen hohen Belastungen durch atmosphärische Stoffeinträge nahmen aufgrund der restriktiven Luftreinhaltepolitik und den anhaltenden Anstrengungen bei der Sanierung der stark versauerten Waldböden ab. In der walddreichsten Wuchsregion Sachsens wurden noch bis 1999 überdurchschnittlich hohe

Kronenverlichtungen und/oder Verfärbungen registriert. Heute gehört das Erzgebirge zu den Regionen mit unterdurchschnittlichen NBV.

Die östlichen Gebirge Elbsandsteingebirge und Zittauer Gebirge, in denen neben der Fichte vor allem Kiefern und Sonstige Nadelbäume häufiger vorkommen, weisen einen gegensätzlichen Trend auf. Zu Beginn der Zeitreihe wurden Werte deutlich unter dem sächsischen Durchschnitt ermittelt. Nach dem Trockenjahr 2003 lagen die Werte dagegen vermehrt über dem Durchschnitt, so auch in diesem Jahr. Mit 20,9 % liegt der Wert mit zwei Prozentpunkten über dem Vorjahreswert.

Das fichtendominierte Vogtland ist die Region, die innerhalb der Zeitreihe die größte Veränderlichkeit aufweist. So treten mehrfach Jahre mit deutlich unterdurchschnittlichen NBV zwischen 11 und 13 % auf. Diese wechseln sich wiederholt mit Jahren vergleichsweise hoher Werte zwischen 18 bis 20 % ab. Im Vorjahr wies das Vogtland mit einem mittleren NBV von 14,9 % den landesweit geringsten Wert auf. In diesem Jahr liegt die Region mit einem NBV von 17,9 % rund drei Prozentpunkte über dem langjährigen Mittelwert.

Das Mittelsächsische Löb- und Hügelland und Erzgebirgsvorland wird stärker von Eichen und anderen Laubbaumarten geprägt. Die Fichte hat hier – vorwiegend im Erzgebirgsvorland stockend – einen Anteil von rund 46 % inne. Im Verlauf der Zeitreihe ergibt sich kein klarer Trend. Neben geringen Kronenverlichtungen in den Jahren 1993 und 1995 wurden 1999, 2000 und 2004 sehr hohe Werte verzeichnet. Überwiegend biotische Einflussfaktoren (Insekten- und Pilzbefall), sowie Phasen starker Fruktifikation bewirkten die Blattverluste. Im Landesvergleich sind in diesem Jahr durchschnittliche NBV zu verzeichnen.

Auch im Lausitzer Hügelland und Becken ist die Bestockung ähnlich baumartenreich. Der Trend der Kronenverlichtung verläuft wie in den östlichen Gebirgen mit niedrigen Werten zu Beginn der Zeitreihe und einem insgesamt überdurchschnittlichen Niveau seit 2003.

Im von Kiefern dominierten Östlichen Tiefland liegt der diesjährige Wert der NBV mit 17,8 % zwei Prozentpunkte über dem Vorjahreswert und rund vier Prozentpunkte über den besten Werten aus den Jahren 1999 und 2012. Hohe NBV traten hier – sicherlich bedingt durch die Trockenphasen und das Auftreten biotischer Schadfaktoren (z. B. Nonne) – zwischen 2003 und 2008 auf.

Ähnlich wie das angrenzende Mittelsächsische Hügelland weist auch das Westliche Tiefland höhere Anteile an Eiche und Sonstigen Laubbäumen auf. Und auch der Trend der Kronenverlichtung zeigt um die Jahrtausendwende Phasen hoher davor und danach niedriger Werte. Wenngleich das hohe Niveau der frühen 1990er Jahre nicht erreicht wird, liegen auch gegenwärtig die Kronenverlichtungen deutlich über dem Landesdurchschnitt. In diesem Jahr ist hier mit 21,3 % der höchste Durchschnittswert aller Wuchsregionen in Sachsen zu verzeichnen. Dies ist möglicherweise durch den sehr angespannten Wasserhaushalt in dieser Region bedingt.

Kronenzustand an Nadelbäumen

Nadelbäume dominieren mit einem Anteil von insgesamt 66 % die Baumartenverteilung der sächsischen Wälder. Mit einem Anteil von 34 % ist die Gemeine Fichte die häufigste Baumart und prägt vor allem in den Mittelgebirgen das Erscheinungsbild des Waldes. Die Gemeine Kiefer ist mit 28 % Anteil an der Waldfläche die zweithäufigste Baumart in Sachsen. Sie ist typisch vor allem in den Regionen des Tief- und Hügellandes.

Sonstige Nadelbäume besitzen in Sachsen einen Anteil von 4 % an der Waldfläche. Die zu dieser Baumartengruppe zählenden Arten sind hier meist nicht autochthon und wurden erst im Zuge der Umsetzung spezieller waldbaulicher Konzepte, wie z. B. der Aufforstung des Erzgebirgskammes nach dem flächigen Absterben der Fichte, angepflanzt. Folglich liegt das durchschnittliche Alter der begutachteten sonstigen Nadelbäume bei rund 50 Jahren, wobei Europäische Lärche mit 52 %, Omorikafichte mit 13 % und Japanische Lärche mit 12 % die häufigsten Baumarten in dieser Gruppe sind.

Mit Ausnahme der Lärche verbleiben bei allen Baumarten die Nadeln mehrere Jahre an den Zweigen, bevor sie sich verfärben, absterben und abfallen. Dieser natürliche Alterungsprozess vollzieht sich weitgehend unbeachtet an den inneren Zweigen. In der Folge von Stressbelastungen werden bevorzugt ältere, photosynthetisch weniger aktive Nadeln abgeworfen. Im Extremfall weisen nur noch die im laufenden Jahr gebildeten Triebe eine intakte Benadelung auf. Setzt daraufhin wieder ein Regenerationsprozess ein, so erfolgt dieser bei Baumarten mit einer hohen Anzahl von Nadeljahrgängen, beispielsweise Fichten- und Tannenarten, langsamer als bei Kiefern, die nur zwei bis drei Nadeljahrgänge aufweisen. Demzufolge werden hohe Nadelverluste im Zuge der jährlichen WZE zeitnah registriert, die durch Regeneration nur schrittweise gebildeten Neuaustriebe jedoch erst über einen längeren Zeitraum.

Fichte

Im Rahmen der diesjährigen WZE wurde für die Fichte ein mittlerer Nadelverlust von 15,7 % ermittelt, womit sich diese Baumart um einen Prozentpunkt zum Vorjahr verschlechterte, aber immer noch unter ihrem langjährigen Mittel liegt. Demgegenüber stieg jedoch der Anteil deutlich geschädigter Kronen von 12 % (2014) auf 16 %. Die Fichte ist die Baumart mit einem insgesamt positiven Trend über die gesamte Zeitreihe. Nach den günstigen Zuständen in den Jahren 2010, 2011 und 2014 kann der geringfügige Anstieg in diesem Jahr als beginnende Stressbelastung mit dem trockenen Witterungsverlaufs, besonders in den tieferen Lagen Sachsen, erklärt werden. (vgl. Abb. 31).

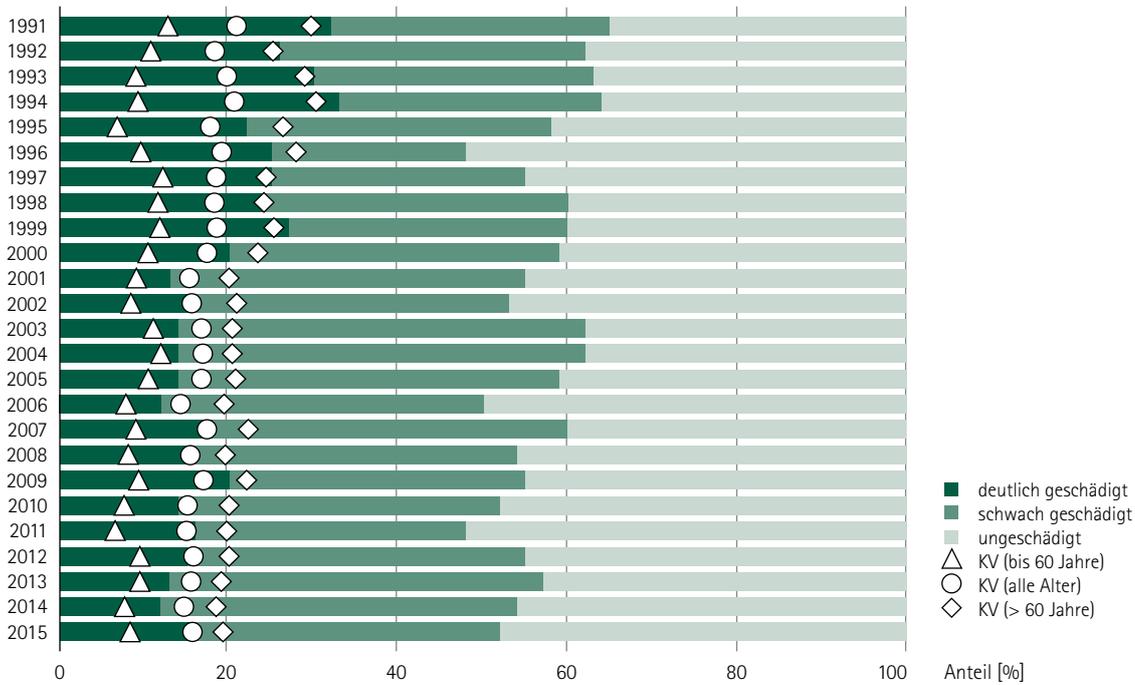


Abb. 31: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Fichte von 1991 bis 2015.

Die weit über ihr natürliches Verbreitungsgebiet hinaus angebaute Fichte tritt auf rund 61 % der WZE-Stichprobenpunkte auf. Diese reichen von den kühl-feuchten höheren Lagen der Gebirge, die zuletzt im Winter 1995/96 unter hohen Immissionen litten, bis in die deutlich wärmeren und trockeneren Unteren Berglagen sowie das Hügelland. Die positive Entwicklung im Verlauf der Zeitreihe basiert vor allem auf der kontinuierlichen Verbesserung des Kronenzustandes älterer Fichten, maßgeblich in

den Oberen Berglagen. So nahmen die mittleren Nadelverluste bei den über 60-jährigen Fichten in den höheren Berglagen von 36,2 % im Jahr 1996 auf nunmehr 17,4 % ab (vgl. Abb. 32). In den Unteren Berglagen, die 1994 mit 27,6 % ihr Maximum in der Zeitreihe aufweisen, ist dieser Trend deutlich schwächer ausgeprägt. Der Anstieg, im Vergleich zum Vorjahr, um zwei Prozentpunkte auf 21,7 % fällt in den trockeneren und wärmeren Unteren Berglagen im Vergleich zu den höheren Lagen stärker aus.

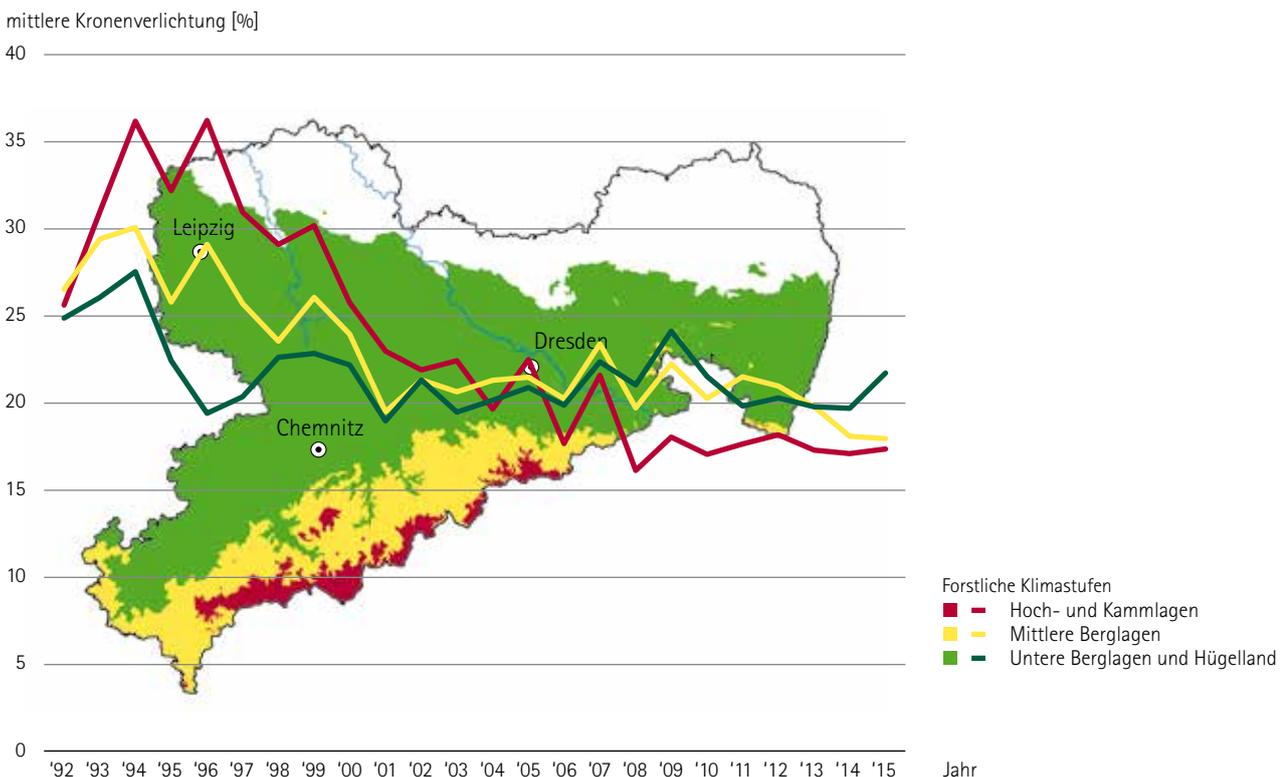


Abb. 32: Mittlere Kronenverlichtung (KV) der Fichte von 1992 bis 2015 in Abhängigkeit von der forstlichen Klimastufe.

