



Waldzustandsbericht 2016



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
■ Summary	5
■ Shrnutí	6
■ Podsumowanie	7
Einflüsse auf den Waldzustand	8
■ Witterung	8
Zwischen Versauerung und Klimawandel	12
■ Zeitliche Veränderung der Wasserchemie von Waldquellen	12
Der aktuelle Kronenzustand	22
■ Allgemeine Situation	22
■ Regionale Ausprägung	24
■ Kronenzustand an Nadelbäumen	26
■ Kronenzustand an Laubbäumen	34
Tabellarische Übersichten	41
Anhang	44
Literatur	45
Glossar	46

Zusammenfassung

Die deutlichen Niederschlagsdefizite der Vorjahre wurden erst ab Oktober 2015 durch überdurchschnittlich hohe Niederschläge wieder ausgeglichen. Zu Beginn der Vegetationsperiode im Mai 2016 waren die Bodenwasserspeicher auf den gut drainierten Gesteinsböden im Gebirge, wie auch auf den Sandböden im Tiefland, wieder aufgefüllt. Der Erfassung des Waldzustandes im Juli 2016 ging aus hydrologischer Sicht ein ausgesprochen durchschnittliches Jahr voraus. Die monatlichen Temperaturen lagen nach eigenen Messungen des Staatsbetriebes um 0,8 K über dem langjährigen klimatischen Mittelwert.

Im Rahmen der Waldzustandserhebung an 6.792 Bäumen wurden neben der Kronenverlichtung (Blatt-/Nadelverlust) und dem Vergilbungsgrad weitere Merkmale wie Blüte, Fruchtbildung sowie biotische und abiotische Schäden aufgenommen. **Der mittlere Nadel- und Blattverlust** der Waldbäume in Sachsen beträgt in diesem Jahr 16,6%. Dieser Wert gilt für alle Baumarten und Alter und liegt etwa einen Prozentpunkt unter dem Vorjahreswert (17,6%). Für jeden Baum erfolgt die Einordnung in eine der fünf Schadstufen anhand von Nadel- bzw. Blattverlust und Verfärbungen. Danach weisen im aktuellen Berichtsjahr 16% der Waldbäume eine deutliche Beeinflussung (Schadstufe 2 – 4), 40% eine schwache Beeinflussung (Schadstufe 1) und 44% keine erkennbare Beeinflussung des Kronenzustandes (Schadstufe 0) auf. Die Anzahl der schwach geschädigten Bäume nimmt im Vergleich zum Vorjahr um 6% zu Gunsten der ungeschädigten Bäume ab.

Der mittlere Nadelverlust der **Fichten** liegt mit 15,9% weiterhin unter dem langjährigen Mittel von 17,1% (1991 – 2015). Eine Veränderung zum Vorjahr hat nicht stattgefunden. Im Vergleich zu anderen Baumarten verweilen die Verluste bei der Fichte auf einem stabilen Niveau. Die relevanten Schadorganismen an der Gemeinen Fichte sind, wie auch in den Vorjahren, Buchdrucker und Kupferstecher. Vor allem die sehr warme und trockene Witterung der Monate Juli und August des Vorjahres führten zu einem Anstieg des Stehendbefalls. Im Juni 2016 waren die Befallsmengen durch Buchdrucker bereits doppelt so hoch wie im Vorjahr. Dieser Trend setzte sich auch im Juli und August fort.

Verglichen mit dem Vorjahreswert fiel der Nadelverlust der **Kiefern** in diesem Jahr um 4 Prozentpunkte auf 15% und liegt damit unter dem langjährigen Mittel der gesamten Zeitreihe. Die ungünstige Witterung des Vorjahres, mit dem damit ausgelösten Trockenstress, führte im selben Jahr zu einem deutlichen Verlust älterer, photosynthetisch weniger aktiven Nadeln. Die günstigeren Wasserhaushaltsbedingungen in diesem Jahr führten zu einer Regeneration der letztjährigen Nadelverluste. Die Massenvermehrung der Nonne in den nördlichen Teilen der Landkreise Görlitz und Bautzen ging im Vorjahr zu Ende.

Der deutliche Trend steigender Nadelverluste in der Gruppe der **sonstigen Nadelbäume** hält auch in diesem Jahr an und steigt mit 17,8% auf den höchsten Wert seit 1991. Der rückläufige Befall durch die Lärchenminiermotte in den zurückliegenden Jahren stieg in diesem Jahr

geringfügig an. Im Gegensatz dazu setzte sich der letztjährige Befall durch die Sitkafichtenröhrenlaus in diesem Jahr nicht fort.

Im Vergleich mit den anderen Baumarten kamen die **Eichen** am besten mit der Trockenheit des vergangenen Jahres zurecht. Die mittleren Blattverluste lagen mit 19,6% deutlich unter dem langjährigen Mittel und fast 10% unter den Werten von 2013. Sowohl der Anteil der Eichen mit deutlichen Belaubungsdefiziten als auch der mittlere Blattverlust erreichen in diesem Jahr neue Minima der Zeitreihe. Die sehr geringen fraßbedingten Blattverluste sind ein Grund dafür. Das örtlich begrenzte Auftreten des Eichenprozessionsspinners am nördlichen Stadtrand von Dresden sowie in der angrenzenden Dresdner Heide und im Landkreis Nordsachsen wurde auch in diesem Jahr bestätigt.

Bei der **Rotbuche** stieg der mittlere Blattverlust um 6,5 Prozentpunkte auf 23,9% an und erreicht den vierthöchsten Wert in der langjährigen Zeitreihe. Warme Sommer wie 2015 begünstigen die Anlage von Blütenknospen, wodurch im Folgejahr eine vermehrte Fruchtbildung (Mast) zu verzeichnen ist. In diesem Jahr wird mit über 40% starkem Fruchtbehang an den begutachteten älteren Buchen der höchste Wert seit 1991 erreicht. Die intensive Samenproduktion erklärt die Defizite in der Belaubung.

Die Gruppe der **sonstigen Laubbäume** wird mit einem Anteil von 52% durch die Birke dominiert. Der mittlere Blattverlust von 19,2% liegt auf dem Niveau der Vorjahre, jedoch immer noch leicht über dem langjährigen Mittelwert. Auch in dieser Gruppe stieg der Anteil der Bäume mit Fruchtbehang von 38% im Vorjahr auf 62% in diesem Jahr an. Das vom Eschentriebsterben verursachte Schadniveau ist nach wie vor hoch, wobei ein flächiges Absterben nicht zu beobachten ist.

Summary

The considerable precipitation deficits of previous years were only compensated by high above-average precipitation as of October 2015. At the beginning of the vegetation period in May 2016, the soil water stores had refilled on both the well-drained rock soils in the mountains and the sandy soils in the lowlands. This year's forest condition survey took place in July 2016 after a very average year from a hydrological point of view. The monthly temperatures were 0.8 K above the long-term climatic average according to the government enterprise Sachsenforst's own measurements.

Apart from crown defoliation (leaf/needle loss) and the degree of yellowing, further characteristics such as blossom, fruit formation as well as biotic and abiotic damage were recorded during the forest condition survey of 6,792 trees. This year, the **average needle and leaf loss** of forest trees in the Free State of Saxony is 16.6%. This value applies to trees of all species and ages and is roughly one percentage point below that of last year (17.6%). Each tree is assigned to one of five damage classes based on needle/leaf loss in combination with any discoloration that may have occurred. Accordingly, the assessment indicates a considerable impact on crown structure for 16% of the forest trees (damage classes 2 to 4), a slight impact on crown structure for 40% (damage class 1) and no detectable impact on crown structure for 44% (damage class 0) in the current report year. Compared to the previous year, the number of slightly damaged trees has dropped by 6% in favour of undamaged trees.

The average needle loss of 15.9% for **spruce** continues to be below its long-term average of 17.1% (1991–2015). There is no change relative to the previous year. Compared to other species of tree, the losses for spruce remain stable. As in former years, the eight-toothed spruce bark beetle and six-toothed spruce bark beetle were the relevant pests for common spruce. The rise in the infestation of standing wood was due mainly to the long periods of very warm and dry weather in July and August of the previous year. In June 2016, the level of the eight-toothed spruce bark beetle infestation was already twice that of the previous year. This trend also continued in July and August.

Compared to last year's figure, the needle loss in **pine** dropped by 4 percentage points to 15% in the current year and is thus below the long-term average of the whole time series. The unfavourable weather conditions during the previous year and resulting drought stress led to a marked loss of older and photosynthetically less active needles. This year's more favourable water regime led to a regeneration of last year's needle losses. The nun moth represented the highest risk potential. The latest mass propagation in the northern parts of the districts of Görlitz and Bautzen ended last year.

The clear trend of an increasing defoliation in the group of **other conifers** continues within the current monitoring period. This year's defoliation is 17.8% and thus the highest value since 1991. The decline in the larch leaf-miner infestation experienced over the last years has

stopped; instead, there was a slight increase. In contrast to this, last year's spruce aphid infestation did not continue this year.

Compared to other species of tree, **oak** coped with last year's drought best. Average defoliation was 19.6%, and thus clearly below the long-term average and almost 10% below the values of 2013. Both the percentage of oak with a clear foliage deficit and average defoliation reach new minimum values in the time series. The local occurrence of the oak procession moth on Dresden's northern periphery and in the adjacent Dresdner Heide forest area as well as in the district of North Saxony was confirmed this year too.

Average defoliation in **copper beech** rose by 6.5 percentage points to 23.9% and thus reached the fourth highest value in the long-term time series. Warm summers as in 2015 favour the development of blossom buds, resulting in increased fructification (mast) in the following year. This year, more than 40% of the older beeches in the survey showed a high rate of fructification. This is the highest value since 1991. The intensive seed production accounts for foliage deficits.

The group of **other deciduous trees** is dominated by birch with a percentage of 52%. Average defoliation is 19.2% and thus at the previous years' level, though still slightly higher than the long-term average. This group too showed more trees with fruit. The percentage rose from 38% last year to 62% this year. The level of damage due to ash dieback is still high, though there is no die-off on larger areas.

Shrnutí

Výrazně nedostatkové srážky minulých let byly vykompenzovány teprve od října 2015 nadprůměrně vysokými srážkami. Na začátku vegetačního období v květnu 2016 byly půdní zásobníky opět naplněny, jak na dobře drenážívaných horninových půdách v pohoří tak na písčitých půdách v nížině. Zjištění stavu lesa v červenci 2016 předcházelo z hydrologického hlediska výslovně průměrný rok. Měsíční teploty byly dle vlastních měření Státního podniku Saské lesy (Staatsbetrieb Sachsenforst) o 0,8 K nad dlouholetým klimatickým průměrem.

V rámci zjištění stavu lesa na 6.792 stromech byly evidovány vedle prosvětlení korun stromů/defoliace (ztráta listů/jehličí) a stupně zežloutnutí listů, ukazatelé jako květy, vytvoření plodu jakož i biotické a abiotické škody. **Průměrná ztráta jehličí a listů** lesních stromů v Svobodném Státě Sasko obnáší v tomto roce 16,6%. Tato hodnota platí pro všechny druhy a stáří stromů a leží asi jeden procentní bod pod hodnotou minulého roku (17,6%). Každý strom byl zařazen do jedné z pěti tříd poškození podle ztráty listů a jehličí a podle zbarvení. Podle toho vykazují v aktuálním sledovaném roce 16 % lesních stromů výrazné ovlivnění (třída poškození 2–4), 40 % slabé ovlivnění (třída poškození 1) a 44 % žádné znatelné ovlivnění stavu koruny stromu (třída poškození 0). Počet slabě poškozených stromů se ve srovnání s minulým rokem o 6 % snížil ve prospěch nepoškozených stromů.

Průměrná ztráta jehličí u **smrků** je s 15,9% nadále pod dlouhodobým průměrem 17,1 % (1991–2015). Změna oproti minulému roku nenastala. Ve srovnání s jinými druhy stromů zůstávají ztráty u smrku na stabilní úrovni. Relevantní škůdci u smrku ztepilého, jsou, jak již v minulých letech, lýkožrout smrkový a lýkožrout lesklý. Především velmi teplé a suché počasí v měsících červenec a srpen minulého roku vedlo k navýšení napadení stojících stromů. V červnu 2016 bylo množství napadnutí lýkožroutem smrkovým dvakrát tak vysoké jak v minulém roce. Tento trend pokračoval i v červenci a srpnu.

Ve srovnání s hodnotou minulého roku se snížila ztráta jehličí u **smrku** v tomto roce o 4 procentní body na 15 % a leží proto pod dlouholetým průměrem celkové časové řady. Nevýhodné počasí minulého roku a tím vyvolaným stresem ze sucha vedlo téhož roku k výrazné ztrátě staršího jehličí, které je, co se týče fotosyntézy, méně aktivní. Výhodnější podmínky vodního režimu v tomto roce vedly k regeneraci ztrát jehličí z minulého roku. Poslední masové rozmnožení v severních částech zemských okresů Görlitz a Bautzen bylo v minulém roce ukončeno. Největší potenciální hrozba vychází od bekyně mnišky (lymantra monacha).

Výrazný trend stoupajících ztrát jehličí ve skupině **jiných jehličnatých porostů** přetrvává i v tomto roce a je s 17,8 % na nejvyšší úrovni od roku 1991. Snižující se napadení pouzdrovníčkem modřínovým v posledních letech se v tomto roce nepatrně zvýšilo. Napadení mšičí smrkovou v minulém roce ale letos nepokračovalo.

Ve srovnání s jinými druhy stromů se **dub** nejlépe vypořádal se suchým počasím minulého roku. Průměrná ztráta listů byla s 19,6% vý-

razně pod dlouholetým průměrem a skoro 10% pod hodnotami roku 2013. Jak podíl dubů s výraznými nedostatky ohledně stavu listů tak i průměrná ztráta listů dosáhly v tomto roce nové minimální hodnoty časové řady. Lokální výskyt bourovčiku toulavého na severním okraji Drážďan jakož i v přilehlém lese Dresdner Heide a v zemském okrese Nordsachsen (Severní Sasko) byl i v tomto roce potvrzen.

U **buka lesního** se zvýšila průměrná ztráta listů o 6,5 procentního bodu na 23,9% a dosáhla čtyřnevyšší hodnoty v dlouhodobé časové řadě. Teplé léto jako v roce 2015 podporuje vytvoření květových pupenů, což v následujícím roce vede k zvýšenému výskytu plodů (výkrm). V tomto roce se dosáhne s více než 40% na prověřených starších bucích nejvyšší hodnota od roku 1991 co se týče výskytu plodů. Intenzivní vytvoření semen vysvětluje nedostatky ohledně počtu listů.

U skupiny **jiných listnatých stromů** převládá s podílem 52% bříza. Průměrná ztráta ve výši 19,2% leží na úrovni předešlých let, ale je pořad ještě lehce nad dlouhodobým průměrem. I v této skupině se zvýšil podíl stromů s výskytem plodů z 38% v minulém roce na 62% v tomto roce. Úroveň škod způsobená odumíráním vyrašených letorostů jasanu ztepilého je nadále vysoká, přičemž ale nebylo možné registrovat celoplošné odumírání.

Podsumowanie

Znaczne deficyty opadów w latach ubiegłych zrekompensowała ponadprzeciętna ilość opadów dopiero od października 2015 r. Z początkiem sezonu wegetacyjnego w maju 2016 r. zasoby wodne w dobrze zdrenowanych glebach skalistych w górach, ale także w nizinnych glebach piaszczystych, były znowu pełne. Monitoring stanu lasów w lipcu 2016 r. poprzedził z hydrologicznego punktu widzenia wyraźnie przeciętny rok. Według pomiarów państwowego zakładu lasów saksońskich Staatsbetrieb Sachsenforst miesięczne temperatury oscylowały wokół 0,8 Kelwina powyżej długoletniej średniej klimatu.

W ramach monitoringu stanu lasów, którym objęto 6.792 drzewa, uwzględniono obok defoliacji koron drzew (ubytek liści/igieł) i stopnia żółknięcia dalsze jeszcze cechy, jak pączki kwiatowe, owocowanie oraz uszkodzenia biotyczne i abiotyczne. **Średni ubytek igieł i liści** drzew leśnych w Wolnym Kraju Związkowym Saksonia wynosi w roku bieżącym 16,6%. Wartość ta dotyczy wszystkich gatunków drzew i wszystkich struktur wiekowych i jest niższa o ok. jeden punkt procentowy od wartości z roku ubiegłego (17,6%). Na podstawie ubytku igieł lub liści oraz przebarwienia każde drzewo zostaje zaszerogowane do jednego z pięciu poziomów uszkodzenia. Zgodnie z tą klasyfikacją w aktualnym roku sprawozdawczym 16% drzewostanu leśnego wykazuje znaczny wpływ na stan koron drzew (poziom uszkodzenia 2–4), 40% słaby wpływ (poziom uszkodzenia 1), a 44% nie wykazuje żadnego widocznego wpływu na ten stan (poziom uszkodzenia 0). W porównaniu z rokiem ubiegłym ilość słabo uszkodzonych drzew zmniejsza się o 6% na korzyść drzew nieuszkodzonych.

Średnia ubytku igieł wśród **świerków** wynosi 15,9% i plasuje się nadal poniżej długoletniej wartości średniej, wynoszącej 17,1% (1991–2015). W porównaniu z rokiem ubiegłym nie było żadnych zmian. W porównaniu z innymi gatunkami drzew defoliacja świerków utrzymuje się na takim samym poziomie. Znaczącym szkodnikiem w zakresie świerku pospolitego są, tak jak i w latach ubiegłych, kornik drukarz i rytownik pospolity.

Przed wszystkim bardzo ciepła i sucha pogoda w miesiącach lipiec i sierpień roku ubiegłego sprzyjała wzrostowi tego porażenia drzewostanu. W czerwcu 2016 r. ilość porażenia przez kornika drukarza podwoiła się już w porównaniu z rokiem ubiegłym. Ten trend był kontynuowany także w miesiącach lipiec i sierpień.