Während in den 1990er Jahren mit zunehmender Höhenlage auch höhere Nadelverluste einhergingen, kehrte sich dieses Verhältnis mit einem Wendepunkt im Jahrhundertsommer 2003 um. Seit diesem Zeitpunkt weisen die Fichten in den Unteren und Mittleren Berglagen vergleichsweise höhere Nadelverluste auf. Dieser Trend setzt sich auch 2015 fort, wobei sich der NBV der Fichte in den Mittleren Berglagen nahezu dem Niveau der oberen Lagen angleicht.

Die waldbauliche Vorstellung zum zukünftigen Anbau der Fichte berücksichtigt die gegenwärtigen Einschätzungen zur Vitalität. Abbildung 33 zeigt hierfür die Entwicklung der mittleren Kronenverlichtung in Abhängigkeit von den waldbaulichen Zielstellungen. Auf den Standorten, auf denen die Fichte gegenwärtig und auch in Zukunft als Hauptbaumart vorkommen soll, zeigt sich der bereits beschriebene Trend zunehmend geringerer Nadelverluste. Nach den starken Verbesserungen zu Beginn der Zeitreihe weisen Fichten auf Standorten, auf denen sie zukünftig nicht mehr vorkommen sollen, seit 1996 eine Zunahme der Kronenverlichtung auf.

Auf Standorte, auf denen die Fichte weiterhin als Mischbaumart vorhanden sein soll, liegen die Werte der Nadelverluste zwischen den beiden anderen Kategorien. Sie zeigen in diesem Jahr aber einen deutlicheren Anstieg als die Nadelverluste der ungeeigneten Standorte.

Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Zapfenbehang der Fichten in diesem Jahr noch einmal erhöht. Demnach trugen 55 % der bonitierten Fichten

Zapfen, wobei in der Gruppe der Fichten über 60 Jahre 19 % mittleren bis starken Zapfenbehang aufwiesen. (vgl. Tab. 4, Anhang).

An der Gemeinen Fichte sind wie auch in den Vorjahren die rindenbrütenden Borkenkäferarten Buchdrucker (*Ips typographus*) und Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) die relevanten Schadorganismen. Ihre Entwicklung wird im erheblichen Maße durch abiotische Faktoren beeinflusst. In diesem Jahr spielten das Wurf- und Bruchholz (ca. 87.000 m³ mit hohem Fichtenanteil), verursacht vor allem durch das Sturmtief „Niklas“ am 31. März sowie die sehr warme und trockene Witterung im Juli/ August, eine bedeutende Rolle.

Für die vorangegangene Befallssaison 2014 (1.06.2014 bis 30.05.2015) wurden 33.500 m³ Stehendbefall registriert. Dies war ein moderater Anstieg (20 %) im Vergleich zu 2013. Insbesondere war der Anteil des im Januar bis Mai 2015 festgestellten Stehendbefalls, welcher durch die 2. Buchdruckergeneration in 2014 verursacht wurde, mit 2.500 m³ gering (Abb. 34). Die Populationsdichte der überwinternden Käfer wurde deshalb ebenfalls niedriger als im Vorjahr eingeschätzt. Die Fänge in pheromonbeköderten Borkenkäferfallen bestätigten dies im Frühjahr. Der Schwarmflug setzte spät und auf geringem Niveau ein. Jedoch boten das in den Beständen liegende Wurf- und Bruchholz und die gebietsweise hohen Bestände an eingeschlagenem und im Wald gelagertem Fichtenholz geeignete Bruthabitate zur Entwicklung der ersten Generation. Ab Juni nahmen die Schwarmaktivitäten von Buchdrucker und Kupferstecher mit der

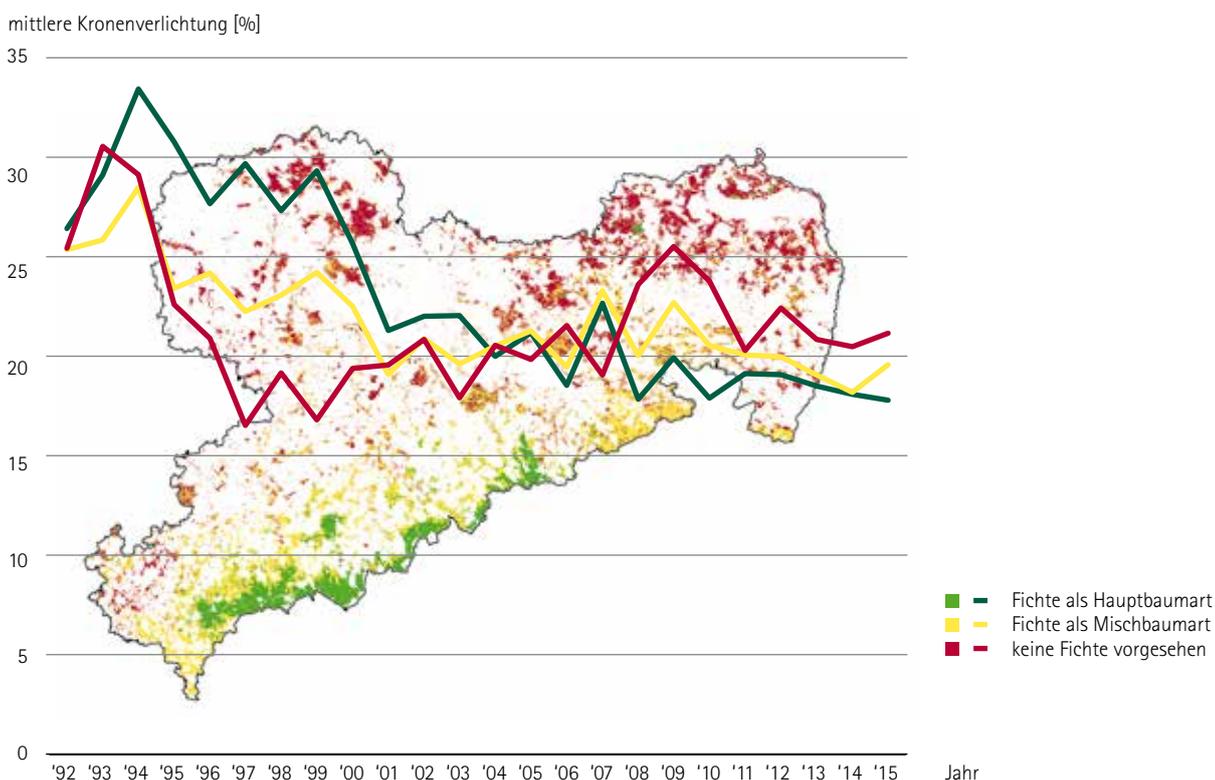


Abb. 33: Mittlere Kronenverlichtung (KV) der Fichte von 1992 bis 2015 in Abhängigkeit des waldbaulichen Zieltyps.

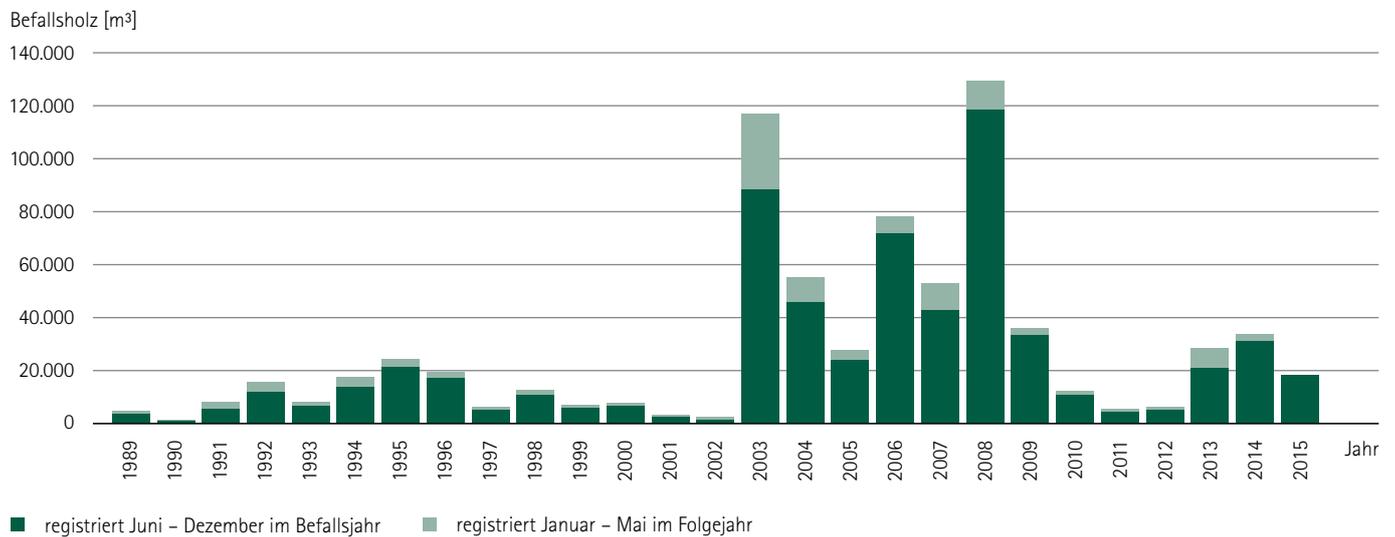


Abb. 34: Von Buchdrucker zum Teil in Kombination mit Kupferstecher befallene Holzmenge von 1989 bis 2015 (*Angaben für 2015 auflaufender Stand bis Monat September; Datenabzug 8.10.2015).

Anlage von Geschwisterbruten zunächst lokal in traditionellen Schwerpunktgebieten zu. Mit dem Ausflug der neuen Käfergeneration ab Anfang Juli und mit witterungsbedingten Schwankungen bis Mitte August anhaltend, erreichten die Fangzahlen des Borkenkäfermonitorings sehr hohe Werte und wiesen damit auf eine Zunahme der Populationsdichten hin. Die lang anhaltenden warmen und trockenen Witterungsperioden im Juli/August erhöhten in dieser Zeit den Stress und damit die Befallsgefährdung der Fichten in Folge des Wassermangels erheblich (vgl. Abb. 35). Diese Situation lässt einen deutlichen Anstieg des Stehendbefalls erwarten. Bislang zeigt sich dies in der Gesamtbetrachtung für Sachsen nur in einigen Regionen.

Für den Kupferstecher gelten im Wesentlichen die gleichen Einschätzungen wie für den Buchdrucker.



Abb. 35: Schütte der grünen Nadeln bei Fichte als ein mögliches Symptom des Befalls durch Borkenkäfer bei Trockenheit oder als Anzeichen von akuten Dürreschäden (Foto: F. Matschulla).

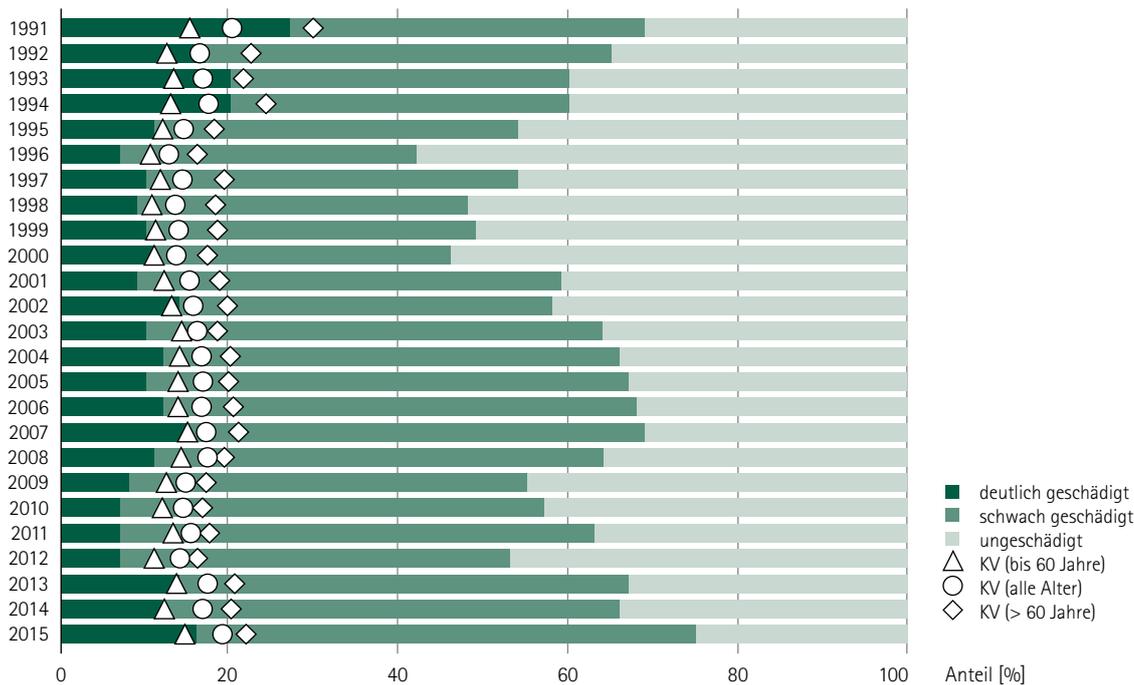


Abb. 36: Schadenstufenverteilung und mittlere Kronverlichtung (KV) der Kiefer von 1991 bis 2015.

Kiefer

Verglichen mit dem Vorjahreswert stieg der Nadelverlust bei der Kiefer in diesem Jahr um zwei Prozentpunkte auf 19,1 % und somit auf den zweithöchsten Wert seit 1991. Der Anteil schwach geschädigter Kronen erhöhte sich auf 59 %, gleichzeitig sank der Anteil ungeschädigter Bäume von 34 % (2014) auf 25 %. (vgl. Abb. 36).

Nachdem zu Beginn der 90er Jahre eine Verbesserung des Kronenzustandes mit einer Zunahme der vollständig benadelten Bäume von 31 % (1991) auf 58 % (1996) konstatiert werden konnte, nahmen die Nadelverluste zwischen 2003 und 2007 wieder zu. Nach einem positiven Trend in den eher feuchten Jahren zwischen 2009 und 2012 ist in den letzten drei Jahren wieder ein Anstieg des Nadelverlustes bei der Kiefer zu verzeichnen. Zwar lässt sich auch bei der Kiefer eine Differenzierung des Benadelungszustandes zwischen den Altersbereichen feststellen, anders als bei der Fichte finden die Veränderungen im Kronenzustand jedoch in gleichem Maße bei älteren wie jüngeren Bäumen statt.

Der Anteil fruktifizierender Kiefern hat im Vergleich zum Vorjahr leicht abgenommen. Demnach trugen 37 % aller im Rahmen der WZE angesprochenen Kiefern keine neuen Zapfen. An 50 % aller Kiefern wurde geringer, an 13 % mittlerer bis starker Zapfenbehang beobachtet (vgl. Tab. 4, Anhang).

Im sächsischen Tiefland traten in den zurückliegenden Jahren wiederholt Massenvermehrungen biotischer Schädlinge auf. Deren Populationsdichten werden im Rahmen des Forstschutzmeldewesens kontinuierlich überwacht.

Von den routinemäßig überwachten nadelfressenden Insekten ging in diesem Jahr von der Nonne (*Lymantria monacha*) das größte Gefährdungspotenzial aus. Dies war jedoch auf die nördlichen Teile der Landkreise Görlitz und Bautzen begrenzt. Die bereits in den Jahren 2013 und 2014 im Bereich der Muskauer Heide und 2014 in einem Waldgebiet östlich von Hoyerswerda aufgetretenen merklichen bis starken Fraßschäden haben sich in diesem Jahr in einigen Randbereichen fortgesetzt. Anfang Mai fand in diesen Gebieten eine Bekämpfung der Nonne mittels Luftfahrzeug auf einer Fläche von 335 ha statt. Die anschließend durchgeführten Erfolgskontrollen bestätigten für diese Waldbestände die Wirksamkeit der durchgeführten Maßnahme. Durch Fraß bedingte flächige Absterbeerscheinungen sind in den Befallsgebieten 2015 nicht aufgetreten. In Beständen mit merklichem bis starkem Fraß im Vorjahr war in 2015 an einem Großteil der Bäume eine Regeneration, vereinzelt aber auch Absterbeerscheinungen zu beobachten (siehe Abb. 37, rechts). In geringem Umfang traten in beiden Gebieten neue Befallsstellen mit starkem bis Kahlfraß (siehe Abb. 37, links) auf. Vor allem in den stark geschädigten Altbeständen ist mit Abgängen zu rechnen.



Abb. 37: Starker Nonnenfraß in einem Altbestand in der Muskauer Heide (links); nach Nonnenfraß regenerierte und vereinzelt abgestorbene Kiefern (rechts) 2015 (Fotos: F. Matschulla und L.-F. Otto).

Im nächsten Jahr ist mit einem Rückgang der Populationsdichten bzw. ein Eintritt in die Latenzphase zu rechnen. Die aktuell vorliegenden Daten der Überwachung mit Pheromonfallen unterstützen diese Annahme. Die Abbildung 38 verdeutlicht den typischen Massenwechsel dieses Forstschädlings in den letzten 26 Jahren.

Regional auffällig war in den letzten beiden Jahren in Nordostsachsen die Entnadelung des jeweils jüngsten Nadeljahrganges, verursacht durch Kiefernadelgallmückenarten. Die Befallsfläche ist in 2015 deutlich zurückgegangen (siehe Abb. 39).

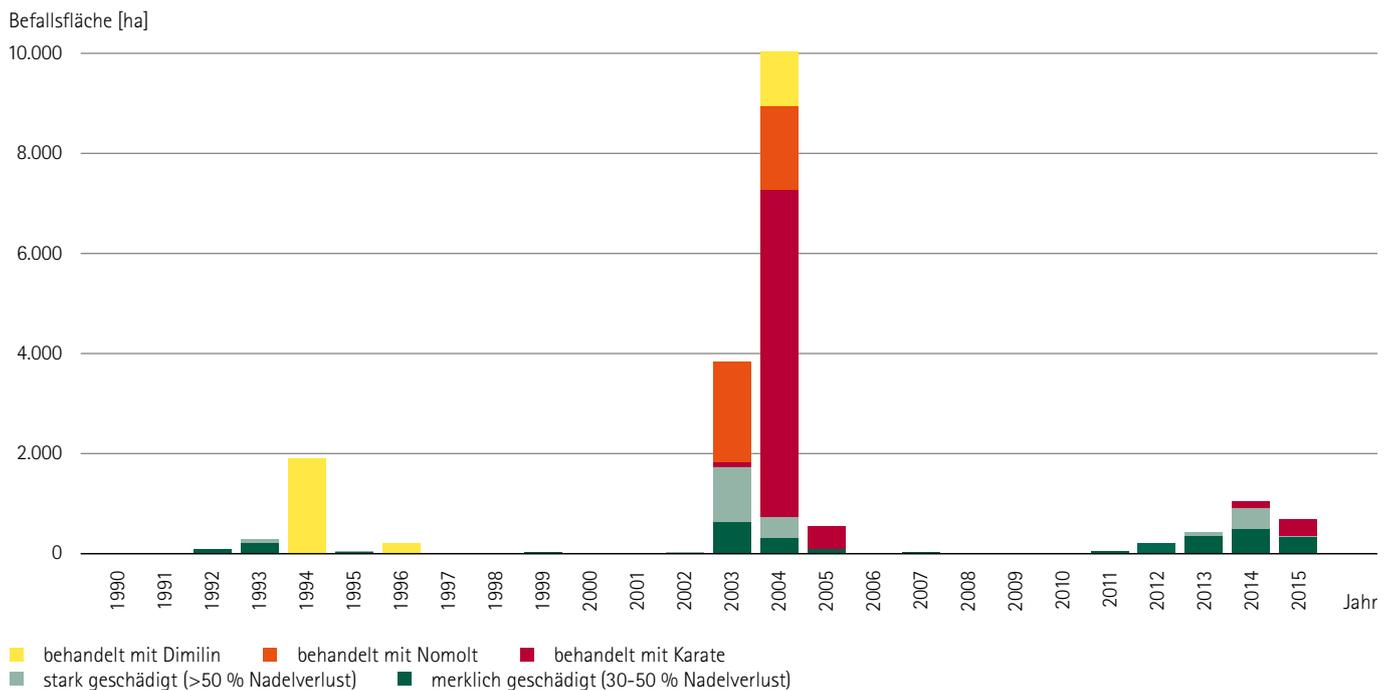


Abb. 38: Jährliche Befallsflächen der Nonne und soweit erfolgt, die davon mit Insektiziden behandelten Flächen seit 1990.

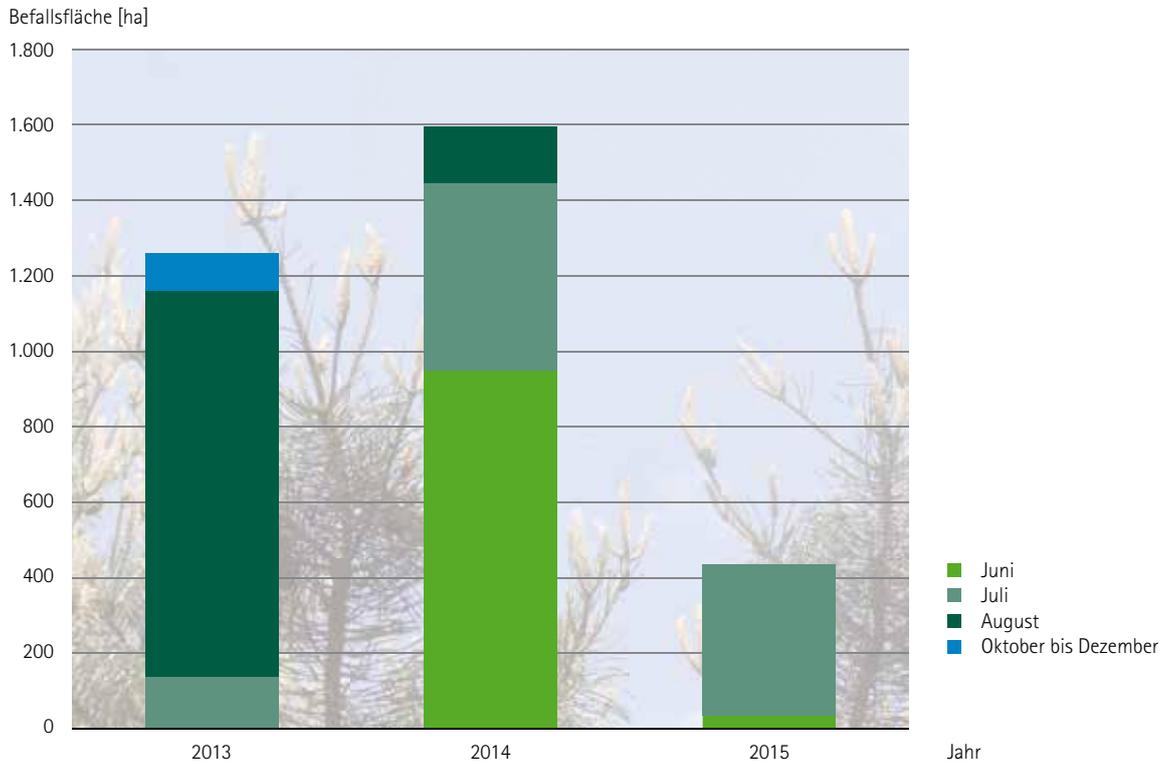


Abb. 39: Von Kiefernadelseidengallmücken befallene Fläche in den Jahren 2013–2015 (nach Meldezeitraum); Hintergrundbild: Vorjahresschadbild im Frühjahr vor dem Maitrieb [Stand: September 2015].

Seit 2012 sind Unwetterereignisse, die Hagelschäden v. a. an der Kiefer verursacht haben, relativ häufig aufgetreten. Auch im Jahr 2015 gab es wieder merkliche Hagelschäden auf einer mit Kiefern bestockten Fläche von 360 ha. Regional konzentrierten sich die gemeldeten Schäden dabei hauptsächlich auf den nördlichen Bereich des Landkreises Bautzen (siehe Abb. 40).