W porównaniu z wartością roku ubiegłego defoliacja **sosny** w tym roku zmalała o 4 punkty procentowe i osiągnęła wartość 15%, dzięki czemu kształtuje się poniżej długoletniej wartości średniej całego szeregu czasowego. Niekorzystne warunki pogodowe w roku ubiegłym, które spowodowały stres suszy, doprowadziły w tym samym roku do znacznego ubytku starszych, fotosyntetycznie mniej aktywnych igieł. Tegoroczne korzystniejsze warunki w zakresie gospodarki wodnej doprowadziły do regeneracji zeszłorocznego ubytku igieł.

Ostatnie masowe rozmnożenie w północnych częściach okręgów Görlitz i Budziszyn dobiegło końca w roku ubiegłym. Największy potencjał zagrożenia stanowiła tutaj brudnica mniszka

Wyraźny trend wzrostu defoliacji w grupie **pozostałych drzew iglastych** utrzymuje się również i w tym roku, a osiągając 17,8% stanowi najwyższą wartość od 1991 r. Porażenia krobikiem modrzewiaczkiem, które zmniejszyły się w latach ubiegłych, wzrosły nieznacznie w roku bieżącym. W przeciwieństwie do tego nie odnotowano w tym roku porażenia świerku sitkajskiego przez mszycowate.

W porównaniu z innymi gatunkami drzew **dęby** najlepiej zniosły zeszłoroczną suszę. Średnia wartość defoliacji wyniosła 19,6% i plasowała się znacznie poniżej wieloletniej wartości średniej, a o prawie 10% poniżej wartości z roku 2013. Zarówno udział dębów ze znacznym deficytem listowia, jak również średnia wartość defoliacji osiągnęły w roku bieżącym nowe wartości minimalne szeregu czasowego. Lokalnie ograniczone występowanie korowódki dębówki na północnych obrzeżach Drezna oraz w przyległym lesie Dresdner Heide i w okręgu Północnej Saksonii potwierdzono również i w tym roku.

W przypadku **buka pospolitego** średnia wartość defoliacji wzrosła o 6,5 punkty procentowe i osiągnęła wartość 23,9%, co zajmuje czwartą pod względem wielkości miejsce w wieloletnim szeregu czasowym. Ciepłe lata, jak np. w 2015 r., sprzyjają zawiązywaniu się pączków kwiatnych, co w roku następnym implikuje zwiększone owocowanie. W tym zakresie rok bieżący, odnotowując ponad 40% owoców na poddanych monitoringowi starszych bukach, przyniósł najwyższą wartość od 1991 r. Intensywne wytwarzanie nasion wyjaśnia deficyty w zakresie listowia.

W grupie **pozostałych drzew liściastych** dominuje brzoza, której udział wynosi 52%. Średnia wartość defoliacji wynosi 19,2% i kształtuje się na poziomie lat ubiegłych, ale ciągle jeszcze lekko przewyższa wieloletnią wartość średnią. Również i w tej grupie wzrósł udział drzew z owocami – z 38% w roku ubiegłym do 62% w roku bieżącym. Spowodowany zamieraniem pędów jesionu poziom uszkodzeń jest ciągle jeszcze wysoki, ale nie stwierdzono zamierania wielkoobszarowego.

Einflüsse auf den Waldzustand

Witterung

Die »Wohlfühlwitterung« für Bäume sind sonnige, leicht bewölkte Tage mit Temperaturen zwischen 5 und 30 °C. Ein leichter Wind kann wehen und Regenschauer müssen genau so fallen, dass der Bodenwassergehalt über 50% und unter 100% der nutzbaren Feldkapazität (nFK) bleibt. An der Waldklimastation in Pirna war dies in diesem Jahr bis Ende Juli an 72 Tagen der Fall. Mit 101 »Wohlfühltagen« war die Witterung im Vergleichszeitraum des Jahres 2014 komfortabler. Wogegen das Jahr 2015 mit lediglich 26 Tagen bei vielen Bäumen einen schmalen Jahrring hinterlassen hat!

Weichen die Witterungsverhältnisse von diesem Ideal ab, nimmt das Wachstum des Baumes ab und die Bildung von Reserve- sowie Abwehrstoffen geht zurück. Damit ändert sich die Anfälligkeit der Bäume gegenüber biotischen Schaderregern, wie Pilzen und Insekten. Wetteranomalien und ungünstige Witterung können ebenso Ursache von Schäden sein. Mit Blick auf das Zusammentreffen von Witterung und

abiotischem Schaden können die folgenden Gruppen unterschieden werden:

1. extreme Witterungssituationen, die direkt **über die Atmosphäre** einwirken und akute **mechanische Schäden** bewirken (Sturm, Hagel, Nassschnee),
2. extreme Witterungssituationen, die direkt **über die Atmosphäre** einwirken und akute **physiologische Schäden** bedingen (Frost, Hitze und Strahlung, oftmals in Kombination mit Luftschadstoffen, wie bspw. Ozon),
3. ungünstige Witterungsverläufe, die **über den Boden und die Wurzeln** einwirken und erst nach einer ausgeprägten Stressphase zu akuten oder chronischen **physiologischen Schäden** führen (Trockenheit, Staunässe).

Nach der Begutachtung der Bäume im August 2015 bis zur aktuellen Kronenzustandserhebung im Juli 2016 traten folgende Wetter- und Witterungsanomalien auf:

Tabelle 1: Übersicht über Wetterereignisse und Witterungsanomalien die zwischen August 2015 und Juli 2016 aufgetreten sind.

abiotischer Schaden	Schwellenwerte	kritische Wetter-/Witterungsanomalie
Sturm	schwerer, orkanartiger Sturm mit Windspitzen über 25 m/s; Orkan >32 m/s	Nur auf dem Fichtelberg wurden an mehreren Tagen im November (38 m/s am 18.11.15), Dezember (32 m/s am 21.12.15) und Februar (35 m/s am 9.2.15) Orkanstärken erreicht. Andere Stationen bleiben ganzjährig unter dem Schwellenwert von 25 m/s.
Hagel / Starkniederschlag	Niederschlag > 20 mm/Tag	Seit August 2015 wurde der Schwellenwert im Mittel an 6 Tagen überschritten. Etwa 15% des Niederschlages entfallen auf Starkniederschläge. An der Waldklimastation Glashütte fiel am 14. Juli 2016 mit 48 mm der ausgiebigste Niederschlag.
Intensiver Schneefall	20 bis 60 cm bei Temperaturen um 0 °C	keine kritischen Situationen: in den Berglagen erreichten die Neuschneehöhen an wenigen Tagen (23.11.15, zwischen 14. und 17.01.16 und 22.03.16) lediglich 10 bis 15 cm, wobei nur im März die Temperaturen im Bereich des Gefrierpunktes lagen
Frost / Spätfrost	Tagesminima der Temperatur nach Austrieb <-2 °C	keine Spätfrostgefährdung: Austrieb der Bäume fand im Tief- und Hügelland in den ersten beiden Wochen im Mai statt. Die letzten Nächte mit stärkerem Frost traten hier Ende April auf, z.B. 28.04.16.
Hitze / Strahlung	Tagesmaxima der Temperatur > 35 °C	In Kombination mit der Trockenheit waren Hitzeschäden an mehreren Tagen im August 2015 wahrscheinlich. In der Vegetationsperiode 2016 wurde der Schwellenwert bis Redaktionsschluss nicht überschritten.
Trockenheit	innerhalb der Vegetationsperiode mehr als 10 Tage mit Bodenfeuchte < 50% der nFK	Trockenheit der Vegetationsperiode 2015 hielt bis Anfang Oktober 2015 an. In der Vegetationsperiode 2016 wurde der Schwellenwert nur auf Pseudogleyböden im Hügelland unterschritten.
Dürre	innerhalb der Vegetationsperiode sinkt Bodenfeuchte < 20% der nFK	Ab Ende Juli 2015 wurden auf vielen ungünstigen Standorten die Dürregrenzen unterschritten. In der Vegetationsperiode 2016 wurde der Schwellenwert auf den Pseudogleyböden erreicht, aber nicht unterschritten.
Staunässe	innerhalb der Vegetationsperiode mehr als 10 Tage mit Bodenfeuchte > 100% der nFK	In den Vegetationsperiode 2015 und 2016 wurde der Schwellenwert nicht überschritten.

Im letzten Berichtszeitraum war die in weiten Landesteilen ausgeprägte Trockenheit des Sommers 2015 der wesentliche Einflussfaktor auf den Waldzustand. Die Trockenheit resultierte aus den seit 2014 unterdurchschnittlichen Niederschlägen und hielt noch bis zum Ende der regulären Vegetationsperiode im September 2015 an. Ab Oktober

2015 sorgten überdurchschnittlich hohe Niederschläge für einen ersten Ausgleich der bis dahin aufgelaufenen Niederschlagsdefizite. Dies trifft zeitlich auf den Beginn des hydrologischen Jahres 2016. Das hydrologische Jahr 2016 ist bis Ende Juli ein ausgesprochen durchschnittliches Jahr (siehe Abbildung 1).

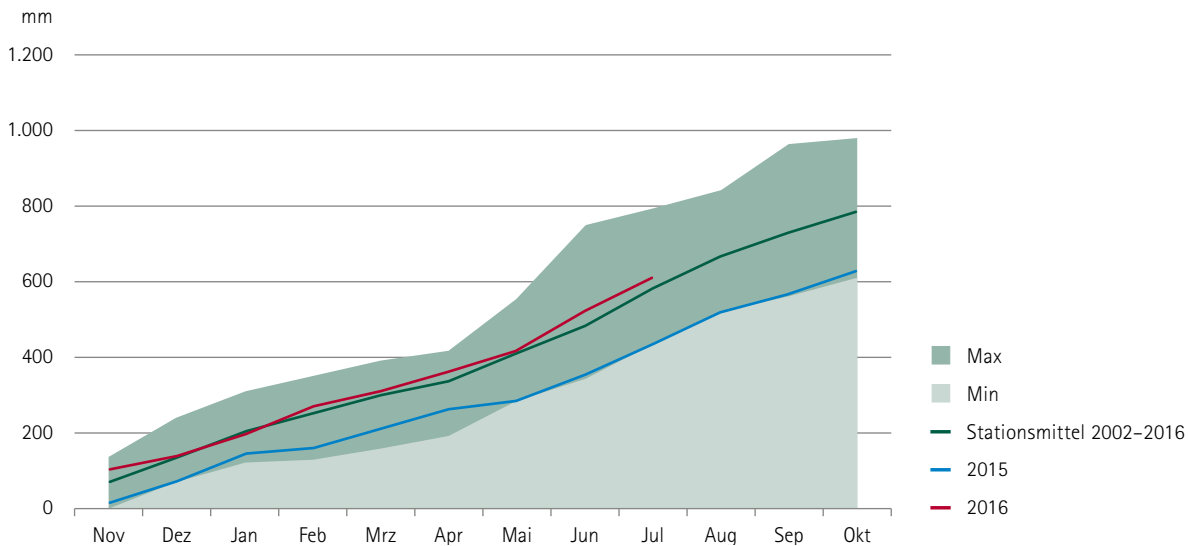


Abbildung 1: Auflaufende Summe des Niederschlages ab November des Vorjahres (= Ende der letzten Vegetationszeit); Vergleich des aktuellen Jahres mit dem Stationsmittel und dem Trockenjahr 2015 (blaue Fläche = gesamte Bandbreite der Werte zwischen 2002 und 2016)

Das »hydrologische Jahr« berücksichtigt den Jahresgang des Wasserdargebotes und Wasserverbrauches in der Natur. Es ordnet die ab November fallenden Niederschläge der Vegetationszeit des Folgejahres zu. In der Vegetationszeit fällt üblicherweise weniger Niederschlag als durch Verdunstung wieder an die Atmosphäre abgegeben wird. Die klimatische Wasserbilanz ist in dieser Zeit negativ. Die Vegetation deckt aber einen Teil ihres Bedarfes aus dem im Winterhalbjahr in den Boden dringenden und dort gespeicherten Wassers.

Die auf den Waldklimastationen auf Basis der Grasreferenzverdunstung berechnete mittlere klimatische Wasserbilanz betrug im Winter (November 2015 bis März 2016) 237 mm und in der Vegetationsperiode

(Apr. bis Juli 2016) -21 mm. Im Vergleich hierzu lag diese im Winter 2014/15 bei 125 mm und in der Vegetationsperiode 2015 bei -111 mm. Die Temperaturabhängigkeit der klimatischen Wasserbilanz zeigt sich in der Vegetationszeit 2016: Im Stationsmittel fielen 300 mm Niederschlag. Dies sind 104% des langjährigen klimatischen Mittelwertes von 285 mm. Bei den klimatisch zu erwartenden Temperaturen hätte die klimatische Wasserbilanz von -15 mm also ausgeglichen sein müssen. Tatsächlich fiel diese aber mit -21 mm geringfügig schlechter aus, weil die monatlichen Temperaturen um 0,8 K über dem langjährigen klimatischen Mittelwert (12,8 °C) lagen. Abbildung 2 zeigt Temperatur und klimatische Wasserbilanz für den Gesamtzeitraum.

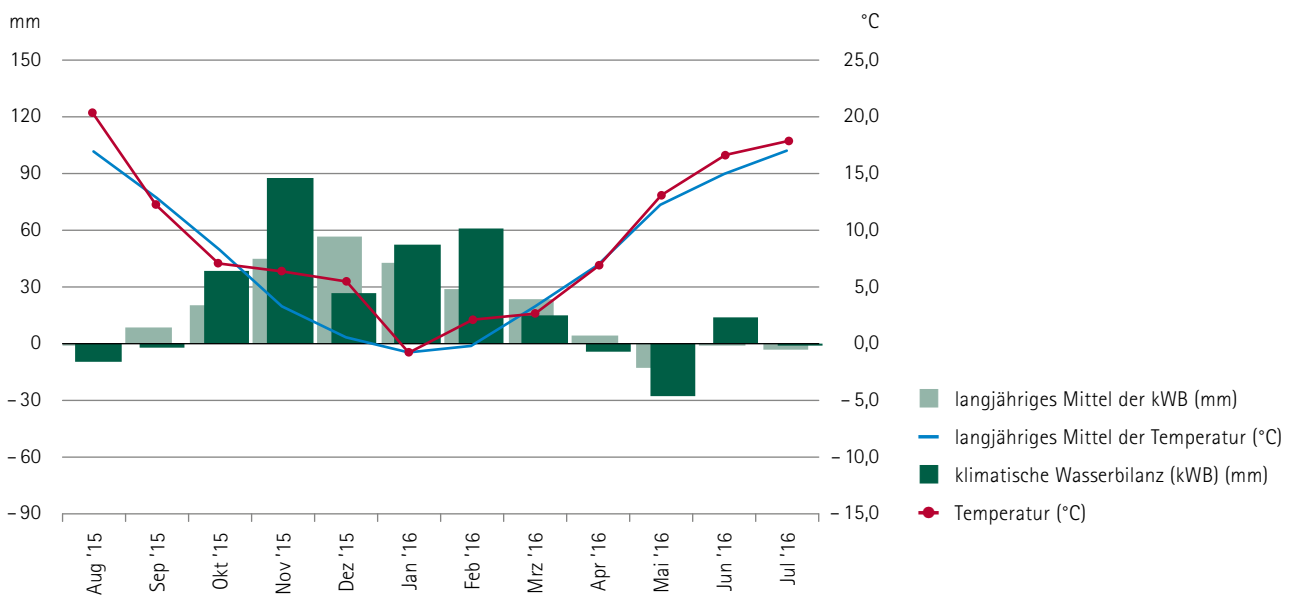


Abbildung 2: Witterungsverlauf von August 2015 bis Juli 2016 – Monatsmittel der Lufttemperaturen und die klimatische Wasserbilanz aller Waldklimastationen

Die bis Weihnachten 2015 anhaltend sehr warme Witterung bot vielen Bäumen die Gelegenheit einer unmittelbar einsetzenden Erholungsphase. Linden im Stadtzentrum von Dresden, die aufgrund der Trockenheit ihr Laub abgeworfen hatten, trieben Anfang November vereinzelt wieder aus und behielten bis zu den ersten Nachtfrierten Mitte Dezember ihr Laub.

Auf den Waldklimastationen und in den Versuchsfeldern wird unter verschiedenen Boden- und Waldstrukturen die Bodenfeuchte direkt gemessen. Hier zeigt sich, dass auf den gut drainierten Gesteinsböden im Gebirge, wie auch auf den Sandböden im Tiefland, die Bodenwasserspeicher zu Beginn der Vegetationsperiode im Mai 2016 wieder auf-

gefüllt waren (Abbildung 3). Aufgrund der sommerlichen Niederschläge lag die Bodenfeuchte dauerhaft im optimalen Bereich zwischen 50 und 100% der nutzbaren Feldkapazität.

Im Hügelland, wo der Lösslehm prinzipiell zwar viel mehr Wasser speichern kann, verzögerte die geringe Infiltration diesen Prozess. Im Fichtenbestand der Waldklimastation Zellwald wurden lediglich im Zeitraum zwischen Februar und Mai 2016 Bodenfeuchten über 50% der nFK registriert. Wahrscheinlich floss hier bei intensiven Niederschlägen ein größerer Teil des Wassers oberflächlich ab oder verblieb in den Bodenschichten über 30 cm Tiefe. In den darunterliegenden Bodenschichten herrscht nach wie vor Trockenheit!