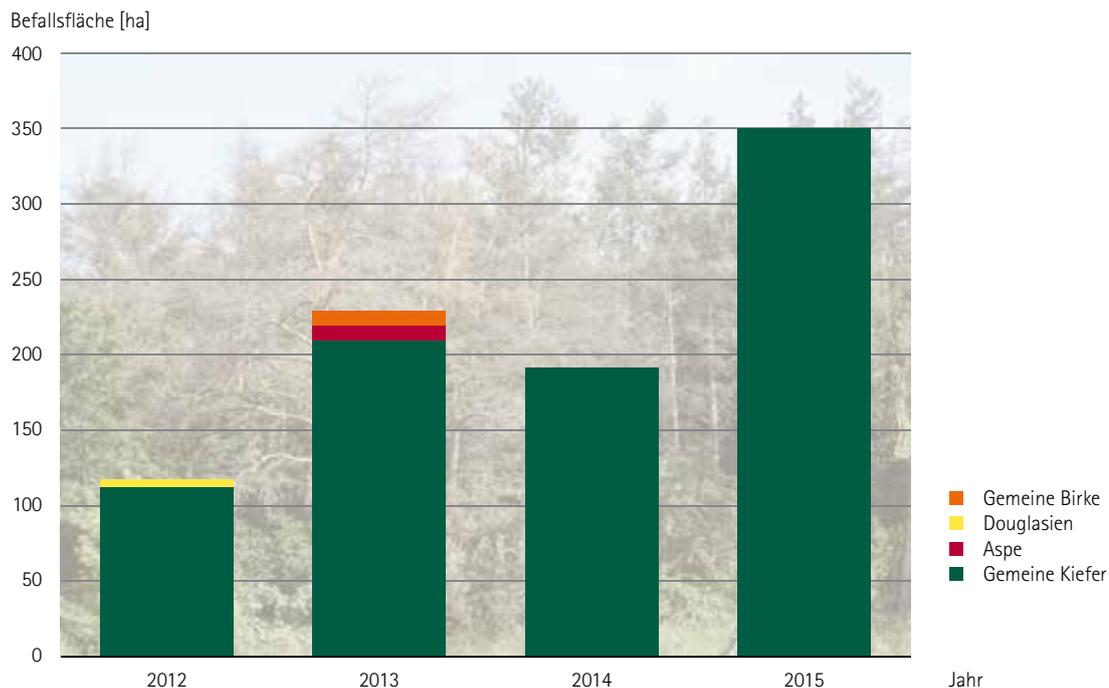


Abb. 40: Von Hagelschäden betroffene Fläche in den Jahren 2012–2015 im Gebiet des Landkreises Bautzen nach Baumarten; Hintergrundbild: Nach Hagelschlagereignis 2014 absterbende bzw. abgestorbene Kiefern im Sommer 2015 [Stand: September 2015].

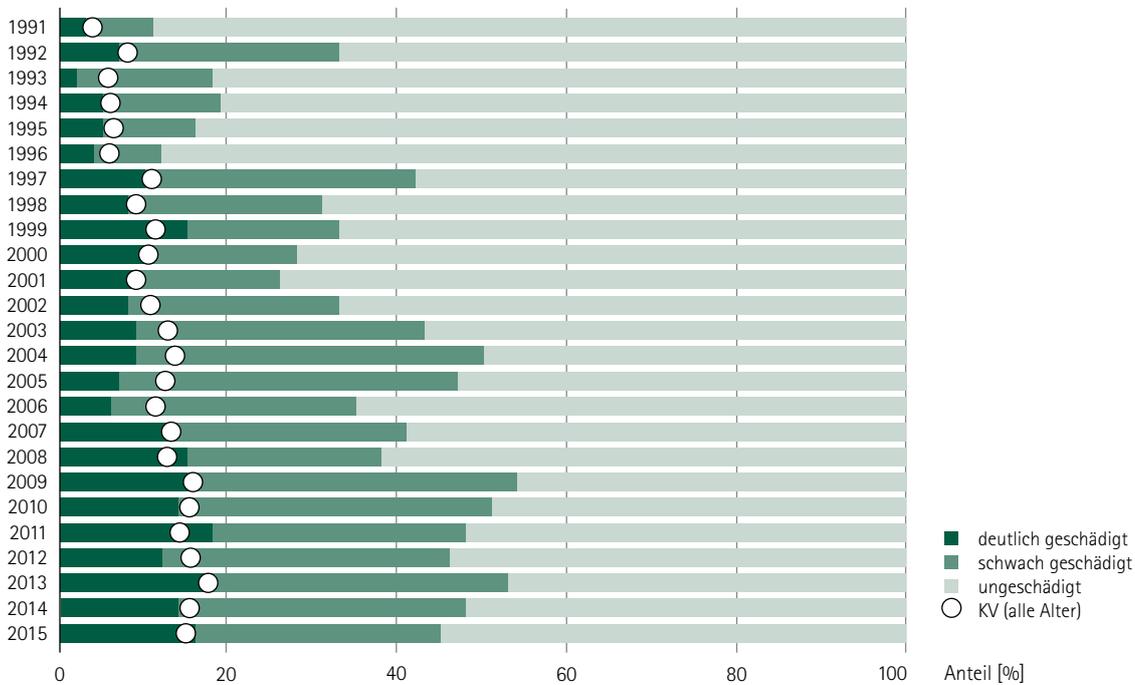


Abb. 41: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der sonstigen Nadelbäume von 1991 bis 2015.

Sonstige Nadelbäume

Innerhalb des Beobachtungszeitraums zeigt die Kronenverlichtung der sonstigen Nadelbäume einen deutlichen Trend steigender Werte und damit eine stetige Verschlechterung. Nach dem bisherigen Maximalwert 17,5 % im Jahr 2013, lag der diesjährige Wert mit 14,9 % auf dem Niveau des Vorjahres (siehe Abb. 41). Mögliche Gründe für den langjährigen steigenden Trend könnte mit den Vitalitätsverlusten der Interimsbaumarten erklärt werden. Insgesamt bleiben die Ergebnisse der sonstigen Nadelbäu-

me weiterhin hinter denen der Fichte zurück. Der Anteil von Bäumen mit vitaler Benadelung stieg in diesem Jahr leicht auf 55 % (2014: 52 %), gleichzeitig stieg aber auch der Anteil mit deutlichen Schäden auf 16 % (2014: 14 %).

Der bereits in den letzten Jahren rückläufige, sehr augenscheinliche Befall von Lärchenbeständen durch die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella*) ging in diesem Jahr noch weiter zurück und beeinflusst den Benadelungszustand dieser Baumart kaum noch (siehe Abb. 42).

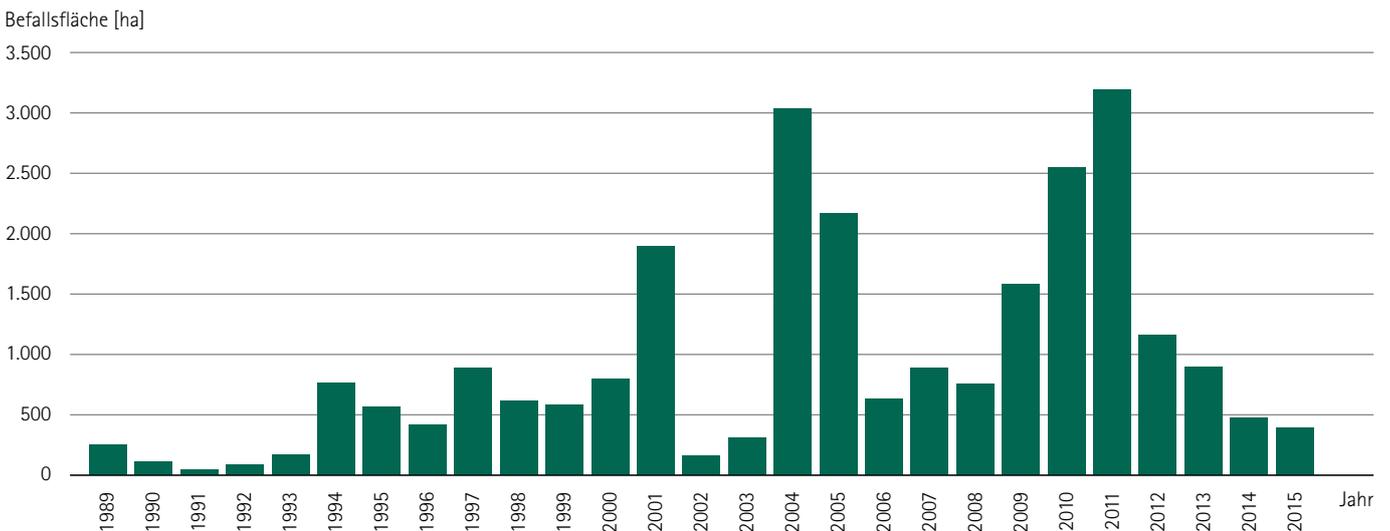


Abb. 42: Befallsfläche von Lärchenbeständen durch Lärchenminiermotte von 1989 bis 2015 [Stand: September 2015].



Abb. 43: An einer Blaufichtennadel saugende Sitkafichtenröhrenläuse unterschiedlicher Entwicklungsstadien (links). Zu erkennen sind die charakteristischen roten Augen, das ebenso erkennbare geflügelte Lausstadium fliegt nach der Hauptschädigungszeit ab Mai vorwiegend neue Wirtsbäume an, an denen i. d. R. keine Schäden verursacht werden. Blaufichte, an der nach der Saugtätigkeit durch die Läuse alle Nadeln abgefallen sind – verblieben ist nur der nicht betroffene Maitrieb (rechts); (Fotos: F. Matschulla).

Im Frühjahr 2015 traten an verschiedenen Nadelbaumarten Lausarten sehr auffällig in Erscheinung. Der milde Winter und damit eine geringe Mortalität unter den überwinterten Stadien war dafür vermutlich eine wesentliche Ursache. Besonders intensiv war der Befall durch die Sitkafichtenröhrenlaus (*Elatobium abietinum*). Die durch diese Art verursachten Schadbilder (siehe Abb. 43) finden sich vorrangig an Stech- und Sitkafichten, aber auch an anderen Fichtenarten. Besonders auffällig waren diese Schäden außerhalb des Waldes.

Kronenzustand an Laubbäumen

Laubbäume nehmen innerhalb der Waldfläche Sachsens einen Anteil von einem Drittel ein. Der aktuelle Flächenanteil der natürlicherweise vorkommenden Hauptbaumarten Eiche und Buche beträgt zusammen 13 %. Gemeinsam mit Laubbäumen niedriger Lebensdauer (15 %), allen voran der Birke, bilden sie die Mehrheit des Laubbaumanteils.

Das jährliche Abwerfen des Laubes bedingt einen gegenüber den Nadelbäumen andersartigen Stoffhaushalt der Laubbäume. Die daraus resultierende intensivere Photosynthese ermöglicht eine rasche Kompensation der für den Laubaustrieb benötigten Stoffwechselprodukte. Darüber hinaus müssen Laubbäume jedoch auch genügend Reservestoffe für die Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen im Winter und den Laubaustrieb im Frühjahr bilden. Diese werden in den lebenden Zellen im Holz und der

Rinde gespeichert. In der Regel reicht dieser Vorrat an Reservestoffen sogar für einen wiederholten Laubaustrieb nach partiellem bis vollständigem Blattverlust durch Insektenfraß oder Frostschäden aus.

Ohne aufwändige biochemische Untersuchungen kann der Vorrat an Speichersubstanzen jedoch nicht eingeschätzt werden. Für die Beurteilung des Kronenzustandes bedeutet dies, dass hohe Blattverluste nicht zwangsläufig mit einer verminderten Vitalität gleichgesetzt werden dürfen.

Eiche

Die hohe Variabilität der Eiche hinsichtlich ihrer Kronenverlichtung ist ein gutes Beispiel für die enorme Veränderlichkeit des Belaubungszustandes von Laubbäumen. Die Vitalität dieser Baumart drückt sich in ihrer ausgeprägten Regenerationsfähigkeit aus, was sich an den mittleren Kronenverlichtungen für das aktuelle und das vorherige Jahr deutlich zeigt. Lag der Anteil deutlich geschädigter Kronen 2013 noch bei 52 % – einem der schlechtesten Werte in der gesamten Zeitreihe – beläuft er sich in diesem Jahr auf 29 %. Mit 22,8 % mittlerem Blattverlust wurde 2015 das drittbeste Ergebnis seit 1991 erreicht, womit auch der positive Trend des Vorjahres fortgesetzt wird. (Abb. 44).

Im Jahr 2015 liegt die Mortalität der Eichen mit 1,3 % etwas höher als im Vorjahr und noch deutlich über ihrem langjährigen Durchschnitt (0,7 %), aber deutlich unter dem Spitzenwert von 3,7 % aus dem Jahr 1993.

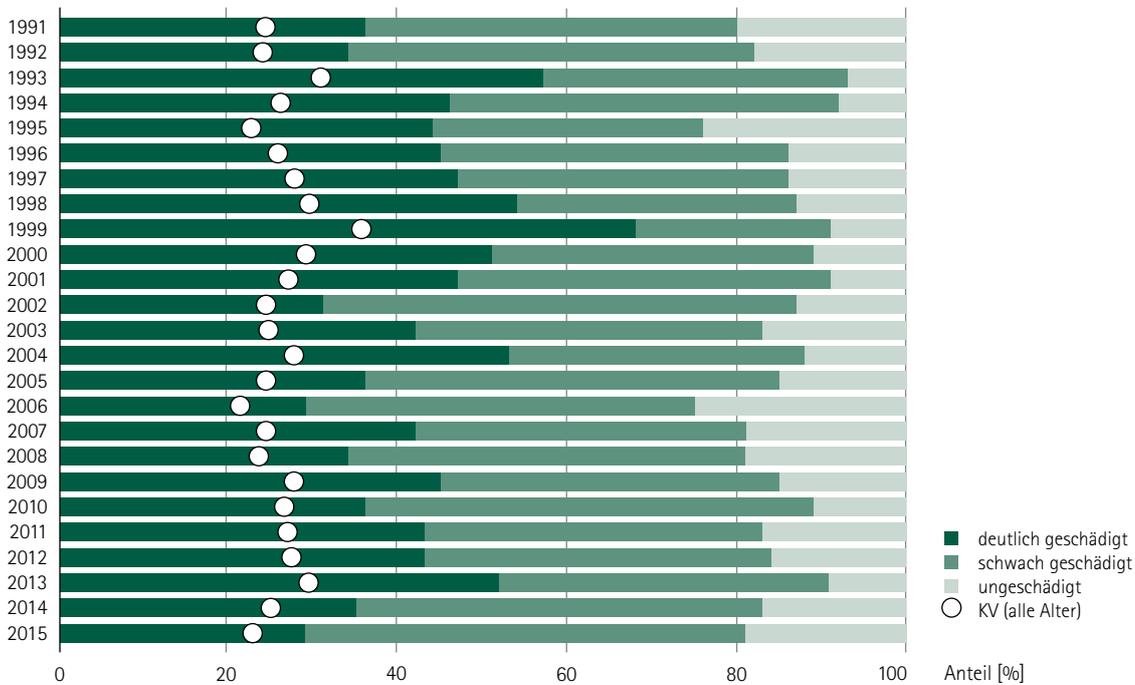


Abb. 44: Schadstufenverteilung und mittlere Kronverlichtung (KV) der Eiche von 1991 bis 2015.

Im Gegensatz zum Vorjahr stieg die Fruchtbildung der Eiche leicht an, sodass 14 % der Eichen in diesem Jahr einen mittleren bis starken Fruchtanhang aufweisen. Im Vorjahr betrug dieser Anteil 6 %. An 47 % wurde keine und an 39 % der Eichen eine geringe Fruktifikation beobachtet. Zu erwähnen bleibt, dass der Fruchtanhang im Rahmen der WZE eher unterschätzt wird, weil die Früchte zum Zeitpunkt der Aufnahme noch verhältnismäßig klein und schlecht erkennbar sind.

Die im Frühjahr 2015 in Eichenbeständen durch Frostspanner- und Wicklerarten verursachten Fraßschäden fielen noch geringer aus als in den Vorjahren (siehe Abb. 45) und bestätigen damit den Beginn der Latenzphase dieser potenziellen Schadereger. Ob sich diese erwartungsgemäß im kommenden Jahr fortsetzt, werden die Ergebnisse der Überwachung dieser Arten im Herbst/Winter 2015/2016 und Frühjahr 2016 mittels Standardverfahren zeigen.

2015 wurde in Sachsen das lokal auf den nördlichen Stadtrand von Dresden sowie die angrenzende Dresdner Heide und den Landkreis Nordsachsen begrenzte Auftreten des Eichenprozessionsspinners (*Thaumetopoea processionea*) der letzten Jahre erneut bestätigt. Hinzu kam in diesem Jahr noch der Nachweis im Landkreis Leipzig, angrenzend an das Auftreten in Nordsachsen. In den genannten Regionen wurde mit gezielten Falterfängen in Pheromonfallen und/oder in Form von eher zufälligen Eigelege- (siehe Abb. 46) oder Raupen- bzw. Gespinstfunden das aktuelle Vorkommen belegt. Neben den bisher für den Wald unbedenklichen Fraßschäden führt ein direkter Kontakt mit den Raupenhaaren zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen beim Menschen.



Abb. 46: Verlassenes Eigelege (links) und am Stamm sitzender Falter (rechts) des Eichenprozessionsspinners (Fotos: F. Matschulla).

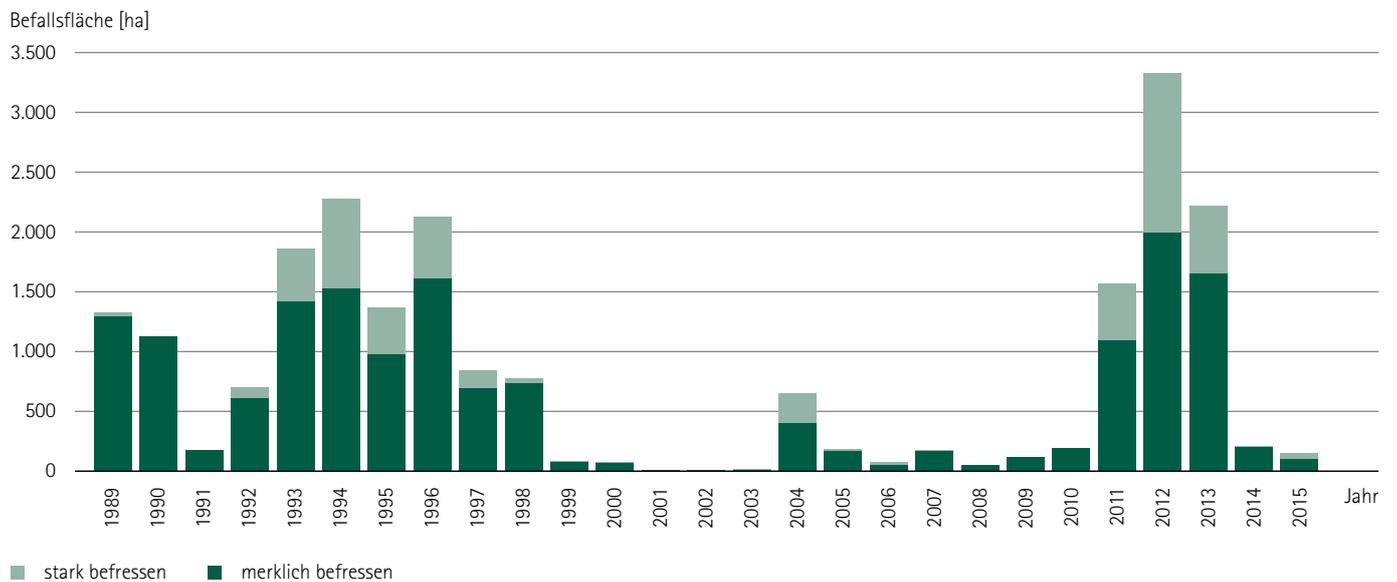
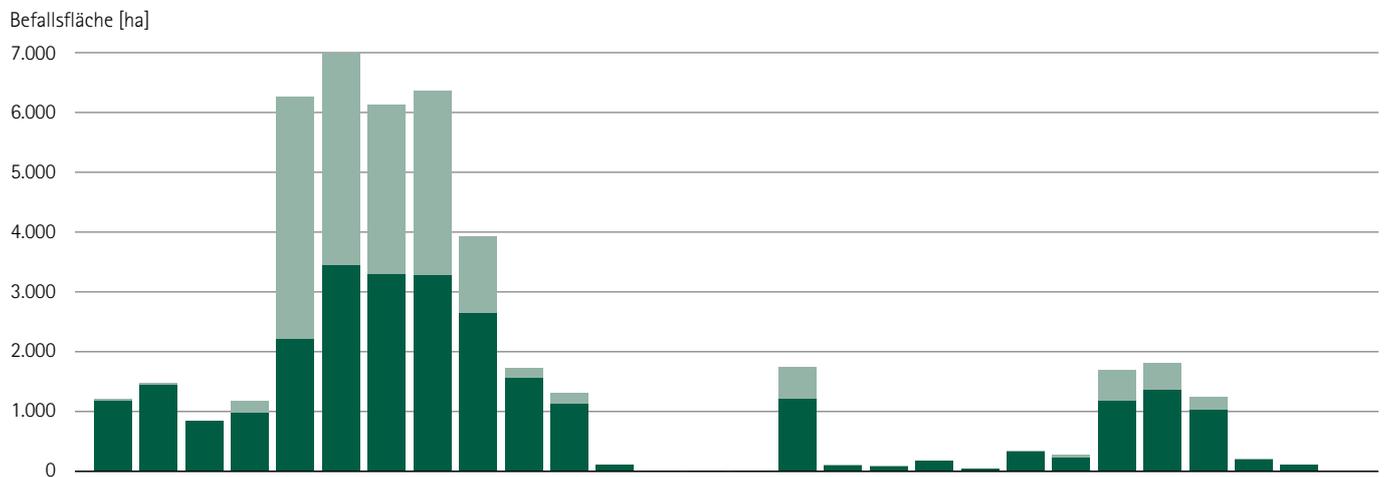


Abb. 45: Befallsflächen [ha] durch Eichenwickler (oben) und Frostspanner (unten) 1989 bis 2015.

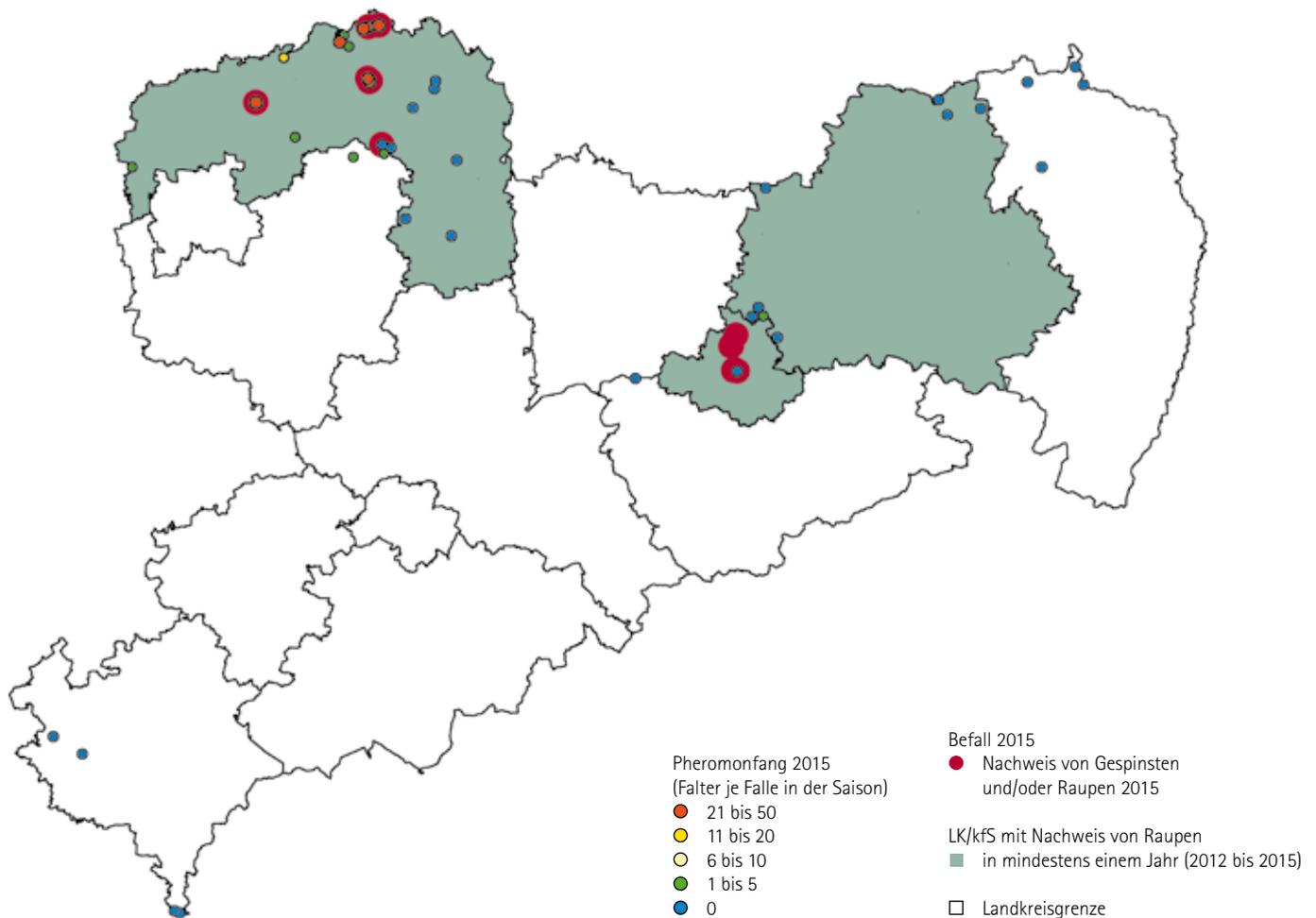


Abb. 47: Nachgewiesenes Auftreten des Eichenprozessionsspinners in Sachsen in 2015 (Daten von den unteren Forstbehörden der Landkreise (LK)/kreisfreien Städte (kfS) und vom SBS).