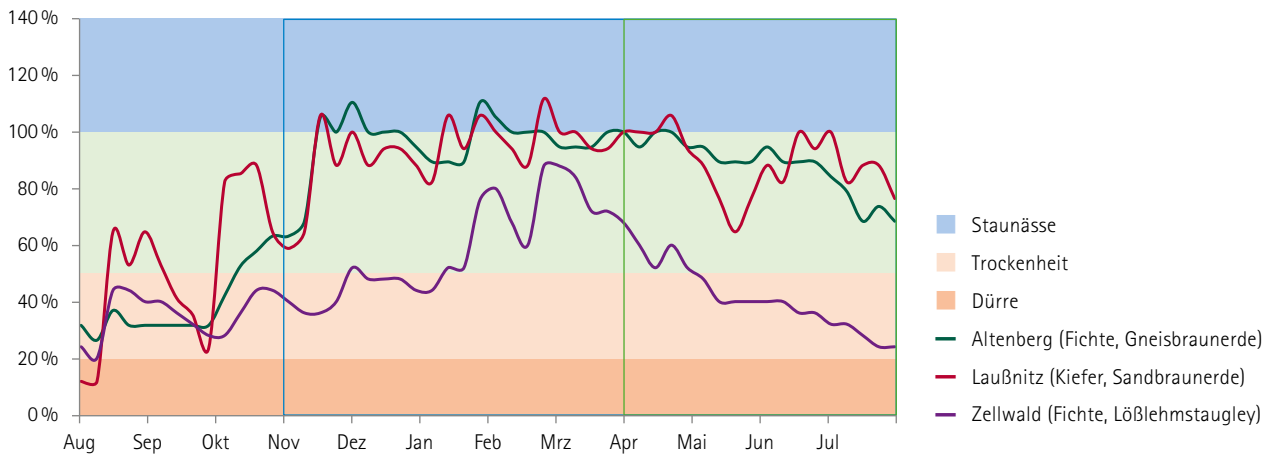


Abbildung 3: Verlauf der wöchentlichen Mittelwerte der Bodenfeuchte in 30 cm Tiefe an ausgewählten Waldklimastationen im Bergland [% der nutzbaren Wasserspeicherkapazität]

Abbildung 4 zeigt die monatlichen Abweichungen der Witterung von den klimatischen Mittelwerten der Periode 1971 – 2000. In Bezug auf die Temperaturen fügen sich die Monate August, November, Dezember und Februar kaum in klimatische Eckwerte ein. Im Dezember betrug die Abweichung vom langjährigen Mittel der Referenzperiode 4,7 K.

Erfreulicherweise waren die Monate November, Februar und Juni nicht nur deutlich zu warm, sondern auch deutlich zu nass.

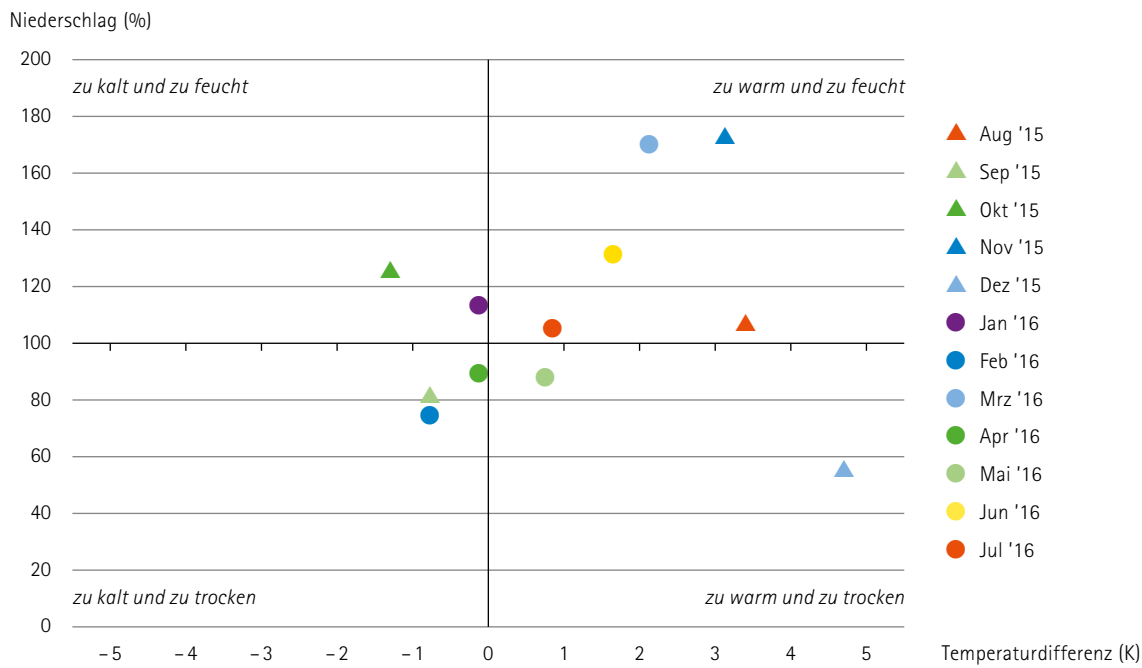


Abbildung 4: Abweichung der Niederschlagssumme und der Mitteltemperatur von den klimatischen Vergleichswerten (Monatsmittel aller 18 Waldklimastationen)

Abbildung 5 zeigt auf, inwieweit innerhalb von Sachsen regionale Unterschiede in Bezug auf die Abweichung der Witterung vom Klimanormalwert existierten. Hierzu werden die 18 Klimastationen entsprechend ihrer Lage innerhalb der drei Naturräume – Tiefland, Hügelland und Mittelgebirge – und typischen klimatischen und geomorphologischen

Verhältnissen in Gruppen zusammengefasst (siehe Anhang Abbildung zum Stationsnetz).

In den östlichen Landesteilen fielen die Niederschläge gegenüber den westlichen Regionen höher aus. Im Vergleich zum letzten Jahr sind die regionalen Unterschiede jedoch generell geringer.

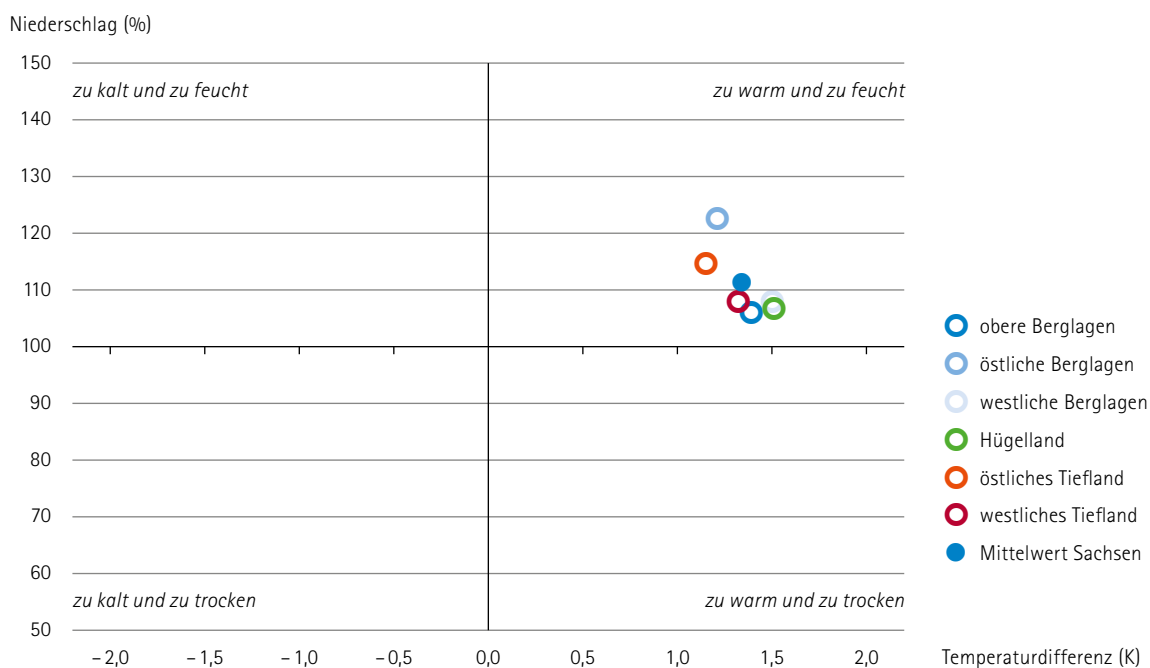


Abb. 5: Abweichungen der Niederschlagssumme und der Mitteltemperatur von den klimatischen Vergleichswerten nach Regionen (Zeitraum November 2015 bis Juli 2016)

Zwischen Versauerung und Klimawandel

Zeitliche Veränderung der Wasserchemie von Waldquellen

Ausgangspunkt der intensiven Umweltbeobachtung in Waldökosystemen Europas waren Untersuchungen in Skandinavien zur nicht lokal erklärbaren Versauerung von Seen und Fließgewässern. Der Norweger C. V. Brøgger vermutete bereits 1881, dass beobachteter schmutziger Schneefall (»smutsig snefald«) seine Quelle in den Industrieregionen Großbritanniens habe. Dies formulierte 1867 auch schon sein Landsmann Hendrik Ibsen in seinem Gedicht »Brand« (»Britains ugly clouds of coal blacks all the countries meadows«). In den zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts wurde in Norwegen zunehmend von versauerungsbedingtem Fischsterben berichtet (HENRIKSEN, 2001). Professor Svante Odén von der Universität Uppsala wies 1968 auf sinkende pH-Werte in schwedischen Flüssen und auf das dort einsetzende Fischsterben hin. Über Trajektorienanalysen wies er den Zusammen-

hang zu ferntransportierten sauren Niederschlägen nach. Dieser Zusammenhang wurde Mitte der 1970er Jahre durch DICKSON (1975) und WRIGHT (1975) untermauert. In die wissenschaftliche Diskussion hierzulande hielt die Versauerung von Gebirgsbächen im Zuge der 1979 auf Druck der Skandinavier beschlossenen Konvention der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa zu weiträumigen und grenzüberschreitenden Luftverunreinigungen (kurz: »Genfer Luftreinhaltekonvention«) Einzug. Im Jahre 1985 wurde innerhalb der Konvention das internationale Kooperativprogramm »Luftverunreinigungen und Wälder« (ICP Forests) aus der Taufe gehoben (http://www.icp-forests.org/pdf/30_Years_Anniversary_Report.pdf), unter dessen Ägide 1992 auch das intensive forstliche Umweltmonitoring als Level II – Programm aufgenommen wurde.



Abbildung 6: Waldbach im Nationalpark Sächsische Schweiz (Foto: Raphael Benning)

Seit 1993 werden Dauerbeobachtungsflächen (Level-II-Flächen) in repräsentativen Waldökosystemen durch Sachsenforst eingerichtet und betrieben. An vier der nunmehr acht Monitoringflächen werden, neben dem Freiland- und Bestandesniederschlag sowie der Bodenlösung, insgesamt sieben Quellbäche mit bewaldeten Einzugsgebieten beprobt

und analysiert. Diese Erhebungen ergänzen den sächsischen Teil des internationalen Überwachungssystems »Monitoring Programm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe in der BRD im Rahmen der ECE« des Schwesterprogramms »ICP Waters«. Seit 1992 betreibt die nunmehrige Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

(BfUL) durchgehend Messstellen an der Großen Pyra, der Wilden WeiBeritz, dem Wolfsbach und der Roten Pockau (frdl. Mitteilg. Martina Keitel).

Gerade Quellwässer eignen sich gut als sensitives Indikationssystem für die Beschreibung des ökochemischen Zustandes von Waldeinzugsgebieten und damit Waldökosystemen und deren Stoffhaushalt (BEIERKUHNEIN *et al.*, 1999), da Veränderungen des terrestrischen Ökosystems über das Bodensickerwasser zeitversetzt einen direkten Einfluss auf die Grund- und Quellwasserchemie haben (BACHE, 1980, MATSCHULLAT *et al.*, 1992).

Im Zuge eines monatlichen Beprobungsrythmus aus der »fließenden Welle« werden im Labor des Staatsbetriebes Sachsenforst chemische Vollanalysen an Quellproben durchgeführt, die unter anderem Parameter wie pH-Wert, Sulfat, Nitrat und organischen Kohlenstoff umfassen. In diesem Beitrag sollen die genannten Kenngrößen in ihren qualitativen Eigenschaften und ihrem zeitlichen Verlauf dargestellt und diskutiert werden.

Auswertungen zur Entwicklung der Quellchemie an den sächsischen Level-II-Flächen beginnen bereits zum Ende der 1990er Jahre:

- Vergleichende Untersuchungen von Hydrochemie und der vorhandenen Pflanzengesellschaften im Westerzgebirge liegen von RIEDEL (1999) und BEIERKUHNEIN *et al.* (1999) vor.
- Die Auswirkungen von Bodenschutzkalkungen auf die Wasserchemie von Quellen war Bestandteil einer Diplomarbeit im Bereich der Großen Pyra (FRANZ, 2004).
- Die Beschaffenheit der Quellwässer und deren zeitliche Entwicklung wurde im Rahmen einer Diplomarbeit, mit besonderem Augenmerk auf mögliche Einflussfaktoren, eruiert (WUNDERLICH, 2008).

■ Bodenveränderungen als Weiser für die zeitlichen Entwicklung der Bodenlösung- und Quellchemie, standen im Blickfeld einer wissenschaftlichen Studie anhand der sächsischen Level-II-Flächen (LISCHEID und LEHR, 2011).

■ Erste Auswertungen zur Entwicklung von DOC-Gehalten (Dissolved Organic Carbon, gelöster organischer Kohlenstoff) in der Bodenlösung standen aktuell im Focus einer Masterarbeit (STRIFFLER, 2015).

Entwicklung der Quellchemie

Aufgrund des chemischen Gesetzes der Elektroneutralität von Lösungen, müssen die positiven (Kationen) und negativen (Anionen) Ladungsanteile in einer Wasserprobe stets ausgeglichen sein. Die Zufuhr von Anionen starker Mineralsäuren wie der Schwefel- oder Salpetersäure zum Beispiel durch Luftschadstoffe führt dazu, dass während ihrer Passage durch den Boden ein Ionenaustausch von Wasserstoff (= Säure) in bodenbürtige Kationen stattfindet. Der starke Eintrag der mobilen Säure-Anionen Sulfat und Nitrat führt zu einer Erhöhung der Ionenstärke, die über die Ionenbilanzen vertikal entlang der Passage des Wassers von den Einträgen (Deposition) über die Waldböden bis in die Quellen, aber auch in der zeitlichen Entwicklung – hier am Beispiel der Fläche Klingenthal – nachweisbar ist.

Im Jahr 1997 dominiert innerhalb der Ionenbilanz (Abbildung 7) das Sulfat mit über 80% den Anteil der negativ geladenen Ionen (Anionen). Zur Herstellung eines Ladungsgleichgewichtes werden auf der positiv geladenen Seite entsprechend Calcium-, Magnesium-, Kalium- und Natriumionen (dunkelblau) ausgetragen (»mitgeschleppt«). Diese Hauptnährelemente stehen den Waldbäumen nicht mehr zur Verfügung. Gleichzeitig ist die nachschaffende Kraft aus dem Niederschlag (Deposition) und der Verwitterung des anstehenden Gesteines als äußerst gering einzuschätzen.

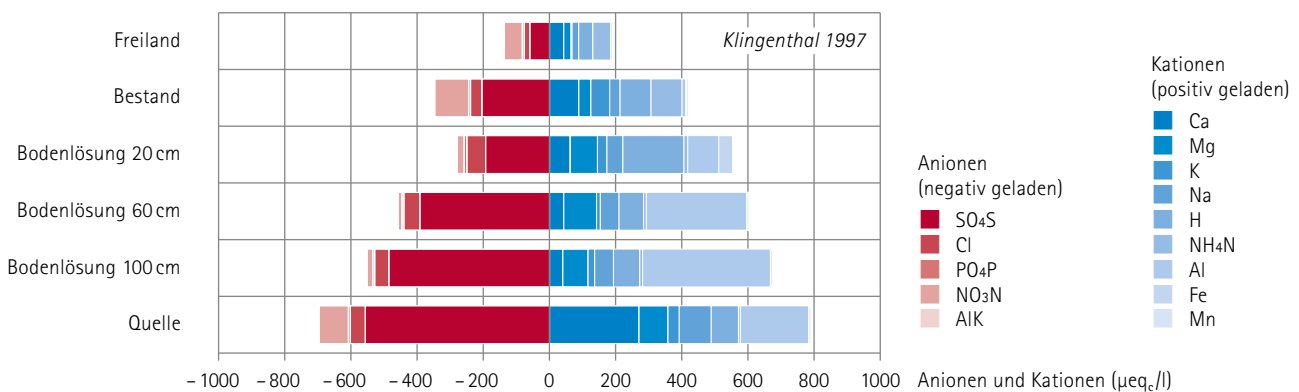


Abbildung 7: Ionenbilanz am Beispiel der Level-II-Fläche Klingenthal im Zeitraum hoher Belastung (1997)

Die Ionenbilanz für das Jahr 2013 (Abbildung 8) zeigt eine deutliche Reduzierung des Sulfats im Quellwasser bei gleichzeitiger Reduktion der Kationenausträge (Ca, Mg, K, Na). Der Anteil von Sulfat innerhalb der Anionen (Chlorid, Phosphat, Nitrat) ist immer noch sehr hoch und liegt bei fast 70%. Die Kationenbilanz auf der anderen Seite wird dominiert vom Calcium (33%), gefolgt vom Natrium (21%), Aluminium (18%) und Magnesium (16%).

Im Vergleich zur Ionenstärke des Bestandesniederschlags (Abbildung 7 und Abbildung 8) werden in den Waldquellen deutlich höhere Konzentrationen auf beiden Seiten der Ionenbilanz erreicht. Dieser »Eindickungseffekt« ist auf die nachlaufende Mobilisierung des im Boden gespeicherten Schwefels zurückzuführen. Eine Berechnung der tatsächlichen Elementfrachten (kg pro Tag) ist an den Quellschüttungen aufgrund der fehlenden Wassermengen (Liter pro Tag) nicht möglich.