Die Pheromonfallenfänge deuten momentan mindestens auf eine Etablierung, möglicherweise sogar auf eine weitere geringfügige Expansion der bisher festgestellten Areale hin. In diesem Jahr erfolgten an den erkannten Befallsstellen wieder punktuell mechanische Gegenmaßnahmen. Die Abbildung 47 zeigt die 2015 von den Forstbehörden registrierte regionale Verteilung der Nachweise des Eichenprozessionsspinners.

Auch das Auftreten anderer, zur Massenvermehrung neigender Insektenarten, wurde in 2015 lokal und auch nur in einzelnen Waldbeständen beobachtet.

So kam es im Landkreis Görlitz durch Feld- und Waldmaikäfer (*Melolontha melolontha/hippocastani*) zu merklichem Käferfraß vor allem im Lichtkronenbereich von Alteichen (siehe Abb. 46) und in Aufforstungen. Die Maikäferlarven (Engerlinge) können durch Fraß an den Wurzeln vor allem in Verbindung mit auftretender Dürre zum kompletten Absterben von Eichenkulturen führen.



Abb. 48: Maikäferfraß in der Lichtkrone einer Eiche (links); Ansammlung von Feld- und Waldmäkfern beim Fraß (rechts); (Fotos: F. Matschulla).



Abb. 49: Käfer und Reifungsfraß des Eichenerdfloh (links); leere (weiß) und noch volle (gelb) Eigelege und Larven beim Fraß (rechts); (Fotos: F. Matschulla).

In Eichenkulturen im Landkreis Nordsachsen wurden durch die Käfer und die Larven des Eichenerdflohs (*Haltica quercetorum*) teilweise merkliche Fraßschäden an Blättern (siehe Abb. 49) verursacht.

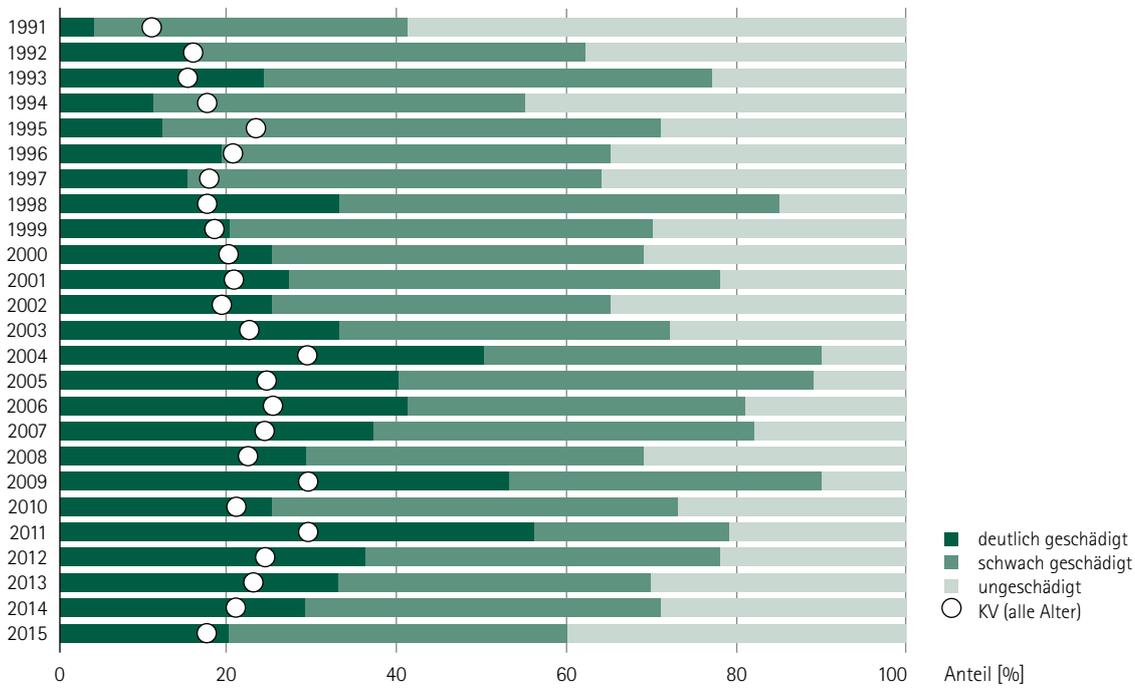


Abb. 50: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Buche von 1991 bis 2015.

Buche

Mit zunehmendem Alter verschiebt sich bei Bäumen die Relation von produzierender Biomasse (grüne Blätter) zu Gunsten der verbrauchenden Biomasse (Holzmasse in Stamm und Zweigen), womit Vitalitätseinbußen und komplexere Reaktionsmechanismen verbunden sind. Die Rotbuche ist, abgesehen von der Eiche, die Baumart innerhalb der Stichprobe, die das höchste Durchschnittsalter aufweist. Bedingt durch das relativ hohe Bestandesalter und aufgrund fehlender artspezifischer Anpassungsmechanismen reagierte die Buche besonders stark auf extreme Trockenereignisse, wie sie 2003 aufgetreten sind. Im darauf folgenden Jahr 2004 erreichte die mittlere Kronenverlichtung mit 29 % einen der schlechtesten Werte der Zeitreihe. Höhere Kronenverlichtungen wurden nur 2009 und 2011 aufgrund starker Fruktifikation beobachtet. Seit dieser Phase ist bei der Buche eine rückläufige Tendenz des Blattverlustes zu

verzeichnen, der in diesem Jahr mit 17,4 % deutlich unter dem Durchschnitt liegt (vgl. Abb. 50). Ursache für diesen Trend ist der zunehmende Austausch von Stichprobenbäumen im Rahmen des Waldumbaus. So wurden in den letzten Jahren vor allem alte Kiefern durch junge Buchen ersetzt. Das mittlere Alter der Buchen erreichte im Jahr 2009 mit 104 Jahren ein Maximum und liegt 2015 bei 96 Jahren. Im Vergleich zu den Mastjahren 2009 und 2011, in denen rund 35 bis 40 % der Buchen starken Fruchtanhang aufwiesen, fiel die Fruchtbildung in diesem Jahr gering aus. Einen starken Bucheckerbehang wiesen lediglich 2 % der über 60-jährigen Buchen auf. 4 % der Buchen zeigen eine mittlere, 23 % eine geringe Fruchtausbildung (Abb. 51). Die jährliche Mortalität der Buche liegt im Mittel bei 0,2 % der Stichprobenbäume. In diesem Jahr lag sie bei 0 %.

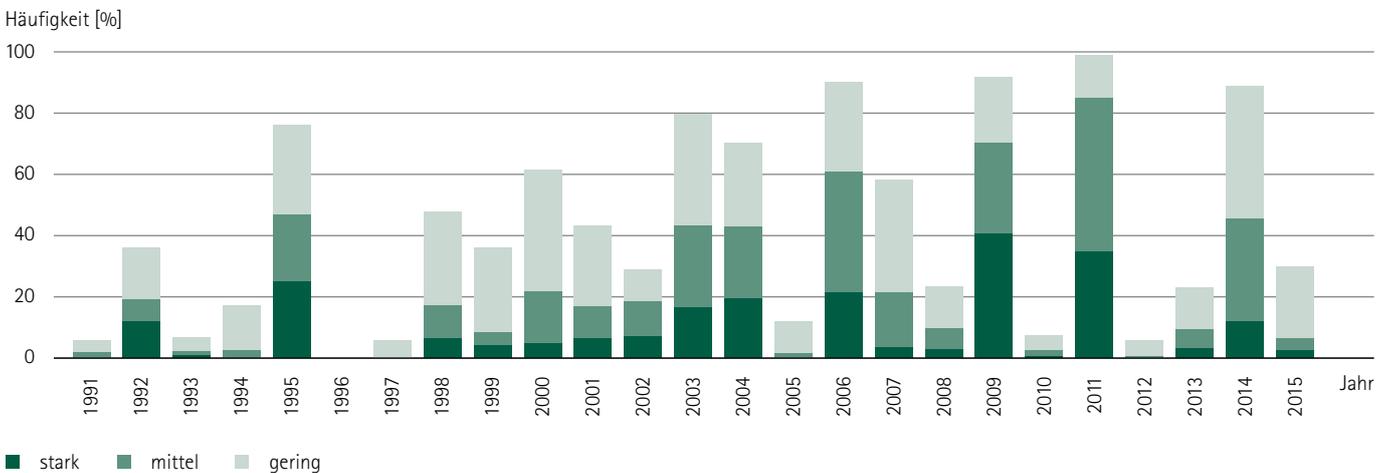


Abb. 51: Fruktifikation der älteren (über 60-jährigen) Buchen von 1991 bis 2015.



Abb. 52: Verfrühter Blattfall an einer einzelnen Buche (links) und entlaubte Buchen an den Weißeritztalhängen (rechts); (Fotos: L.-F. Otto).

Bedingt durch die Trockenheit und Wärme im Sommer, besonders in der ersten Augushälfte, kam es lokal bereits Anfang/Mitte August zu frühzeitiger Blattfärbung (z. B. Eichen) und auch Abwurf noch ungefärbter Blätter (z. B. Buche) (siehe Abb. 52). Diese Symptome wurden erst nach der Waldzustandserhebung voll umfänglich sichtbar und traten auch bei

anderen Baumarten, insbesondere bei Birke, Linde und Ahorn auf. Durch aktuelle Befliegungsdaten ausgewählter Waldgebiete konnte im September 2015 eine erste Bestandesaufnahme durchgeführt werden (Abb. 53). Der Umfang zu erwartender baumartenspezifischer Folgeschäden lässt sich erst im kommenden Frühjahr beim Neuaustrieb abschätzen.



Abb. 53: Trocknisschäden an Buchen (siehe Abb. 52) – Luftbildaufnahme vom September 2015 am Beispiel der Weißeritztalhänge (links: Color-Infrarot-Darstellung; rechts: RGB-Darstellung); (Fotos: SBS).

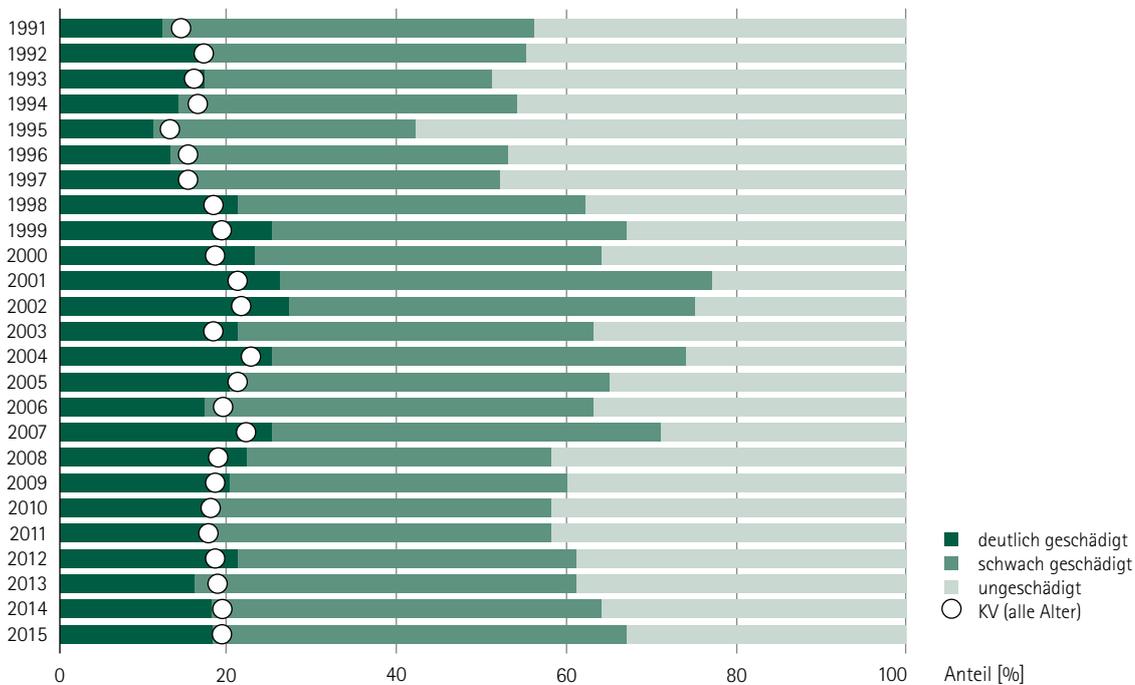


Abb. 54: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der sonstigen Laubbäume von 1991 bis 2015.

Sonstige Laubbäume

Die Gruppe der Sonstigen Laubbäume wird durch die Birke, mit einem Anteil von 52 %, dominiert. Daneben treten Berg- und Spitzahorn, Gemeine Esche, Hainbuche, Winterlinde, Roteiche, Roterle, Eberesche, Robinie, Hybridpappel sowie Aspe häufiger auf und bilden 46 % der Baumartengruppe.