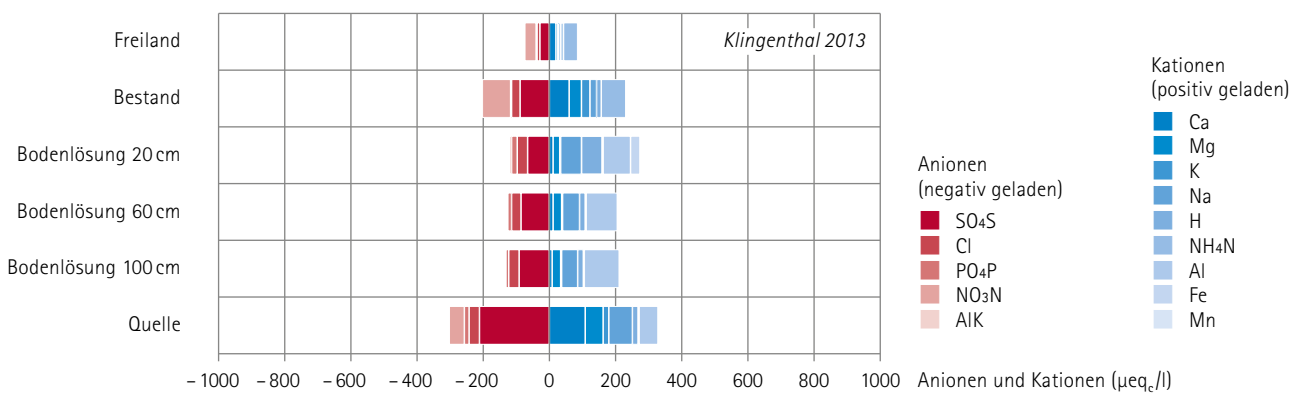


Abbildung 8: Ionenbilanz am Beispiel der Level-II-Fläche Klingenthal im Zeitraum moderater Belastung (2013)

Der zeitliche Verlauf (1995–2015) der oben genannten chemischen Kenngrößen ist aus Abbildung 9 ersichtlich. Den Rückgängen von Sulfat, Nitrat, Aluminium und Calcium steht ein Anstieg des pH-Wertes und des organischen Kohlenstoffs (DOC) gegenüber. Diese Entwicklung ist für alle beobachteten Waldquellen feststellbar. Im Weiteren erfolgt die Betrachtung ausgewählter Kenngrößen und dessen Bedeutung für das Ökosystem Wald.

Das einstige »Problemelement« Sulfat (SO₄) war zu Beginn der Messungen ab Mitte der 1990er Jahre das bestimmende Element in der Wasserchemie von Waldquellen. Die höchsten Konzentrationen in den

vier Fichtenökosystemen wurden in Cunnersdorf, gefolgt von Olbernhau, Altenberg und Klingenthal gemessen. Zu Beginn des Untersuchungszeitraumes (1995–1999) lagen die Konzentrationen zwischen 80 und 40 mg Sulfat pro Liter Wasser (siehe Abbildung 10). Dies entspricht nur einem Bruchteil der Konzentrationen die in den 1980er Jahren vorzufinden waren. Gemessen an 10-fach höheren Schwefeleinträgen im Vergleich zur aktuellen Situation (NEBE UND FEGER, 2005) ist während des Höhepunkts der Waldschäden in sächsischen Mittelgebirgen auch von einer intensiven Belastung der Waldquellen auszugehen.



Abbildung 9: Zeitreihen von pH-Wert, Sulfat, organischem Kohlenstoff, Nitrat, Aluminium und Calcium im Quellwasser der Level-II-Stationen Klingenthal, Olbernhau, Cunnersdorf und Altenberg

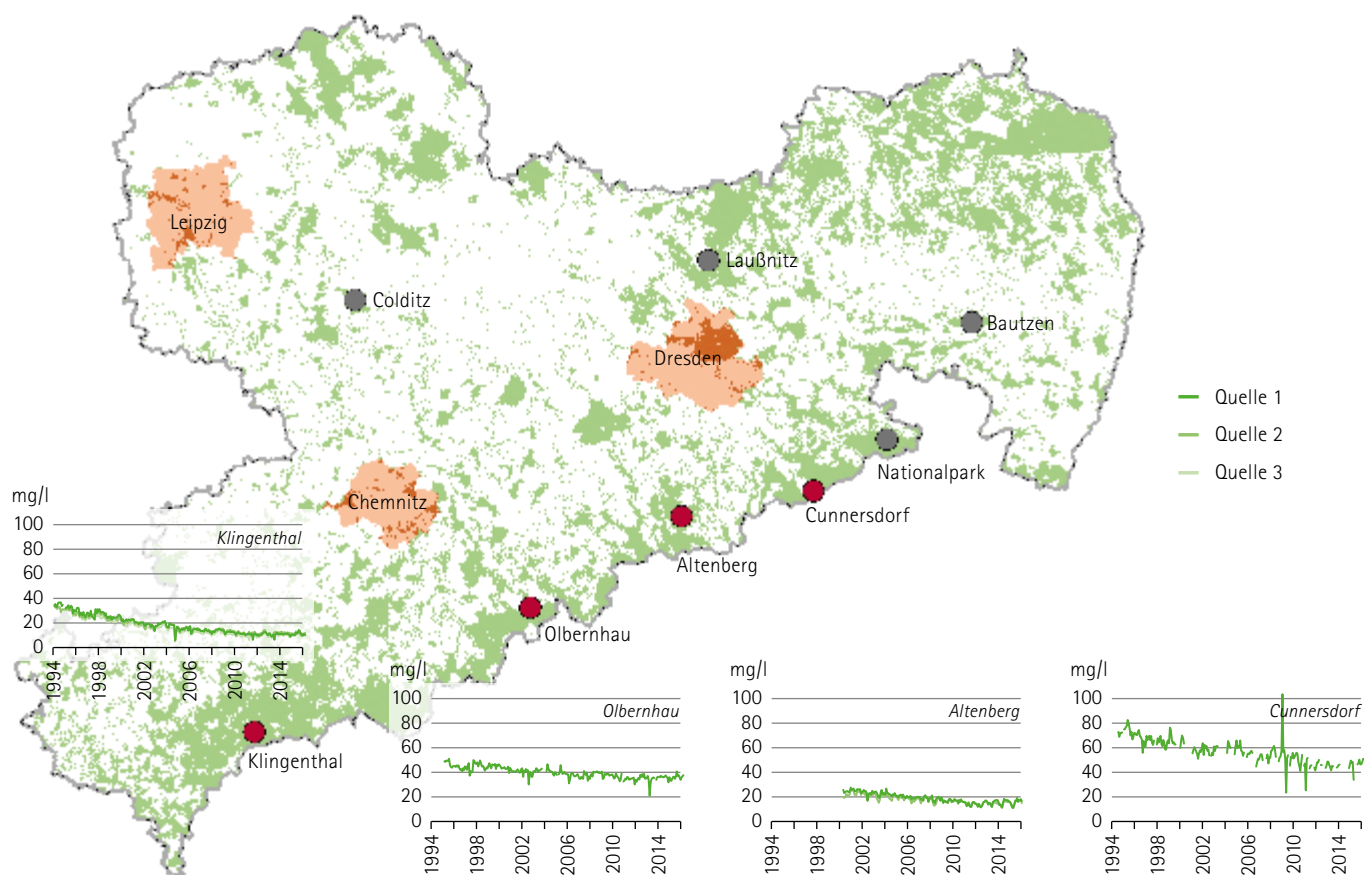


Abbildung 10: Entwicklung der Sulfatkonzentration (mg/l) im Quellwasser der Level-II-Stationen Klingenthal, Olbernhau, Altenberg und Cunnersdorf zwischen 1995 und 2015

Die **pH-Werte** der sieben Waldquellen liegen, gemittelt über den gesamten Untersuchungszeitraum (1995–2015), zwischen 4,5 in Cunnersdorf und 5,0 in Olbernhau (siehe Tabelle 2). Vergleichbare Konzentrationen von 4,98 pH-Einheiten wurden zwischen 1989–1991 in den Waldquellen des Fichtelgebirges (*DURKA UND SCHULZE*, 1992) gemessen. In der gleichen Arbeit wurde eine hohe Korrelation zwischen pH-Wert und gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) hergestellt; man

führte die Absenkung des pH-Wertes bei gleichzeitiger Zufuhr von Huminstoffen (Kohlenstoff) auf eine ausgeprägte oberflächennahe Abflusskomponente zurück. Dies ist für die sieben sächsischen Quellen nicht ableitbar, so dass davon ausgegangen werden kann, dass tiefere Bodenschichten die chemische Zusammensetzung der Waldquellen steuern.

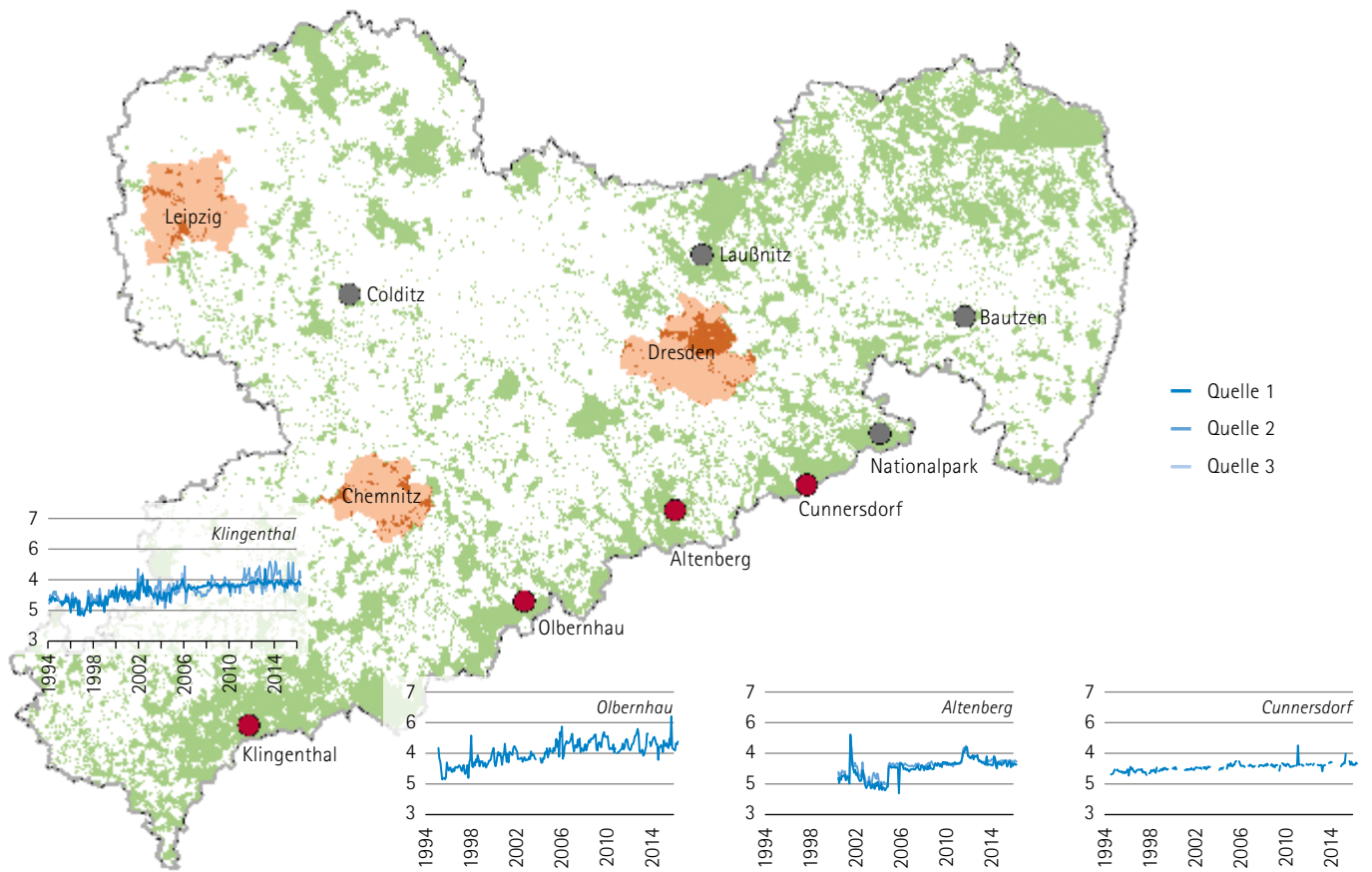


Abbildung 11: Entwicklung der pH-Werte im Quellwasser der Level-II-Stationen Klingenthal, Olbernhau, Altenberg und Cunnersdorf zwischen 1995 und 2015

Tabelle 2: Mediane ausgewählter Parameter für den gesamten Messzeitraum (1995 – 2015). Grün: Tiefstwerte, Blau: Höchstwerte.

Element	Abkürzung	Einheit	Klingenthal			Olbernhau	Cunnersdorf	Altenberg	
			QU 1	QU 2	QU 3	QU 1	QU 1	QU 1	QU 2
Aluminium	Al	mg/l	0,96	0,69	0,94	0,34	1,65	0,97	0,84
Calcium	Ca	mg/l	3,34	3,89	2,55	9,72	12,69	4,89	4,35
gelöster Kohlenstoff	DOC	mg/l	1,70	2,70	2,00	0,80	2,20	4,25	4,00
Kalium	K	mg/l	1,04	1,19	0,90	1,61	1,98	2,48	2,39
Leitfähigkeit	ELF	µS/cm	66,75	68,50	59,25	133,50	176,50	114,00	103,75
Magnesium	Mg	mg/l	0,77	0,77	0,80	3,28	4,66	1,87	1,70
Nitrat	NO ₃	mg/l	4,16	3,87	3,89	8,54	4,72	3,41	2,93
pH-Wert	pH	-	4,76	4,68	4,78	5,04	4,52	4,55	4,62
Sulfat	SO ₄	mg/l	15,78	16,04	13,53	38,95	56,70	17,74	16,68
Anzahl	n	-	268	268	259	251	202	192	192

Zur Ableitung von Trends wurde der gesamte Beprobungszeitraum (1995 – 2015) in zwei Fünf-Jahresscheiben unterteilt (vgl. Tabelle 3). Im ersten Zeitraum von 1995 – 1999 ist immer noch von einer hohen Belastung der Waldökosteme durch atmogene Stoffeinträge (Immissionen) auszugehen, wohingegen die zweite Zeitscheibe von 2011 – 2015 eine stark entlastete Eintragungssituation darstellt. Aufgrund des späteren Messbeginns in Altenberg wurde ein abweichendes Startintervall gewählt (2000 – 2004).

Eine Erläuterung der Trendanalyse erfolgt am Beispiel des pH-Wertes. Dieser bewegt sich zum Anfang der Untersuchungen auf einem niedrigen Niveau von 4,1 bis 4,5. Anhand der Einschätzung des Ver-

sauerungsstatus nach DVWK (1997) sind alle Quellwässer zu diesem Zeitpunkt versauert. Im jüngsten Bezugszeitraum (2011 – 2015) ist ein Anstieg des pH-Wertes und damit Rückgang der Wasserstoffionenkonzentration zu beobachten (Tabelle 4). Der deutlichste Anstieg zeigt sich in Olbernhau um 0,7 pH-Einheiten, wohingegen sich in Cunnersdorf der pH-Wert um lediglich 0,2 erhöht. Als negativer dekadischer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration sind die Änderungen leicht zu unterschätzen. So fiel die Ionenkonzentration in Klingenthal, Olbernhau und Altenberg auf rund 20% des Ausgangswertes ab, in Cunnersdorf aber auf lediglich 60%.

Tabelle 3: Mediane ausgewählter Parameter zwischen den Messperioden 1995 – 1999 (hohe Immissionsbelastung) und 2011 – 2015 (moderate Immissionsbelastung).

Element	Abkürzung	Einheit	Klingenthal		Olbernhau		Cunnersdorf		Altenberg	
			1995 – 1999	2011 – 2015	1995 – 1999	2011 – 2015	1995 – 1999	2011 – 2015	2000 – 2004	2011 – 2015
Aluminium	Al	mg/l	2,15	0,54	0,53	0,30	2,12	1,15	1,31	0,66
Calcium	Ca	mg/l	5,55	2,45	11,61	9,26	16,13	10,08	6,37	3,75
gelöster Kohlenstoff	DOC	mg/l	1,45	1,73	0,30	1,15	1,55	2,50	3,60	4,83
Kalium	K	mg/l	1,22	0,84	1,77	1,60	2,18	1,79	2,65	2,28
Leitfähigkeit	ELF	µS/cm	98,50	42,00	153,50	121,00	211,45	123,00	150,50	83,50
Magnesium	Mg	mg/l	1,10	0,58	3,94	3,18	5,55	3,66	2,42	1,48
Nitrat	NO ₃	mg/l	5,81	2,87	12,65	7,66	11,26	2,36	5,34	2,06
pH-Wert	pH	-	4,28	4,94	4,53	5,26	4,38	4,60	4,05	4,68
Sulfat	SO ₄	mg/l	28,49	10,78	44,75	37,39	67,34	45,46	23,44	14,15
Anzahl	n	-	60	60	59	41	53	39	55	60

Tabelle 4: Veränderungen/Trends ausgewählter Parameter zwischen den Messperioden 1995 – 1999 (hohe Immissionsbelastung) und 2011 – 2015 (moderate Immissionsbelastung). Orange: Verringerung, Blau: Anstieg, Schwarz: geringfügige Veränderung

Element	Abkürzung	Einheit	Klingenthal		Olbernhau		Cunnersdorf		Altenberg	
			Trend		Trend		Trend		Trend	
Aluminium	Al	mg/l	↘	-75 %	↘	-41 %	↘	-46 %	↘	-49 %
Calcium	Ca	mg/l	↘	-56 %	↘	-20 %	↘	-38 %	↘	-40 %
gelöster Kohlenstoff	DOC	mg/l	↗	+19 %	↗	+283 %	↗	+61 %	↗	+43 %
Kalium	K	mg/l	↘	-31 %	→	-9 %	↘	-18 %	↘	-13 %
Leitfähigkeit	ELF	µS/cm	↘	-57 %	↘	-21 %	↘	-42 %	↘	-44 %
Magnesium	Mg	mg/l	↘	-47 %	↘	-19 %	↘	-34 %	↘	-38 %
Nitrat	NO ₃	mg/l	↘	-51 %	↘	-39 %	↘	-79 %	↘	-60 %
pH-Wert	pH	-	↗	+15 %	↗	+16 %	→	+5 %	↗	+17 %
Sulfat	SO ₄	mg/l	↘	-62 %	↘	-16 %	↘	-32 %	↘	-39 %

Bei Betrachtung sämtlicher in Tabelle 4 aufgeführten chemischen Kennwerte wird bis auf DOC, ein Rückgang der Konzentrationen sichtbar. Dieser ist für alle Elemente als positiv einzuschätzen und ein deutliches Zeichen für eine zielgerichtete Umweltpolitik zur Vermeidung von Immissionen (Bsp. Entschwefelung).

Aktuelle Herausforderungen in Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie zum guten chemischen Zustand sind oft erhöhte **Nitratgehalte** in Grund- und Oberflächenwasserkörpern (LfULG, 2016) sowie für die Landestalsperrenverwaltung ein Anstieg des gelösten **Kohlenstoffs** in den Talsperrenzuläufen und -wasserkörpern des Erzgebirges. Letzteres erschwert die Trinkwasseraufbereitung (KAMJUNKE et al., 2016).