Der Kronenzustand dieser Baumarten zeigt im Laufe der Zeitreihe, ähnlich wie Buche und Eiche, jedoch weniger ausgeprägt, eine relativ hohe Variabilität. Auffällig ist eine Phase hoher Blattverluste zwischen 1999 und 2008, die sich mehr oder weniger deutlich von den übrigen Jahren mit durchschnittlichen Kronenverlichtungen abhebt. Zudem starben, nach dem Rekordjahr 1999 (3,7 %), in den Jahren zwischen 2004 und 2008 überdurchschnittlich viele der sonstigen Laubbäume ab oder wurden planmäßig genutzt. In den letzten drei Jahren ist die Mortalität wieder leicht angestiegen und liegt mit 1,1 % in diesem Jahr knapp unter dem langjährigen Durchschnitt (1,3 %). Als kurzlebige Baumarten haben die in dieser Gruppe dominierenden Birken und Aspen ihr physiologisches Optimum zumeist schon überschritten. So ist es nur allzu natürlich, dass auch Bäume mit einer hohen Standortstoleranz, bedingt durch den Alterungsprozess, auf die sommerlichen Trockenphasen kaum noch reagieren können. Eine Fähigkeit, die insbesondere in den von wiederholten Trockenperioden gekennzeichneten Wuchsgebieten im sächsischen Tief- und Hügelland, wo mehr als drei Viertel der sonstigen Laubbäume stocken, gefragt ist.

Mit einem Ergebnis von 19,1 % liegt der mittlere Blattverlust in 2015 nahezu auf dem Niveau des Vorjahres (19,2 %), jedoch immer noch leicht über dem langjährigen Mittelwert. Die Gruppe der Bäume mit deutlichen Schäden ist dabei mit rund 18 % konstant geblieben. Lediglich der prozentuale Anteil schwach geschädigter Bäume hat sich um 3 % erhöht. (vgl. Abb. 54).

Anders als in den übrigen Baumartengruppen findet sich in dieser Gruppe eine Reihe von Baumarten, deren Kronenzustand aufgrund weiterer Merkmale auf erhöhte Stressbelastungen hinweist: So könnten die schütterere Belaubung der Birke (mittlerer Blattverlust 21 %) oder die teilweise Verfärbung der Gemeinen Eberesche Hinweise auf den angespannten Bodenwasserhaushalt in der Wachstumsperiode sein.

Der Anteil der sonstigen Laubbäume, an denen Fruchtbehang beobachtet wurde sank im Vergleich zum Vorjahr um 8 % auf 38 %. An 62 % der Bäume in dieser Baumartengruppe konnte keine Fruktifikation festgestellt werden.

Das vom Eschentriebsterben verursachte Schadniveau ist nach wie vor hoch, wobei in den Beständen i. d. R. sowohl abgestorbene und stark geschädigte, als auch schwach bis nicht geschädigte Eschen vorkommen. Ein flächiges Absterben ist bisher nicht zu beobachten. Als Hauptverursacher wurde das Falsche Weiße Stengelbecherchen (*Hymenoscyphus fraxineus*) identifiziert (siehe Abb. 55).



Abb. 55: Fruchtkörper der Hauptfruchtform des Pilzes (Falsches Weißes Stengelbecherchen) auf den Blattspindeln der Esche (Foto: F. Matschulla).

Die invasive Ulmenblattwespe (*Aproceros leucopoda*), wegen Ihres charakteristischen Larvenfraßes auch Zick-Zack-Blattwespe genannt (siehe Abb. 56), kann an einheimischen Ulmen zu Kahlfraß führen und besitzt zudem ein ernstzunehmendes Schadpotenzial. In Sachsen wurde bisher vereinzelt das Auftreten bei/in Leipzig, Radebeul, Hoyerswerda und Bischofswerda gemeldet. Bisher kam es allerdings noch nicht zu stärkeren Schäden an den wenigen noch vorkommenden Ulmen.

An Linden und Eichen traten teilweise auffällige Fraßerscheinungen (siehe Abb. 57) durch die Lindenblattwespe (*Caliroa annulipes*) auf, was zu einem transparenten, später bräunlich wirkenden Aussehen der Blätter führte. Teilweise wurden Bäume nahezu komplett von den Larven dieser Art befallen.



Abb. 56: Befallsbild der Ulmenblattwespe mit jungen Larven (Bischofswerda, 28.06.15); (Foto: F. Matschulla).



Abb. 57: Ältere Larven der Lindenblattwespe beim Fraß an Linde (links); jüngere Larven beim Fraß an Eiche (rechts); (Fotos: F. Matschulla).

Tabellarische Übersichten

Tab. 1: Herleitung der kombinierten Schadstufe aus Kronenverlichtung (KV) und Vergilbung

Kronen- verlichtung [%]	Anteil vergilbter Nadeln/Blätter [%]			
	0-10	11-25	26-60	61-100
0-10	0	0	1	2
11-25	1	1	2	2
26-60	2	2	3	3
61-99	3	3	3	3
100	4	-	-	-

0 = ohne Schadmerkmale

1 = schwach geschädigt

2 = mittelstark geschädigt

3 = stark geschädigt

4 = abgestorben

} deutlich geschädigt

Tab. 2: Baumarten- und Altersklassenverteilung der Stichprobenbäume im 4 x 4-km-Raster (entspricht 283 Stichprobenpunkten bzw. 6.780 Bäumen; Angaben in %)

Baumart/ Baumartengruppe	Aktuelle Verteilung*	Stich- probe	Altersklasse					
			bis 20	21-40	41-60	61-80	80-100	>100
Buche	4,2	3	15	1	10	15	18	41
Eiche	8,6	6	0	8	20	14	12	46
Fichte	34,4	42	1	15	17	17	23	28
Kiefer	28,2	31	1	17	20	25	19	18
sonstige Laubbäume	18,7	14	8	26	17	27	14	7
sonstige Nadelbäume	3,8	4	1	54	22	7	7	8
alle Baumarten	(97,9+2,1 Blößen)	100	3	18	18	20	19	23

*Angabe der dritten Bundeswaldinventur 2012

Tab. 3: Schadstufenverteilung nach Baumarten/Baumartengruppen (Angaben in %)

Baumart/ Baumartengruppe	Schadstufe					Trend zum Vorjahr deutlich geschädigt
	0 ohne Schadmerkmale	1 schwach geschädigt	2 mittelstark geschädigt	3 und 4 stark geschädigt/ abgestorben	2-4 deutlich geschädigt	
Fichte	48	36	15	1	16	↗ -4
bis 60 Jahre	79	17	3	1	4	→ -1
über 60 Jahre	33	45	21	1	22	↑ -5
Kiefer	25	59	15	1	16	↗ -4
bis 60 Jahre	41	53	6	0	6	→ -1
über 60 Jahre	15	64	20	1	21	↗ -4
Sonstige Nadelbäume	55	29	15	1	16	↗ -2
Nadelbäume	39	45	15	1	16	↗ -4
Buche	40	40	19	1	20	↓ 9
Eiche	19	52	28	1	29	↓ 6
Sonstige Laubbäume	33	49	16	2	18	→ 0
Laubbäume	30	48	20	2	22	↘ 2
Alle Baumarten	37	46	16	1	17	↗ -2
bis 60 Jahre	57	35	7	1	8	→ 0
über 60 Jahre	25	52	22	1	23	↗ -3

Tab. 4: Häufigkeit (%) des Auftretens von Nadel-/Blattvergilbungen nach Intensitätsstufen, Insekten- und Pilzbefall nach Intensitätsstufen und 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	1	0	0/0	0/0	0/0	37/40	15/17	2/2
Kiefer	0	0	0	2/0	1/0	0/0	50/55	13/16	1/1
Sonstige Nadelbäume	1	0	0	0/1	0/1	0/1	27/42	4/4	0/0
Buche	1	1	0	5/0	0/0	0/0	20/23	3/4	2/2
Eiche	1	0	0	11/1	0/0	0/0	39/40	13/16	1/1
Sonstige Laubbäume	0	0	0	15/1	1/1	0/0	22/22	11/14	6/9
Alle Baumarten	1	0	0	4/0	1/0	0/0	38/42	13/16	2/2

Tab. 5: Baumartenverteilung der Stichprobe in den Wuchsregionen (Angaben in %)

Wuchsregionen	Ges.	bis 60	über 60	Fichte	Kiefer	sonstige Nadelbäume	Buche	Eiche	sonstige Laubbäume
Westliches Tiefland	11	36	64	4	52	2	1	12	28
Östliches Tiefland	25	40	60	4	78	0	1	4	12
Mittelsächsisches Löss-Hügelland und Erzgebirgsvorland	11	42	58	47	6	3	5	15	25
Lausitzer Löss-Hügelland und Becken	10	34	66	43	20	4	8	6	19
Vogtland	5	47	53	68	10	5	2	5	11
Erzgebirge	30	34	66	84	1	6	4	0	5
Elbsandstein- und Zittauer Gebirge	7	50	50	40	24	21	5	4	7
Auen (Elbe und Weiße Elster)	1	0	100	0	0	0	0	50	50
Sachsen	100	38	62	42	31	4	3	6	14

Tab. 6: Schadstufenverteilung in den Wuchsregionen

Wuchsregion	Kollektiv		Schadstufen (%)		
	Baumart/Alter	Anzahl	0	1	2-4
Westliches Tiefland	Alle	744	20	55	25
	bis 60 Jahre	271	38	49	12
	über 60 Jahre	473	10	58	32
	Kiefer	386	19	59	22
	sonst. Lb.	211	30	50	20
Östliches Tiefland	Alle	1728	27	62	12
	bis 60 Jahre	696	39	53	8
	über 60 Jahre	1032	18	68	14
	Kiefer	1347	26	63	11
	bis 60 Jahre	520	38	55	6
Mittelsächsisches Löss-Hügelland und Erzgebirgsvorland	über 60 Jahre	827	18	69	13
	sonst. Lb.	209	27	55	18
	Alle	744	43	41	16
	bis 60 Jahre	315	70	25	5
	über 60 Jahre	429	23	52	25
Lausitzer Löss-Hügelland und Becken	Fichte	346	48	34	17
	Alle	660	41	44	15
	bis 60 Jahre	222	57	39	4
	über 60 Jahre	438	33	47	20
	Fichte	281	49	44	7
Vogtland	Alle	360	34	48	19
	bis 60 Jahre	169	58	39	3
	über 60 Jahre	191	13	55	32
	Fichte	243	40	41	19
Erzgebirge	Alle	2016	50	34	16
	bis 60 Jahre	694	76	15	8
	über 60 Jahre	1322	36	44	20
	Fichte	1693	51	34	15
	bis 60 Jahre	504	86	11	4
	über 60 Jahre	1189	37	44	20
Elbsandsteingebirge und Zittauer Gebirge	Alle	480	40	31	29
	bis 60 Jahre	240	62	29	9
	über 60 Jahre	240	18	32	50
	Fichte	191	30	31	39
Auen	Alle	48	8	46	46
Sachsen	Alle	6780	37	46	17

Mitwirkende der sächsischen Landesforstverwaltung an den Waldzustandserhebungen seit 1991 bis heute

- A Hr. R. Albert
- B Hr. M. Bachmann – Hr. H. Barthold – Fr. Dr. B. Bäucker – Hr. A. Berger –
Fr. K. Bieberstein (jetzt Hoffmann) – Hr. F. Bienert – Hr. R. Bochmann – Hr. R. Brandt
- C Hr. H. Czyba
- D Hr. M. Doberenz – Fr. R. Drechsler – Hr. M. Drechsler – Fr. C. Dunger (jetzt Funke)
- E Hr. R. Ehlert
- F Hr. A. Fabian – Hr. Friedrich – Hr. B. Frommelt
- G Hr. M. Gerlach – Hr. A. Gerstenberger – Fr. U. Glaser – Hr. M. Glass – Hr. S. Greeb
- H Fr. E. Haedicke – Hr. C. Hahn – Hr. M. Hähnel – Hr. J. Handrick –
Hr. M. Helbig – Fr. K. Hoffmann – Fr. B. Hoppmann – Fr. K. Hohl – Hr. Hüttel – Hr. G. Heymann
- K Hr. J. Kantzsch – Hr. H. Karst – Hr. W. Katzschner – Hr. W. Keilig – Hr. H. Klammer –
Hr. B. Knöbel – Hr. S. Köhler
- L Hr. Lenk – Hr. E. Liebold – Hr. H. Listner – Hr. Lubitz
- M Fr. Michel – Hr. S. Martens
- N Hr. J. Nixdorf – Hr. K. Noritzsch
- P Hr. H. Petrick – Fr. R. Przybyla
- R Hr. W. Runge
- S Hr. H. Schiller – Hr. W. Schneider – Hr. A. Schöndube – Fr. N. Schulze (jetzt Eismann) –
Hr. T. Sobczyk – Fr. I. Stettinius (jetzt Reschke) – Hr. A. Stettinius – Hr. D. Synatzschke
- T Hr. Thalheim – Hr. K. Tröber – Hr. M. Tzschoppe
- W Hr. L. Weinbrecht – Hr. K. Winkler – Hr. A. Wünsche
- Z Hr. R. Zöfl

Literatur

Baumgarten, M. (2006): Belastung von Wäldern mit gasförmigen Luftschadstoffen. Studie zur Beurteilung der Luftqualität an Waldstandorten des forstlichen Umweltmonitoring in den Jahren 2002 und 2003. *Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz*. S. 130.