Zur Einstufung der Gewässergüte existiert von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, 1998) ein 7-stufiges Klassifizierungsschema für wichtige Wasserparameter (Nährstoffe, Salze und Summenkenngrößen). Die Güteklasse I charakterisiert einen Zustand ohne anthropogene Belastung (geogener Hintergrundwert), wohingegen die

Güteklasse IV von einer sehr hohen Belastung des Gewässers ausgeht (siehe Tabelle 5).

Im Vergleich der beiden 5-Jahresscheiben konnten alle Waldquellen im Bezug auf ihre Nitratbelastung in eine bessere Güteklasse (II – III) eingeordnet werden. Die deutlichsten Rückgänge um fast 80% sind in Cunnersdorf zu beobachten (von 11,3 auf 2,4 mg/l) und die niedrigsten mit 40% in Olbernhau (von 12,7 auf 7,7 mg/l). Somit lässt sich eine die Trinkwassernutzung gefährdende Nitratkonzentration im Wald ausschließen.

Nach Untersuchungen von FRANZ (2004) an Quellwässern im Westergebirge (Einzugsgebiet der Gr. Pyra) erzeugen auch Bodenschutzkalkungen keine Erhöhung der Nitratgehalte in Waldgewässern.

Der allmähliche Rückgang von Nitrat in den beprobten Waldquellen (siehe Abbildung 12) konnte im Rahmen des TALKO-Projektes auch für andere deutsche Talsperrenzuläufe bestätigt werden (KAMJUNKE et al., 2016).

Tabelle 5: Auszug aus der Güteklassifikation von Fließgewässern nach der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, 1998), (Überwachungswert: 90 Perzentil-Wert). I: anthropogen unbelastet; geogener Hintergrundwert | I – II: sehr geringe Belastung | II: mäßige Belastung | II – III: deutliche Belastung | III: erhöhte Belastung | III – IV: hohe Belastung | IV: sehr hohe Belastung

Stoffbezogene chemische Gewässergütequalifikation								
Element	Einheit	I	I – II	II	II – III	III	III – IV	IV
Nitrat (NO ₃)	mg/l	≤ 1	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 5	≤ 10	≤ 20	> 20
Sulfat (SO ₄)	mg/l	≤ 25	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	> 800
organ. Kohlenstoff	mg/l	≤ 2	≤ 3	≤ 10	≤ 10	≤ 20	≤ 40	> 40

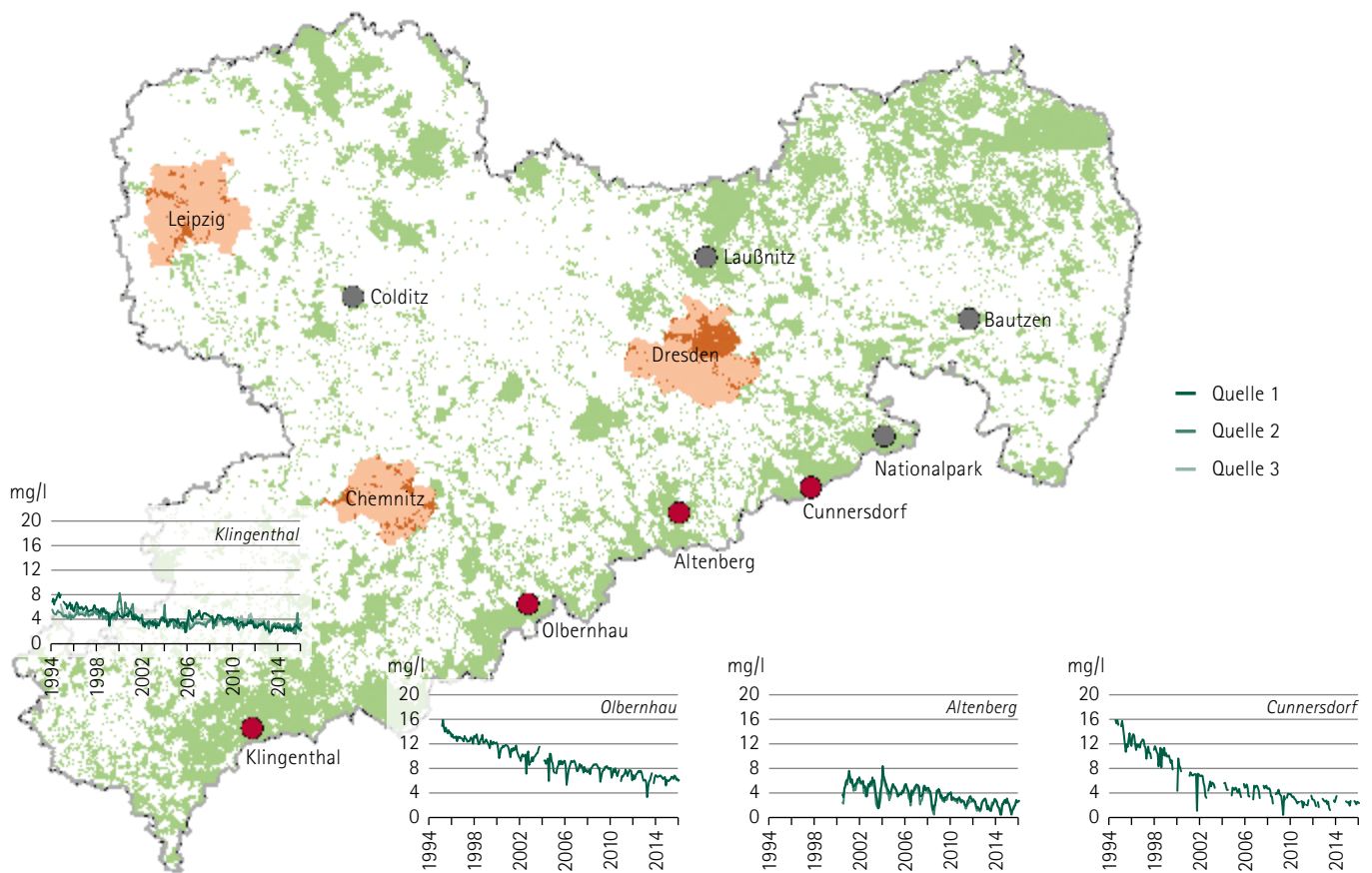


Abbildung 12: Entwicklung der Nitratkonzentration (mg/l) im Quellwasser der Level-II-Stationen Klingenthal, Olbernhau, Altenberg und Cunnersdorf zwischen 1995 und 2015

Für die Waldquellen in der Umgebung der Level-II-Stationen werden seit 1993 ansteigende DOC-Konzentrationen beobachtet (Abbildung 13). Während sich in Klingenthal nur geringfügige Erhöhungen von 19% zwischen den beiden Fünf-Jahresscheiben ergeben (Tabelle 3), beträgt die Veränderung in Olbernhau 280%, da diese von der Bestimmungsgrenze von 0,5 mg/l auf 1,2 mg/l erfolgt. Die höchsten DOC-Konzentrationen mit 4,8 mg/l liegen für die Quellwässer in Altenberg vor. Eine enge Beziehung von rückläufigen Nitratgehalten und ansteigenden DOC-Gehalten wie in *KAMJUNKE et al. (2016)* ist für die betrachteten Waldquellen nicht erkennbar. Die Korrelationen bewegen sich auf niedrigem Niveau ($r = 0,17 - 0,48$).

Die Einstufung der aktuellen DOC-Konzentrationen (2011 – 2015) nach der Klassifikation der LAWA (vgl. Tabelle 5) bescheinigt die Güteklasse I (anthropogen unbelastet) für die Quellwässer in Klingenthal und Cunnersdorf. An den Stationen im mittleren Erzgebirge (Olbernhau) und Osterzgebirge (Altenberg) liegen die DOC-Konzentrationen im Bereich der Güteklassen II-III bzw. III (mäßige bis deutliche Belastung).

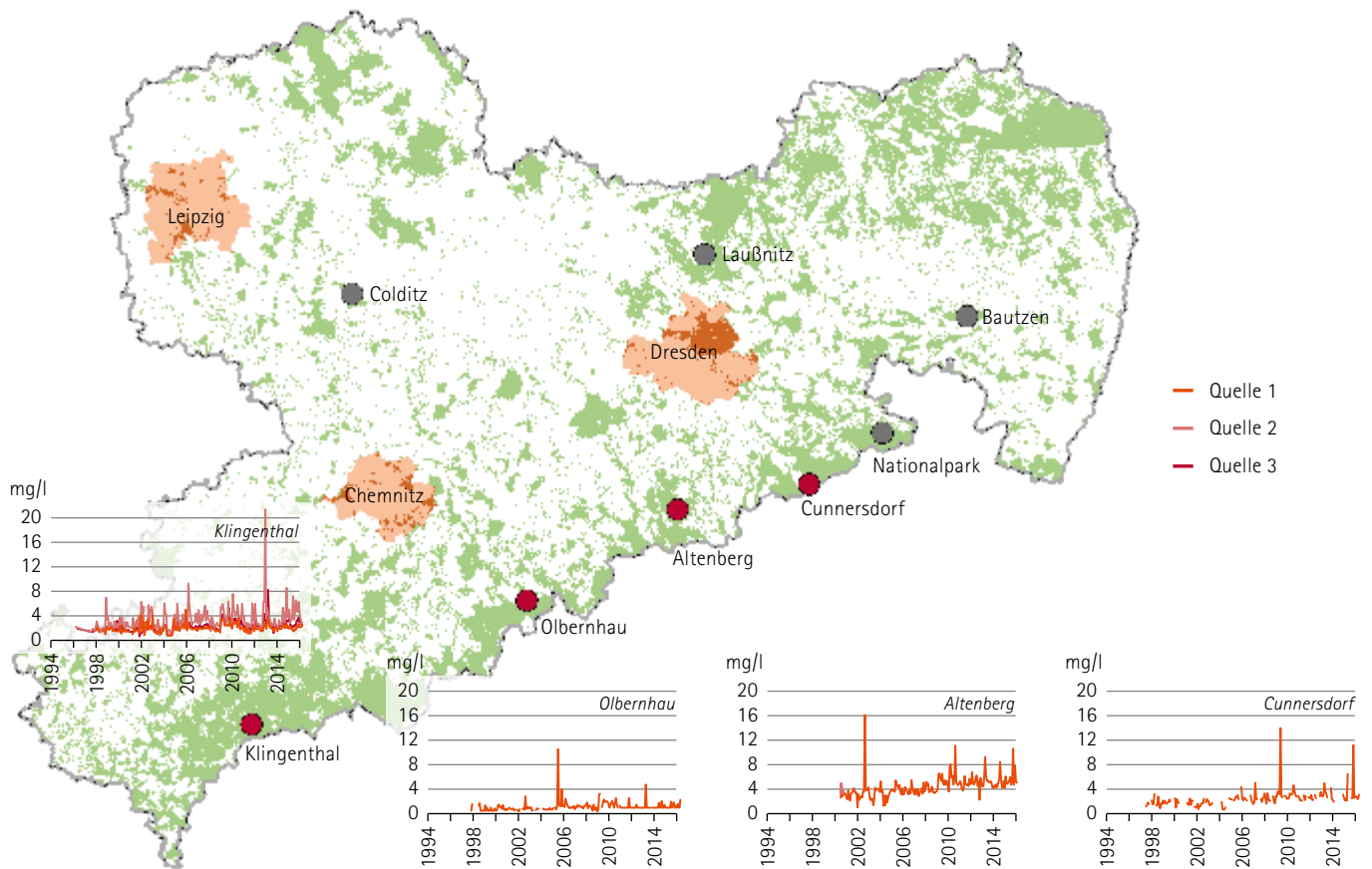


Abbildung 13: Entwicklung der Kohlenstoffkonzentration (mg/l) im Quellwasser der Level-II-Stationen Klingenthal, Olbernhau, Altenberg und Cunnersdorf zwischen 1995 und 2015

Auswirkungen forstlicher Maßnahmen

Die langfristigen Untersuchungen im Rahmen des forstlichen Monitorings zeigen, dass trotz der insbesondere im Gebirge weiterhin beachtenswerten Stickstoffeinträge, aus Wäldern keine Nitratbelastung der Oberflächengewässer und Grundwässer zu erwarten ist. Vielmehr lässt sich für alle untersuchten Quellen ein deutlicher Rückgang der Nitratgehalte beobachten. Derzeit ist der Stickstoffkreislauf geschlossen und es findet eine »Reinigung« des Sickerwassers während der Bodenpassage statt. Im Vergleich zu Acker- und Grünlandböden führen der höhere Humusgehalt, eine bessere Durchwurzelung sowie eine höhere biologische Aktivität in Waldböden zu geringeren Stofffrachten (BITTERSOHL et al., 2014).

Das Risiko einer Nitratmobilisierung wird durch einen weitgehenden Verzicht auf Kahlhiebs und durch den Aufbau stabiler und strukturierter Waldbestände gemindert, da damit der Gefahr plötzlich auftretender abiotischer oder biotischer Waldschäden begegnet wird. Als Folge von Borkenkäferschäden im bayerischen Wald konnten erhöhte Nitratausträge gemessen werden (ZIMMERMANN et al., 2000). Gleichzeitig besteht mit der Einbringung von tiefwurzelnden Baumarten die Möglichkeit zur Erschließung von tieferen Bodenschichten und damit einer tiefreichenden Bindung des Bodenstickstoffes (BITTERSOHL et al., 2014) zur Minimierung einer Auswaschung.

Der aktuelle Kronenzustand

Allgemeine Situation

Die Waldzustandserhebung (WZE) ist Teil des forstlichen Umweltmonitorings. An 283 Stichprobenpunkten werden die Belaubungsdichte und die Kronenstruktur von jeweils 24 Bäumen erhoben. Die Erhebung ermöglicht eine landes- und regionsweise Einschätzung der Stressbelastung von Baumartengruppen. Jedoch erlaubt die Erfassung des Kronenzustandes allein keine Analyse von Ursachen. Diese ist erst in der Zusammenschau mit den anderen Komponenten des Waldmonitorings, wie dem Forstschutzkontrollbuch, dem Waldklimamonitoring, der Bodenzustandserhebung und der forstlichen Dauerbeobachtung möglich. In der Waldzustandserhebung wird jeder Baum aufgrund seines Nadel-

und Blattverlustes (NBV) in Kombination mit eventuell aufgetretenen Verfärbungen einer Schadstufe zugeordnet. Die 6.972 insgesamt in Sachsen bonitierten Bäume verteilen sich auf:

- 16% der Waldbäume mit deutlichen Stresssymptomen (Schadstufen 2 – 4),
- 40% mit schwacher Beeinflussung des Kronenzustandes (Schadstufe 1) und
- 44% ohne erkennbare Beeinflussung des Kronenzustandes (Schadstufe 0) (Abbildung 14; Tabelle 3 und 6 im Anhang).

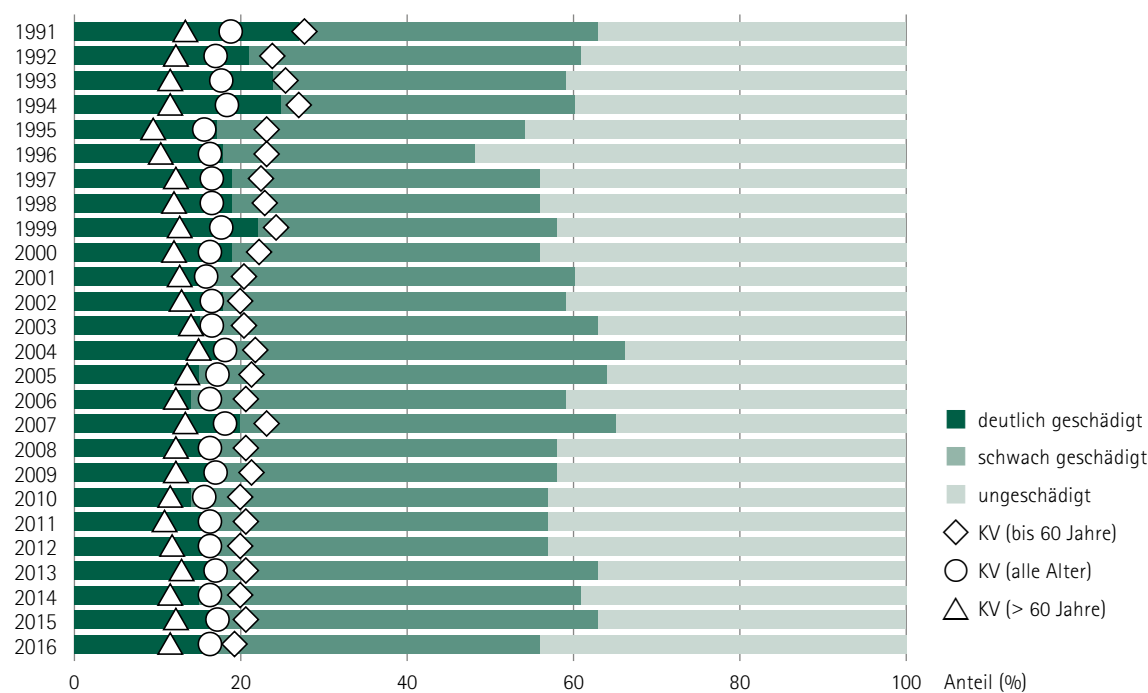


Abbildung 14: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) aller Baumarten von 1991 bis 2016

Über den gesamten Erhebungszeitraum unterliegt der Kronenzustand aller Stichprobenbäume keinem eindeutig positiven oder negativen Trend. So schwankt das arithmetische Mittel der Nadel- und Blattverluste (NBV) ein bis zwei Prozentpunkte um das langjährige Mittel von 17,2%. Mit einem mittleren NBV von 16,6% zählt das Jahr 2016 zu den Jahren mit einem günstigeren Kronenzustand.