BMELV (2007): Waldbäume-Bilderserien zur Einschätzung von Kronenverlichtungen bei Waldbäumen. Arbeitsgemeinschaft Kronenzustand des Bundes und der Länder in Deutschland. 2. Auflage.

Dämmgen, U., Thöni, L., Lumpp, R., Gilke, K., Seidler, E. und Bullinger, M. (2010): Feldexperiment zum Methodenvergleich von Ammoniak- und Ammonium-Konzentrationsmessungen in der Umgebungsluft 2005 bis 2008 in Braunschweig. In: *Landbauforsch. Völkenrode SH*, 2010 (337), S. 1–54. Online verfügbar unter: http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/vTI/Publikationen/Landbauforschung_Sonderhefte/lbf_sh337.pdf

Detten, Roderich von (Hg.) (2013): Und ewig sterben die Wälder. Rückblick auf einen Ausnahmezustand: Oekom Verlag GmbH (Hanser)

Eickenscheidt, N. (2015): Bericht über den nationalen Abstimmungskurs zur Kronenzustandsbewertung in Deutschland 2015-Freiburg i.Br., *Thünen-Institut für Waldökosysteme, unveröffentlichter Bericht*, 59. S.

Eickenscheidt, N. und Wellbrock, N. (2014): Consistency of defoliation data of the national training courses for the forest condition survey in Germany from 1992 to 2012. In: *Environ. Monit. Ass.* 186, S. 257–275. DOI: 10.1007/s10661-013-3372-3.

Eisenhauer, D.-R. und Martens, S. (2007): Waldzustandserhebung in Sachsen – Stellenwert, Kritik und Weiterentwicklung, *AFZ-DerWald*, 4, 189–191.

Elling, W., Heber, U., Polle, A. und Beese, F. (2007): Schädigung von Waldökosystemen: Auswirkungen anthropogener Umweltveränderungen und Schutzmaßnahmen. *Spektrum Akademischer Verlag*. München. 422 S.

Ferm, M. und Svanberg, Per-Arne (1998): Cost-efficient techniques for urban- and background measurements of SO₂ and NO₂. *Atmospheric Environment*, Volume 32, Issue 8, S. 1377–1381.

Forstprojektierung Potsdam (1990): Ökologische Waldzustandskontrolle: Vitalitätsaufnahmen 1986–1989. *Unveröffentlichter Bericht*, 40. S.

Gehrmann, J., Andreae, H., Fischer, U., Lux, W. und Spranger, U. (2001): Luftqualität und atmosphärische Stoffeinträge an Level II-Dauerbeobachtungsflächen in Deutschland. *Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL)*, 94 S.

Gerlach, C. (1922): Ein Beitrag zur Rauchschadensfrage. *Silva* 10:61.

Innes, J.L., Skelly, J.M., und Schaub, M. (2001): Ozone and broadleaved species-A guide to the identification of ozone-induced foliar injury. *Birmersdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL*. Bern, Stuttgart, Wien; Haupt. 136 S.

Kaltz, A., Jacob, J., Pache, S., Andreae, H., Kath, H. und Petrich, R. (2010): Stickstoffdynamik im Umfeld von Rinderanlagen. *Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie*, Heft 24. 136 S.

Krischer, H. (2014): Patient Wald, in: Die Welt, Ausgabe 33, Seite 1, <http://www.welt.de/print/wams/nrw/article131297725/Patient-Wald.html>.

Liebold, E. und Drechsler, M. (1991): Schadzustand und -entwicklung in den SO₂-geschädigten Fichtengebieten Sachsen. *Allgemeine Forstzeitung-AFZ* 10, S. 492–494.

Nebe, W. und Feger, K.-H. (2005): Atmosphärische Deposition, ökosystemare Stoffbilanzen und Ernährung der Fichte bei differenzierter Immissionsbelastung-Langjährige Zeitreihen für das Osterzgebirge und den Südschwarzwald. *Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt*, Heft 22. 129 S.

Salem, A.A., Soliman, A.A. und El-Haty, I.A. (2009): Determination of nitrogen dioxide, sulfur dioxide, ozone, and ammonia in ambient air using the passive sampling method associated with ion chromatographic and potentiometric analyses. *Air Quality, Atmosphere & Health*, Issue 2, S. 133–145.

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2002): Waldzustandsbericht. 42 S.

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2009): Waldzustandsbericht. 66 S.

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2011): Waldzustandsbericht. 38 S.

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2012): Waldzustandsbericht. 43 S.

Stockwell, W.R., Kramm, G., Scheel, H.-E., Mohnen, V.A. und Seiler, W. (1997): Ozone formation, destruction and exposures in Europe and the United states. In: **Sander mann, H., Wellburn, A.R. und Heath, R.L.** (Hrsg.) Forest decline and ozone: a comparison of controlled chamber and field experiments. *Ecological Studies*, Vol. 127, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1–38.

Umweltbundesamt (2014): Reaktiver Stickstoff in Deutschland: Ursachen, Wirkungen, Maßnahmen. www.uba.de/stickstoff-in-deutschland. 56 S.

Glossar

Abiotische Schäden

Schäden, welche durch unbelebte Umweltfaktoren (z. B. Schnee, Sturm, Sonne) hervorgerufen werden

Altmoräne

Unsortierte Lockergesteinsdecken, welche während der Elster- und der Saalekaltzeit durch das Gletschereis abgesetzt und in der folgenden Weichselkaltzeit durch Erosion und Frostbewegungen stark überformt wurden

Biotische Schäden

Schäden, die durch belebte Umweltfaktoren (z. B. Menschen, Wild, Insekten, Pilze) hervorgerufen werden

Bruchholz

Holz, welches durch den Bruch des Schaftes bzw. des Stammes eines Baumes, z. B. infolge eines Schadereignisses wie Sturm oder Nassschnee, angefallen ist

Chloroplasten

Enthalten photoaktive Farbstoffe wie Chlorophyll oder Carotinoide zur Durchführung der Photosynthese und damit den Aufbau von energiereichen Kohlenstoffverbindungen aus Kohlenstoffdioxid (Assimilation)

Denitrifikation

Reduktion von Nitrat im Boden zu gasförmigen Stickstoffverbindungen (Lachgas, Stickstoffdioxid) oder molekularem Stickstoff und das anschließende Entweichen dieser Moleküle in die Atmosphäre

Deposition

Ablagerung bzw. Absetzen von gelösten, staubförmigen oder gasförmigen Luftinhaltsstoffen in ein Ökosystem

Emission

Freisetzung bzw. Austrag von gelösten, staubförmigen oder gasförmigen Stoffen

Feldkapazität

Bodenwassergehalt [Vol. %], der sich in einem zunächst wassergesättigten Boden nach drei bis vier Tagen einstellt

Flachgründigkeit

Durchwurzelbarkeit eines Bodens mit weniger als 30 cm Tiefe

Heide

Ursprünglich „unkultiviertes Land“, „Waldgegend“ bedeutend, steht der Begriff heute für einen nutzungsbedingten zwerg- und kleinstrauchreichen Landschaftstyp, der sich jedoch in seiner früheren Bedeutung als Name vieler Waldgebiete erhalten hat

Immission

Eintrag von gelösten, staubförmigen oder gasförmigen Luftinhaltsstoffen in ein Ökosystem

Johannistrieb

Zweiter Blattaustrieb innerhalb eines Jahres im Juni (Johannistag), der unter bestimmten Witterungsbedingungen bei einigen Laubbäumen wie Eiche, Buche oder Ahorn vorkommt und insbesondere für die Kompensation von Blattschäden durch Insektenfraß oder Pilzbefall bedeutsam ist

Klimatische Wasserbilanz

Differenz aus realem Niederschlag und potenzieller Verdunstung; ist sie negativ, können Wasserdefizite im Boden auftreten, ist sie positiv kann Versickerung und Abfluss stattfinden

Kronenverlichtung

Gutachterlich eingeschätzter Nadel- oder Blattverlust eines Baumes in Prozent, im Vergleich zu einem vollbenadelten bzw. -belaubten Referenzbaum

Kurzschwanzmäuse

Zur Unterfamilie der Wühler gehörend, die synonym auch als Wühlmäuse bezeichnet werden und einen Schwanz besitzen, der maximal $\frac{1}{4}$ der Körperlänge aufweist, forstlich relevant sind dabei Erd-, Feld-, Rötel- und Schermaus

Lebensraumtyp

Zusammenfassung bedrohter, besonderer oder typischer natürlicher Lebensräume, welche auf Grundlage der Fauna-Flora-Richtlinie (92/43/EWG) zu erhalten oder wiederherzustellen sind

LöB

Kaltzeitliches, windverfrachtetes Sedimentlockergestein, welches zur Familie der Tongesteine gehört

Monitoring

Dauerhafte, systematische Überwachung von Erscheinungen und Abläufen

Natura 2000

Zusammenhängendes europäisches Netz von Schutzgebieten zum Zwecke des Schutzes von Lebensraumtypen, Arten und deren Habitaten

Nutzbare Feldkapazität

Anteil des Bodenwassers, welches für die Pflanze nutzbar ist, was der Differenz aus Wasserspeicherkapazität des Bodens, Totwassergehalt und Feldkapazität entspricht

Permanenter Welkepunkt

Kennzeichnet den Punkt ab dem es Pflanzenwurzeln in der Regel nicht mehr möglich ist, Wasser aus dem Boden aufzunehmen.

Phänologischer Garten

Garten mit typischen Zeigerpflanzen zur Beobachtung und zum Vergleich des exakten Zeitpunktes der, im Jahresverlauf, auftretenden Entwicklungserscheinungen der Natur, wie z. B. Blattaustrieb, Blüte, Fruchtreife, Blattfall

Pheromonfallen

Fallen, welche, innerartlichen Botenstoffen nachempfundene Locksubstanzen (Pheromone) zum Anziehen von Schadinsekten nutzen, bekanntestes Beispiel sind sternförmig verbundene Schlitzfallen für Borkenkäfer

Taupunkt

Temperatur die unterschritten werden muss, damit sich Wasserdampf als Tau (Nebel) aus feuchter Luft abscheiden kann. Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt hierbei 100 %.

Totwassergehalt

Anteil des Wassers [Vol. %], das in den Feinporen des Bodens so stark durch Kapillarkräfte gebunden ist, dass es durch die Pflanze nicht aufgenommen werden kann.

Varianz

Streuungsmaß, welches den Umfang eines Datenkollektives mit berücksichtigt

Wasserspeicherkapazität

Wassergehalt des maximal wassergesättigten Bodens [Vol. %], der theoretisch dem Gesamtporenvolumen des Bodens entspricht

Winterbodensuche

Verfahren, bei dem repräsentative Flächen in Kiefernwäldern systematisch nach überwinterten Insektenstadien von Forleule, Kiefernspanner, Kiefernspinner und Kiefernbuschhornblattwespen abgesucht werden, festgestellte Belagsdichten geben dabei Auskunft über das potenzielle Gefährdungsrisiko durch Insekten in der folgenden Vegetationsperiode

Wuchsgebiet

Gebiet mit ähnlichen Wuchsbedingungen für Pflanzen aufgrund vergleichbarer geologischer, klimatischer und reliefbedingter Ausgangsbedingungen, es entspricht dem geographischen Naturraum und vereinigt verschiedene Wuchsbezirke bzw. Großlandschaften miteinander

Wuchsregion

Gruppe von Wuchsbezirken, in denen vergleichbare boden- und geländebedingte Standortseigenschaften vorherrschen

Wurfholz

Holz, welches durch den Fall eines gesamten Baumes, einschließlich Wurzel, z. B. infolge eines Schadereignisses wie Sturm oder Wasser, angefallen ist

Notizen

**Herausgeber:**

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)

Postfach 10 05 10, 01076 Dresden

Telefon: +49 351 564-6814

Telefax: +49 351 564-2059

E-Mail: info@smul.sachsen.de

Internet: www.smul.sachsen.de

Redaktion:

Staatsbetrieb Sachsenforst

Bonnewitzer Straße 34

01796 Pirna, Graupa

Telefon: +49 3501 542-0

Telefax: +49 3501 542-213

E-Mail: poststelle.sbs@smul.sachsen.de

Internet: www.sachsenforst.de

Fotos:

R. Benning und F. Jacob (Titel), Staatsbetrieb Sachsenforst

Gestaltung, Satz:

blaurock markenkommunikation, Dresden

Druck:

Lausitzer Druckhaus GmbH

Papier:

Gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier

Redaktionsschluss:

Oktober 2015

Bezug:

Es können keine gedruckten Exemplare bezogen werden.

Der Waldzustandsbericht kann unter www.sachsenforst.de heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinarbeit des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Copyright

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdruckes von Auszügen und der fotomechanischen Wiedergabe, sind dem Herausgeber vorbehalten.