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 83 Bäume älter als 60 Jahre aus folgenden Gründen ersetzt werden:

- 69 Bäume wurden im Rahmen regulärer forstlicher Eingriffe entnommen.
- 6 Bäume schieden außerplanmäßig infolge von Insektenbefall, Sturm- und Schneebruchschäden aus.
- 8 Bäume erfüllten nicht mehr die Anforderungen an einen Stichprobenbaum, i. d. R. gehörten sie nicht mehr zur herrschenden Bestandesschicht. Die Krone war damit von Nachbarbäumen überwachsen und somit nicht mehr bonitierbar.

Für Stichprobenbäume, die zum Zeitpunkt der Erhebung noch im Bestand vorhanden sind oder für die sich eindeutige Hinweise der Schadensursache (z. B. Wurzelotter) finden lassen, ist der Grund des natürlichen Ausscheidens zu benennen. Solche außerplanmäßigen Nutzungen traten bis 1996 vor allem in Folge von Immissionen, ab 2003 vorwiegend durch Insektenbefall (Borkenkäfer) und 2007 in hoher Zahl

im Zuge des Sturmes Kyrill auf. Im Vergleich zu den relativ feuchten Vegetationsperioden 2010 und 2011 stieg die Mortalitätsrate in den trockenen Jahren 2014 und 2015 wieder leicht an. Erfreulicherweise blieb ein nach der Trockenheit des letzten Sommers zu erwartender weiterer Anstieg bisher aus (Abbildung 15).

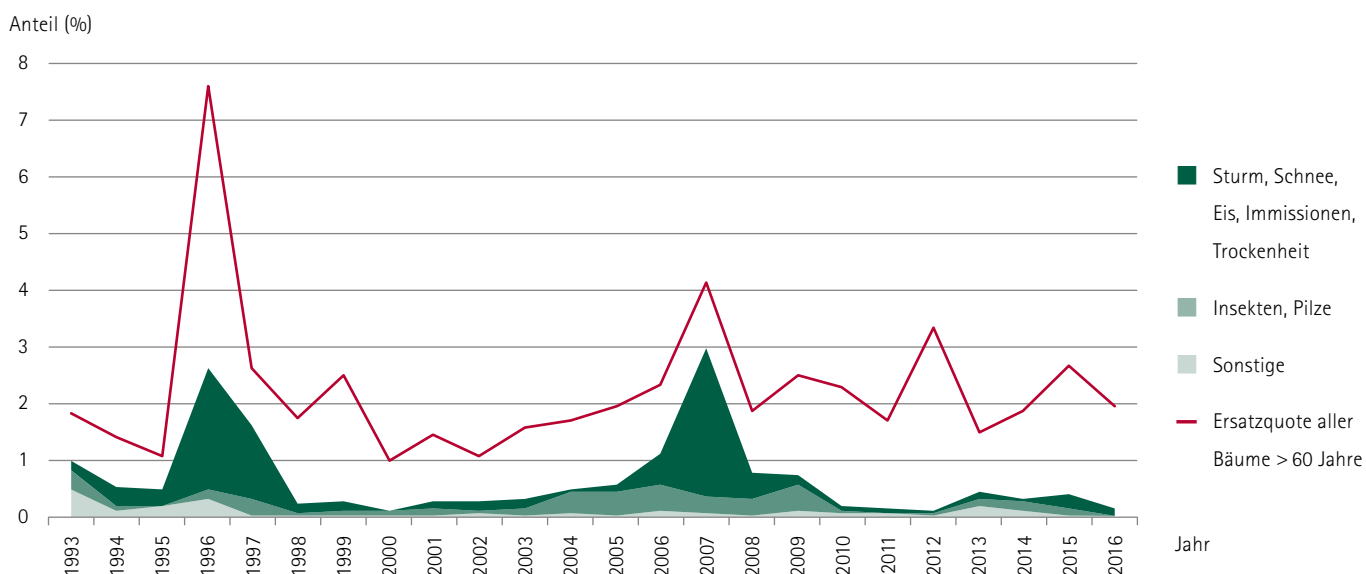


Abbildung 15: Entwicklung der Mortalität aller Baumarten über 60 Jahre von 1993 bis 2016

Regionale Ausprägung

Die Dynamik im Kronenzustand der Bäume im Freistaat Sachsen wird erst im Blick auf verschiedene Baumarten, Baumalter und Wuchsregionen deutlich. Die Wuchsregionen zeichnen sich dabei nicht nur durch charakteristische Böden und geländebedingte Standortseigenschaften, sondern ebenso durch ausgeprägte Unterschiede in der Baumarten- und Altersklassenverteilung aus (vgl. Tabelle 5, Anhang).

In die regionsweisen Auswertungen in Abbildung 16 sowie Tabelle 6 (Anhang) fließen 281 Punkte ein. Aufgrund ihrer standörtlichen Son-

derstellung und der geringen Anzahl (2 Punkte) wurden die grau hinterlegten Auen von Elbe und Elster von der Betrachtung ausgeschlossen. In den Diagrammen ist die regionale Entwicklung des mittleren Nadel- und Blattverlustes im Vergleich zum Landesdurchschnitt dargestellt. Die in den Wuchsregionen sichtbaren Trends unterstreichen die in den vergangenen 25 Jahren eingetretene Veränderung der Belastungssituation.

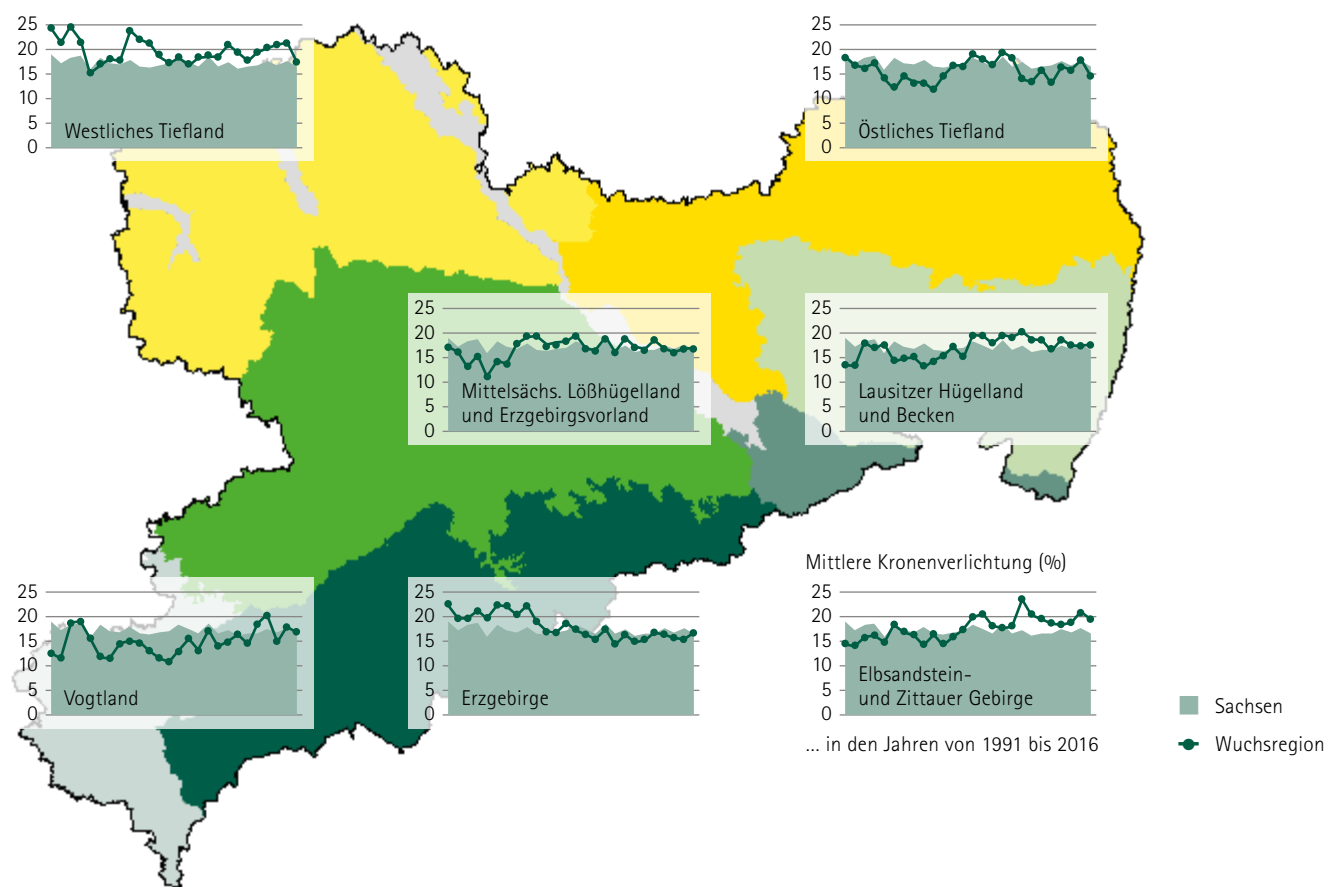


Abbildung 16: Veränderung der mittleren Kronenverlichtung von 1991 bis 2016 nach Wuchsregionen

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 (Bodenschutzkalkung) 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 Nadel- und Blattverlusten. Das Elbsandsteingebirge und Zittauer Gebirge, das Lausitzer Hügelland und Becken und das Vogtland weisen einen gegensätzlichen Trend auf. Zu Beginn der Zeitreihe lagen die Werte in diesen Regionen unter dem sächsischen Durchschnitt. Seit dem Trockenjahr 2003 lagen die Werte

dagegen vermehrt über dem Durchschnitt. Die Region Elbsandsteingebirge und Zittauer Gebirge wies in den vergangenen, wie auch in diesem Jahr die höchsten Nadel- und Blattverluste auf (19,5%). Das Mittelsächsische Lößhügelland und das Erzgebirgsvorland sowie das Westliche und Östliche Tiefland lassen keinen eindeutigen Trend erkennen. Zeitlich versetzt wechseln sich Phasen hoher und niedriger Nadel- und Blattverluste ab. Seit dem Rückgang der Immissionsbelastungen in den frühen 90er Jahren wechseln sich biotische Einflussfaktoren (Insekten- und Pilzbefall) und ungünstige Witterungsperioden (Trockenheit) als vorherrschende Ursachen der Stressbelastung ab. Im Westlichen Tiefland ging die Trockenheit des Sommers 2015 mit dem höchsten Durchschnittswert (NBV = 21,3%) aller Wuchsregionen

nen einher. Die in dieser Region überwiegend anzutreffenden Kiefern und Eichen erweisen sich jedoch gegenüber dem Wassermangel vergleichsweise tolerant. Die bessere Wasserversorgung des Jahres 2016 führte hier zu deutlichen Verbesserungen des Kronenzustandes. Demgegenüber wachsen in den anderen von der Trockenheit stark betroffenen Regionen (Elbsandsteingebirge und Zittauer Gebirge, Lausitzer Hügelland und Becken, Vogtland) überwiegend Fichten und Buchen.

Diese können sich nicht in diesem Maße erholen, sodass Folgeschäden hier weiterhin viel wahrscheinlicher sind.

Die Abbildung 17 zeigt für die Jahre 2003 bis 2016 die in Sachsens Wäldern registrierten Dürreschäden. Im zurückliegenden Jahr erreichten diese den vierthöchsten Wert nach 2003, 2006 und 2008. Mit über 200 ha Schäden in Kulturen wurde der dritthöchste Wert nach 2003 und 2006 erreicht. 2016 stieg die Gesamtschadfläche noch einmal an und erreichte den dritthöchsten Wert nach 2006 und 2008.

Gesamtschadfläche nach Baumarten (ha)

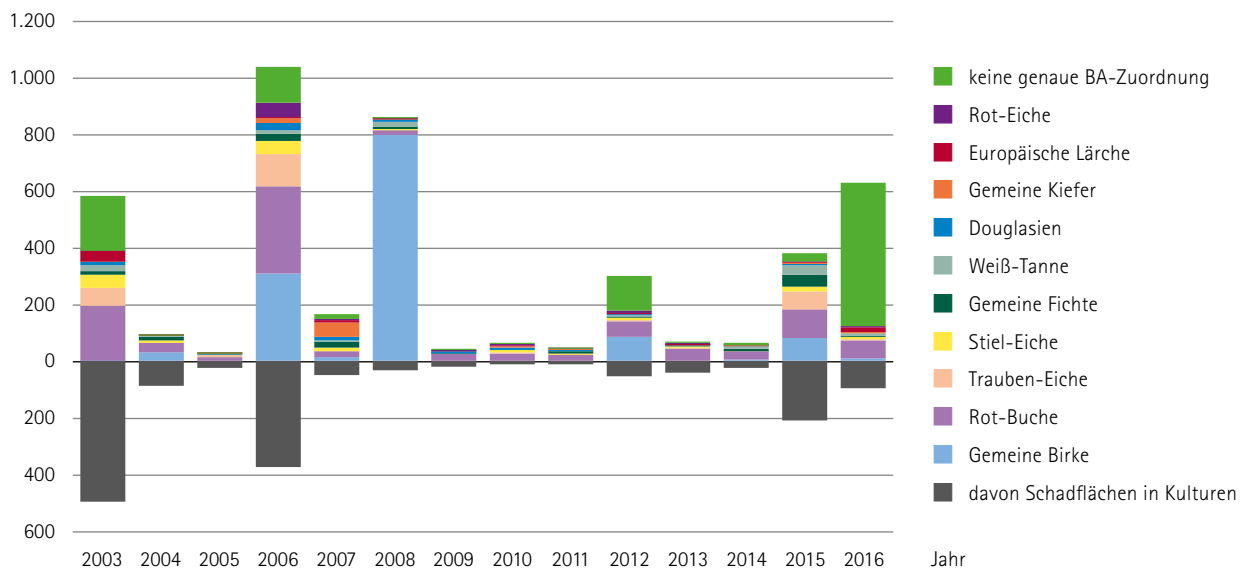


Abbildung 17: Registrierte Schadfläche durch Dürre im Gesamtwald in den Jahren 2003 bis 2016 (Forstschutzkontrollbuch Stand 14.10.2016)

Kronenzustand an Nadelbäumen

Fichte

Seit einigen Jahren liegt der mittlere Nadelverlust bei der in Sachsen häufigsten Baumart nahezu unverändert bei etwa 15% (siehe Abbildung 18). Dies ist, nach einem insgesamt positiven Trend in den 1990er Jahren, das Resultat zunehmend gegenläufiger Entwicklungen: während sich in den höheren Berg- und Kammlagen der Gebirge der positive Trend weiter fortsetzt, steigen in den Unteren Berglagen und im Hügelland die mittleren Nadelverluste wieder an (siehe Abbildung 19). In den ersten Jahren litten die Fichten in den klimatisch rauen Berglagen unter Frost und hohen Immissionen. Akute Schäden traten zuletzt im Winter 1995/96 auf. Die Kalkung der Wälder zum Ausgleich der

Säurebelastung, das wärmere Klima und ausreichende Niederschläge führten hier zur Verbesserung von Benadelung und Baumwachstum. In den Unteren Berglagen und dem Hügelland ist die Wasserversorgung das limitierende Element. Das zunehmend wärmere und trockenere Klima führt häufiger zu Trockenstress und macht die Bäume für den Borkenkäfer anfälliger. Der trockene Sommer 2015 zeigt in den oberen Berglagen keine negativen Auswirkungen. In den unteren und mittleren Berglagen stiegen die Nadelverluste infolge des Trockenstresses dagegen merklich an.

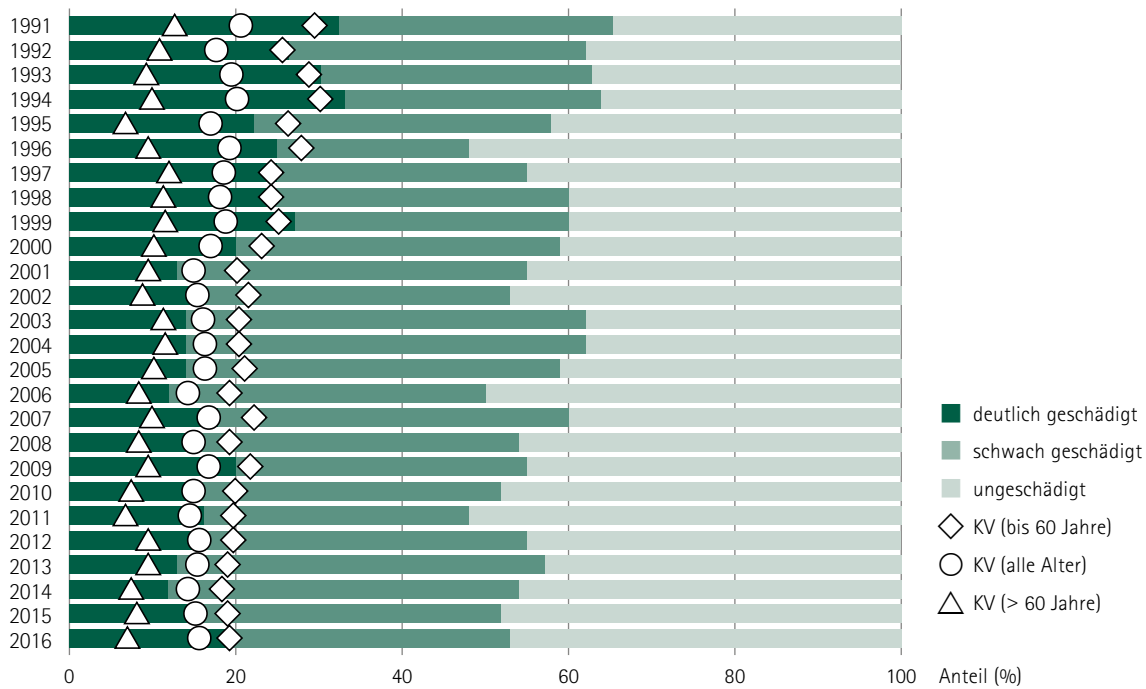


Abbildung 18: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Fichte von 1991 bis 2016

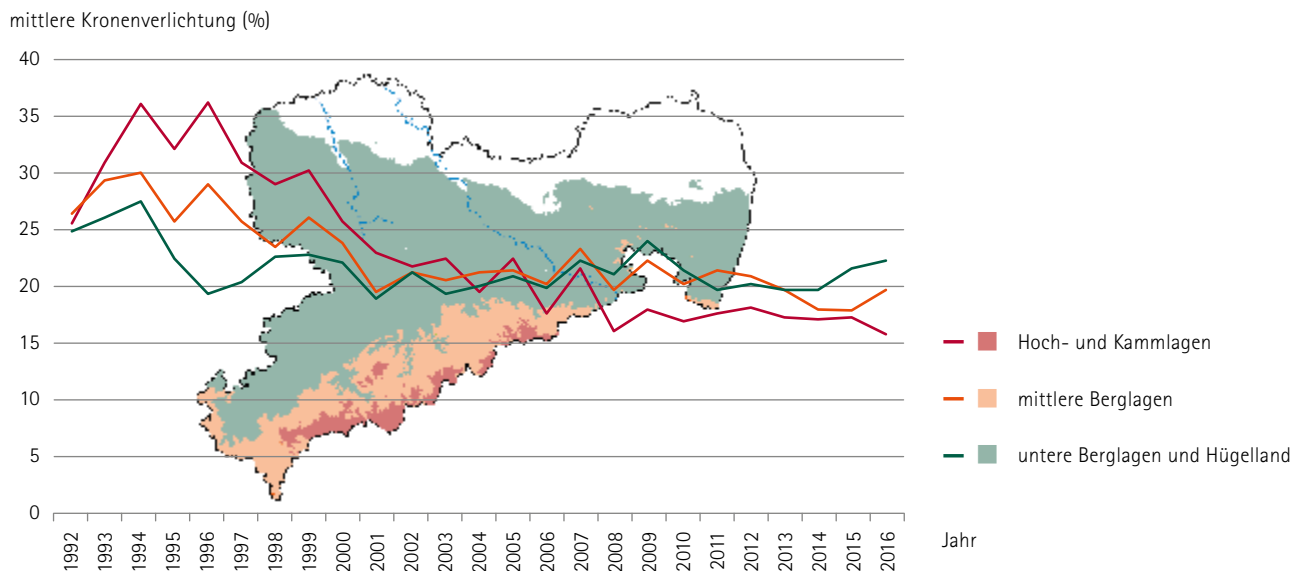


Abbildung 19: Mittlere Kronverlichtung (KV) der Fichte von 1992 bis 2016 in Abhängigkeit von der forstlichen Klimastufe

Abbildung 20 zeigt diese Entwicklungen auf Basis der waldbaulichen Zielstellungen für den Anbau der Fichte. Nur auf Standorten, auf denen die Fichte gegenwärtig und in Zukunft als Hauptbaumart vorkommen soll, hält der Trend zunehmend geringerer Nadelverluste an. Entgegengesetzt weisen die Schwerpunktgebiete des Waldumbaues seit 2008 die höchsten Nadelverluste auf. Standorte auf denen die

Fichte weiterhin als Mischbaumart vorkommen soll, liegen bezüglich der Nadelverluste zwischen den beiden anderen Kategorien. Allerdings verzeichneten in den letzten beiden Jahren besonders diese Standorte einen deutlichen Anstieg der Nadelverluste. Dies kann ein Hinweis auf die Veränderung der Prädisposition gegenüber dem Borkenkäfer in besonders trockenen Jahren sein.

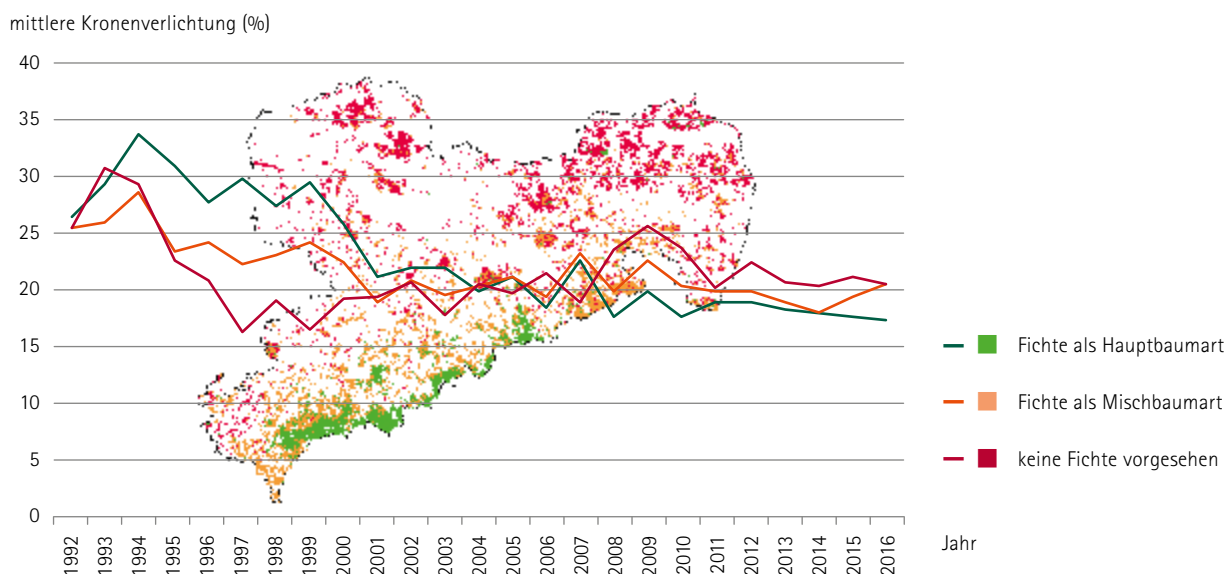


Abbildung 20: Mittlere Kronverlichtung (KV) der Fichte von 1992 bis 2016 in Abhängigkeit des waldbaulichen Zieltyps

An der Gemeinen Fichte sind, wie auch in den Vorjahren, die rindenbrütenden Borkenkäferarten Buchdrucker (*Ips typographus* L.) und Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus* L.) die relevanten Schadorganismen. Ihre Entwicklung wird im erheblichen Maße durch abioti-

sche Faktoren beeinflusst. In diesem Jahr spielten die vor allem durch die 2. Käfergeneration 2015 deutlich angestiegenen Käferdichten sowie die Folgen der sehr warmen und trockenen Witterung im Juli/August 2015 eine bedeutende Rolle (siehe Abbildung 21).



Abbildung 21: Durch Buchdrucker geschädigte Fichten im FoB Leipzig (Foto: Lutz-Florian Otto)

Für die vorangegangene Befallssaison 2015 (Befall registriert im Zeitraum: 01.06.2015 – 30.05.2016) wurden 38.000 fm Stehndbefall registriert. Mit einem Anstieg um ca. 10% in Bezug zu 2014 setzte sich damit der 2013 begonnene moderate, aber kontinuierliche Anstieg der jährlichen Befallsmengen fort. Da ein Viertel des Vorjahresbefalls erst im ersten Quartal dieses Jahres registriert wurde, weist dies auf einen hohen Anteil der 2. Generation und der Geschwisterbruten am Befallsgeschehen hin. Das führte auch zu hohen Populationsdichten an überwinternden Käfern. Der Schwarmflug in diesem Frühjahr, re-

gistriert anhand der Käferfänge in pheromonbeköderten Borkenkäferfallen, setzte witterungsbedingt 1–2 Wochen später als im Vorjahr ein. Im Hügelland und in den unteren und mittleren Berglagen begann er dann aber abrupt und auf sehr hohem Niveau. Die Schwarmaktivität war auch in der Folgezeit sehr hoch. Im Juni wurde bereits eine doppelt so hohe Befallsmenge als im Vorjahr festgestellt. Dieser Trend setzte sich im Juli und auch August fort. Der im September festgestellte Befallszugang fiel im Vergleich zum Vorjahr wieder geringer aus.

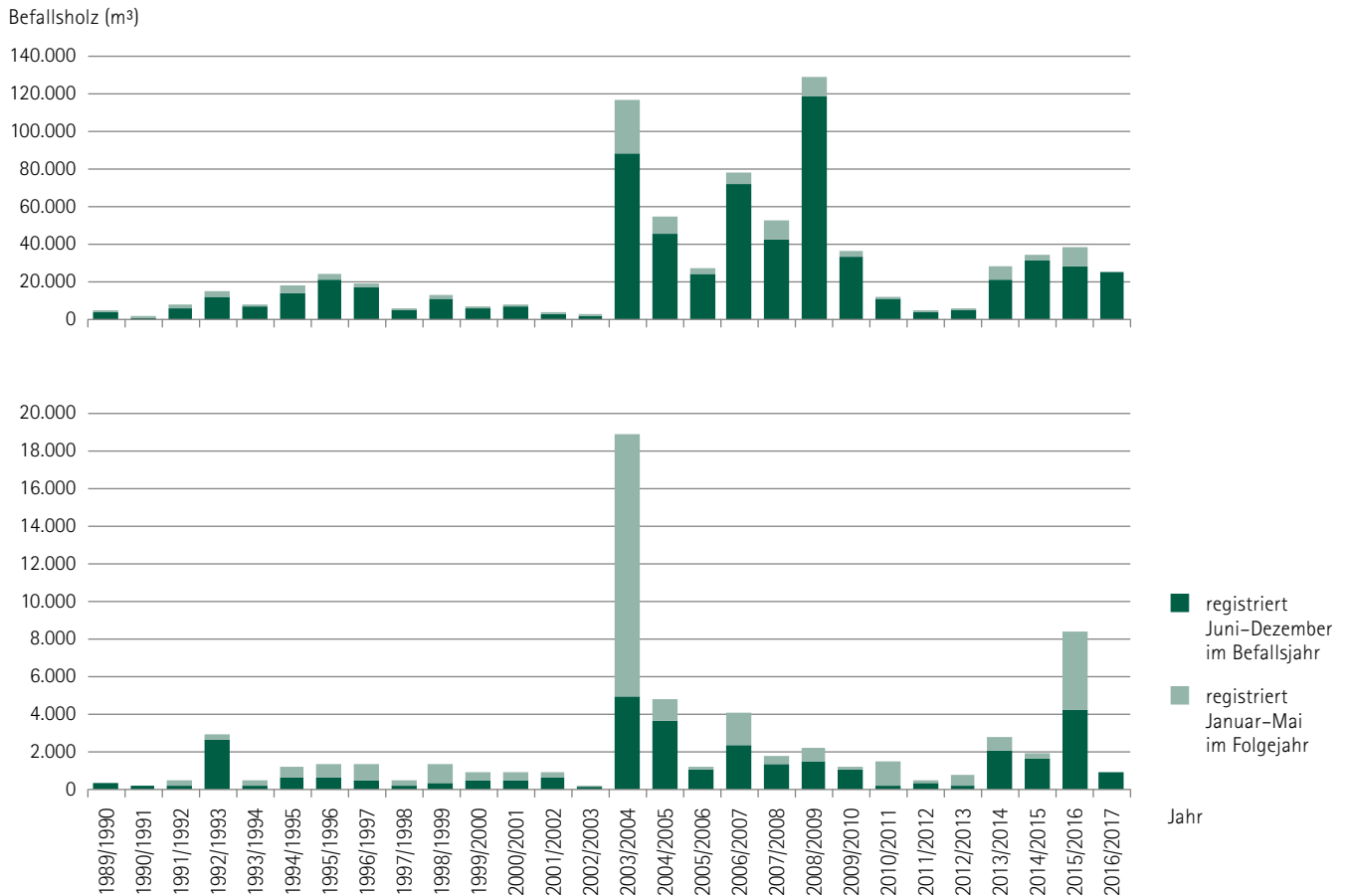


Abbildung 22: Durch Buchdrucker zum Teil in Kombination mit Kupferstecher (oben) und allein durch Kupferstecher (unten) befallene Holzmenge von 1989 bis 2016 (*Angaben für 2016 auflaufender Stand bis Monat September) (Datenabzug 14.10.2016)

Der Kupferstecher konnte die warm trockenen Witterungsbedingungen im Sommer 2015 noch in einem deutlich stärkeren Maße für eine Befallszunahme nutzen als der Buchdrucker. Diese vollzog sich jedoch auf einem insgesamt geringeren Niveau hinsichtlich der absoluten Befallsholzmenge (siehe Abbildung 22). Dieser Trend setzt sich in diesem Jahr offensichtlich nicht fort.

Kiefer

Bei Nadelbäumen vollzieht sich der natürliche Alterungsprozess der Nadeln weitgehend unbemerkt an den inneren Zweigen. Ungünstige Witterungsbedingungen, wie die Trockenheit des letzten Sommers, führen zu einem stärkeren Verlust älterer, photosynthetisch weniger aktiver Nadeln. Dies kann auch als aktive Anpassung verstanden werden, um das Wasserdefizit zu minimieren. Unter den günstigen Wasserhaushaltsbedingungen dieses Jahres regenerierten viele Kiefern

erfolgreich die Stressphase. Der mittlere Nadelverlust der Kiefer, der im letzten Sommer mit 19,1% den zweithöchsten Wert der Zeitreihe erreicht hatte, liegt jetzt wieder bei 15,0% (siehe Abbildung 23). Die Regenerationsfähigkeit steht mit der Anzahl der Nadeljahrgänge im Zusammenhang. Bei Fichten, insbesondere aber bei Tannen, dauert es wesentlich länger, den Verlust ganzer Nadeljahrgänge auszugleichen, um nach einem Trockenjahr wieder eine vollbenadelte Krone mit mehr als fünf Nadeljahrgängen aufzubauen. Wenn Kiefern den ältesten ihrer drei Nadeljahrgänge verlieren, so reicht die im Folgejahr gebildete Nadelmasse für einen nahezu vollständigen Ausgleich aus. Allerdings trifft dies nicht pauschal für alle Kiefern zu. Einige Kiefern verloren deutlich mehr Nadeln und konnten sich nicht mehr erholen. Wenngleich es immer wenige Bäume betrifft, ist die Häufung der Kiefern ohne Nadeln (NBV= 100%) in den Jahren 2003, 2004 und 2016 nach Trockenheit auffällig erhöht.

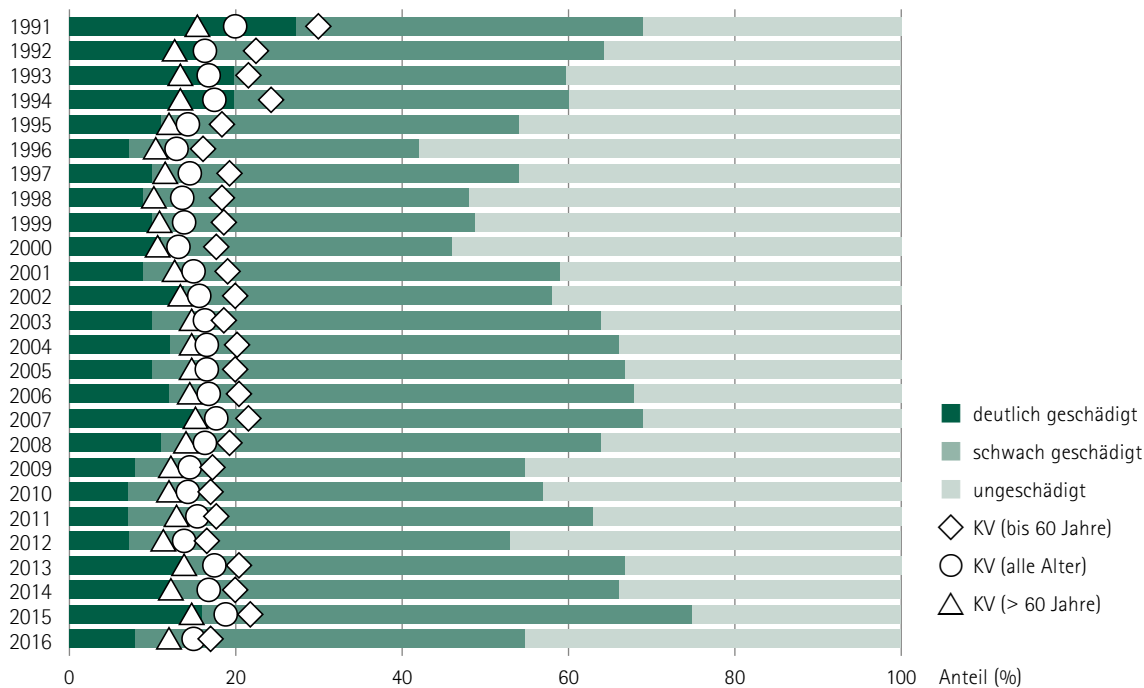


Abbildung 23: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Kiefer von 1991 bis 2016

In diesem Jahr tragen wieder vermehrt Kiefern Zapfen. Lediglich 17% aller im Rahmen der WZE angesprochenen Kiefern haben keine neuen Früchte. An 45% aller Kiefern wurde geringer, an 37% mittlerer bis starker Zapfenbehang beobachtet (vgl. Tabelle 7, Anhang). Im sächsischen Tiefland traten in den zurückliegenden Jahren insbesondere an der Kiefer wiederholt Massenvermehrungen nadelfressen-

der Schädlinge auf. Deren Populationsdichten werden im Rahmen des Forstschutzmeldewesens kontinuierlich überwacht. Von den routinemäßig überwachten nadelfressenden Insekten ging in den letzten Jahren von der Nonne (*Lymantria monacha* L.) das größte Gefährdungspotenzial aus. Die jährlichen Befallsflächen (siehe Abbildung 24) verdeutlichen das zyklische Auftreten dieses Forstschädlings.

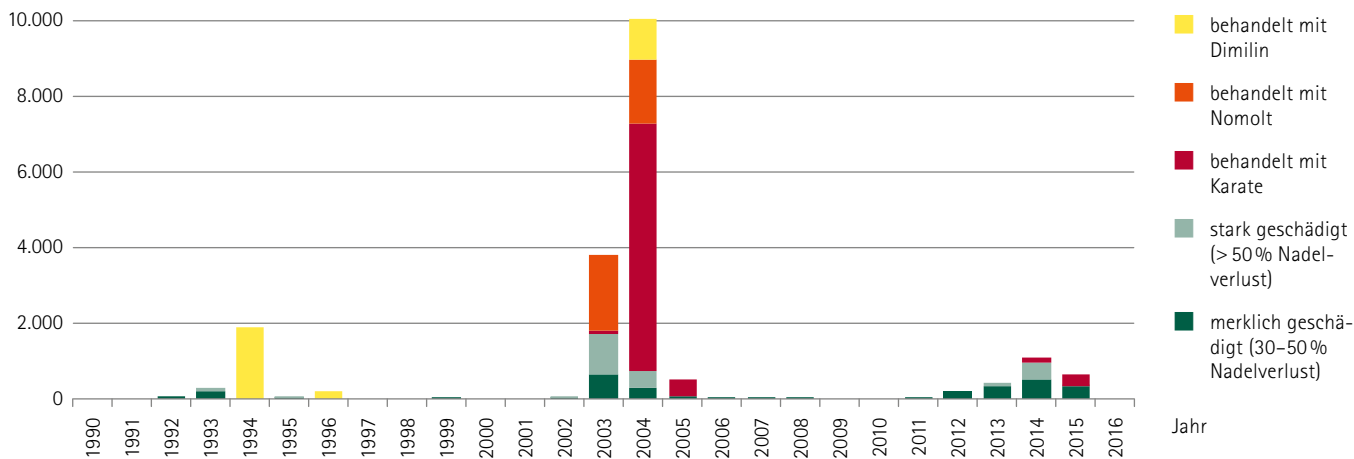


Abbildung 24: Jährliche Befallsflächen der Nonne und soweit erfolgt der davon mit Insektiziden behandelten Flächen seit 1990

Die letzte Massenvermehrung dieser Schmetterlingsart 2012 bis 2015 war auf die nördlichen Teile der Landkreise Görlitz und Bautzen begrenzt und ging im Vorjahr zu Ende. Die dabei aufgetretenen Nadelverluste wurden in diesem Jahr weiter ausgeglichen. In besonders stark befallenen Beständen starben einzelne Kiefern, meist in Folge der Besiedelung durch holz- und rindenbrütende Insekten oder einen Befall durch einen fakultativ parasitischen Pilz, wie zum Beispiel das Dip-

lodia-Triebsterben (*Sphaeropsis sapinea*) ab. Auch allein durch Schwächung der Bäume durch Hitze und Trockenheit im Sommer 2015 und in Folge des überdurchschnittlich warmen Winters 2015/16 traten vor allem im Gebiet des Landkreises Nordsachsen Schäden durch diesen Pilz (siehe Abbildung 25) auf. Hauptsächlich davon betroffen waren Kiefern. Auch an Douglasien konnten die Symptome beobachtet und der Erreger diagnostiziert werden.



Abbildung 25: Befall durch das Diplodiatriebsterben: links: Pyknidien an Kiefertrieb; Befall an Kiefer (mitte) und Douglasie (rechts) (Fotos: Franz Matschulla)

Die in den Jahren 2013 und 2014 in Nordostsachsen regional auffällige Entnadelung des jüngsten Nadeljahrganges, verursacht durch

Kiefernadelgallmückenarten, trat in diesem Jahr nicht mehr in Erscheinung (siehe Abbildung 26).

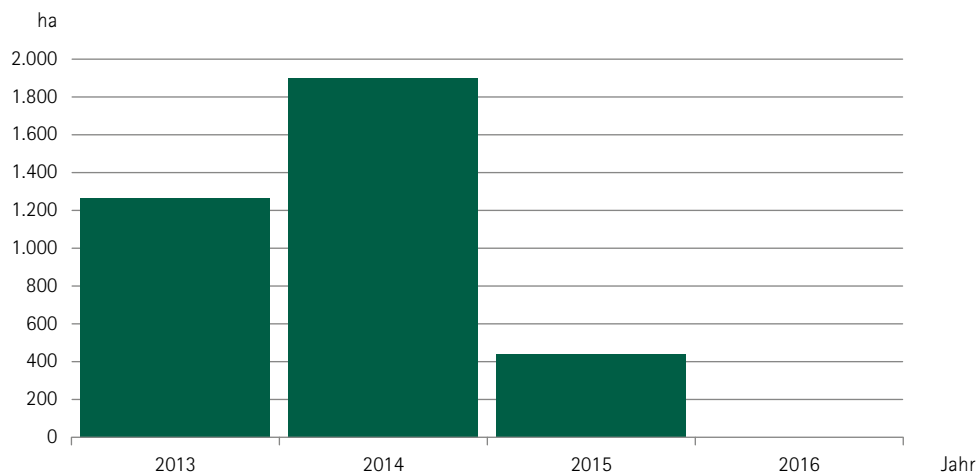


Abbildung 26: Durch Kiefernadelgallmücken befallene Fläche in den Jahren 2013 bis 2016

Sonstige Nadelbäume

Sonstige Nadelbäume besitzen einen Anteil von 4% an der Waldfläche des Freistaates Sachsen. Die zu dieser Gruppe zählenden Arten sind meist nicht einheimisch und wurden zur Umsetzung spezieller waldbaulicher Konzepte, wie z. B. der Aufforstung des Erzgebirgskammes nach dem flächigen immisionsbedingten Absterben der Fichte, gezielt angepflanzt. Das durchschnittliche Alter der begutachteten sonstigen Nadelbäume ist mit 51 Jahren vergleichsweise gering. In der WZE-Stichprobe sind die Europäische Lärche (52%), die Serbische Fichte (13%) und die Japanische Lärche (12%) die häufigsten Baumarten in dieser Gruppe.

Der deutliche Trend steigender Nadelverluste in der Gruppe der sonstigen Nadelbäume hält unvermindert an. Der bisherige Maximalwert von 17,5% aus dem Jahr 2013 wird in diesem Jahr mit 17,8% geringfügig überschritten (siehe Abbildung 27). In diesem Jahr gehen die Nadelverluste mit vergleichsweise hoher Mortalität und einer Häufung intensiven Pilzbefalls einher. Trend und erkennbare Schadursachen könnten als Hinweis auf eine unzureichende Anpassung an den Standort und fehlende Integration in heimische Ökosysteme angesehen werden.

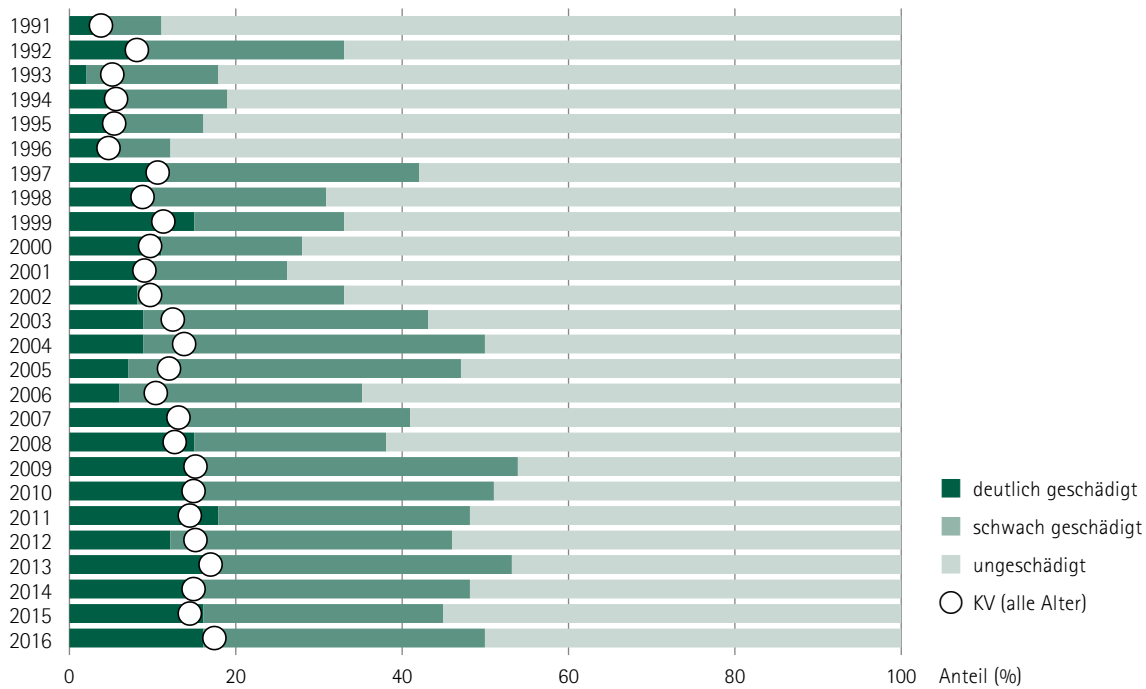


Abbildung 27: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der sonstigen Nadelbäume von 1991 bis 2016

Der in den letzten Jahren stetig rückläufige, jedoch sehr augenscheinliche Befall von Lärchenbeständen durch die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella* Hb.) stieg in diesem Jahr geringfügig an. Eine

Beeinflussung des Benadelungszustandes dieser Baumart geht davon jedoch nicht aus (siehe Abbildung 28).

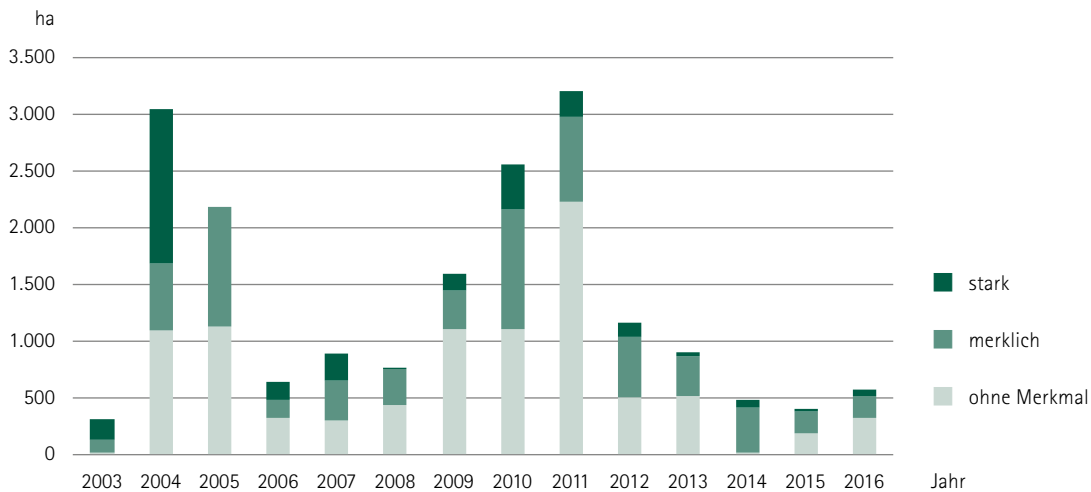


Abbildung 28: Befallsfläche von Lärchenbeständen durch Lärchenminiermotte von 2003 bis 2016

Der im Vorjahr sehr auffällige Befall durch die Sitkafichtenröhrenlaus (*Elatobium abietinum*) setzte sich in diesem Jahr nicht fort. Durch den

neuen Jahrestrieb verbesserte sich das Erscheinungsbild betroffener Bäume.

Kronenzustand an Laubbäumen

Eiche

Im Vergleich zu den anderen Baumartengruppen kamen die Eichen am besten mit der Trockenheit des vergangenen Jahres zurecht. Der Rückgang der Blattverluste von 22,8% im Vorjahr auf aktuelle 19,6% ist mit dem der Kiefer vergleichbar. Sowohl der Anteil der Eichen mit deutlichen Belaubungsdefiziten (15%) als auch der mittlere Blattverlust erreichen in diesem Jahr neue Minima der Zeitreihe (siehe Abbil-

dung 29). Anders als bei der Baumart Kiefer liegt die Mortalität der Eichen mit 0,3% deutlich unter dem Durchschnitt der vergangenen 25 Jahre. Die warme Witterung der letzten Jahre förderte auch die Fruchtbildung. Gegenüber den beiden Vorjahren stieg der Anteil der Eichen mit Fruchtbehang nochmals um einige Prozentpunkte an.

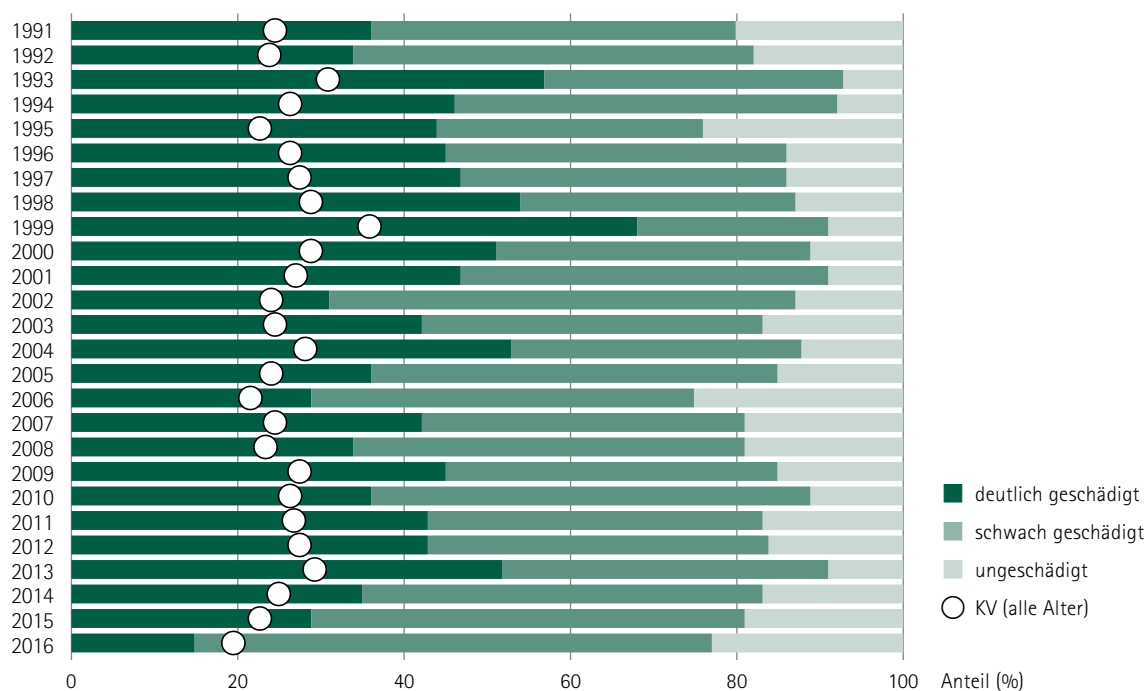


Abbildung 29: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Eiche von 1991 bis 2016

Das Frühjahr 2016 war das dritte Jahr in Folge mit sehr geringen Fraßschäden in Eichenbeständen durch Frostspanner- und Wicklerarten (siehe Abbildung 30). Die Arten befinden sich in der Latenzphase. Nur

regional und sehr lokal traten vereinzelt merkliche und starke Fraßschäden an Eichenarten auf.

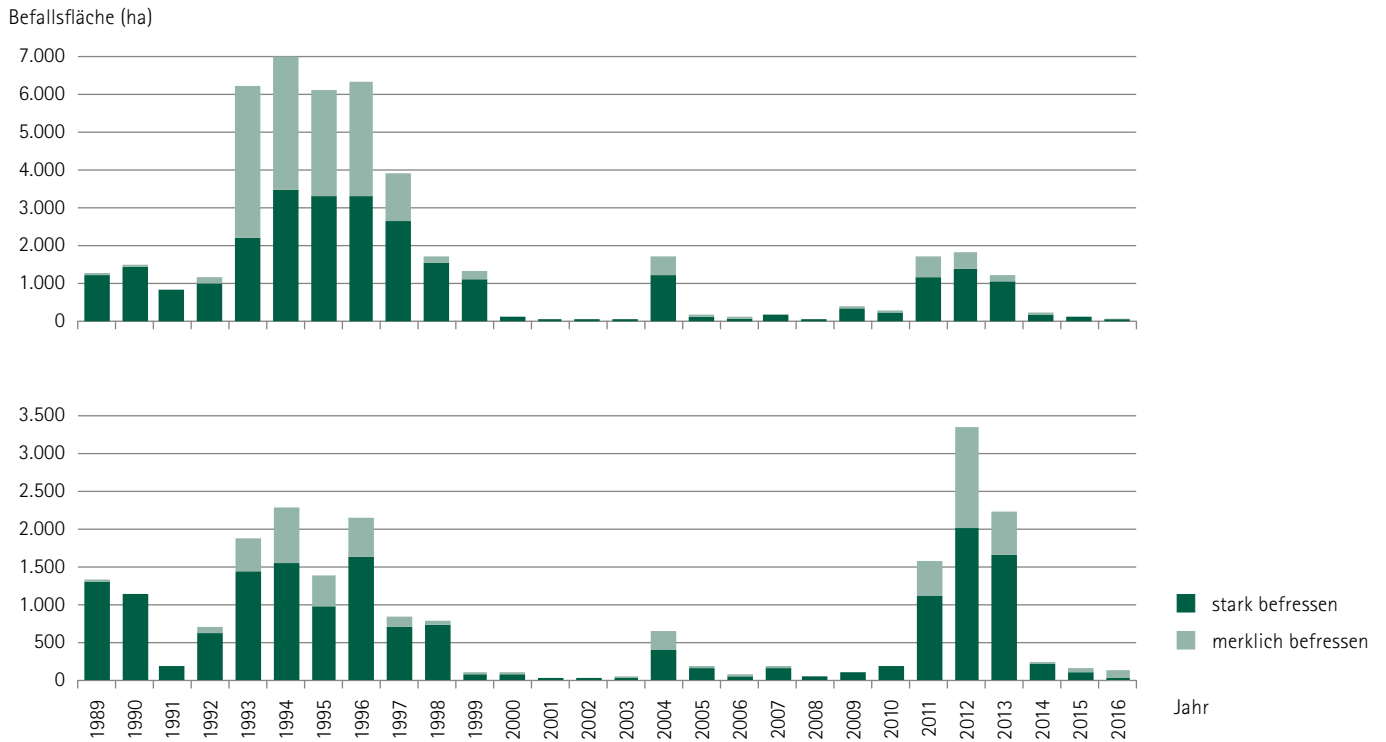


Abbildung 30: Befallsflächen [ha] durch Eichenwickler (oben) und Frostspanner (unten) 1989 bis 2016

Auch 2016 wurde das Auftreten des Eichenprozessionsspinners (EPS) örtlich begrenzt, am nördlichen Stadtrand von Dresden, in der angrenzenden Dresdner Heide und im Landkreis Nordsachsen, bestätigt. In diesen Regionen wurde mit gezielten Falterfängen in Pheromonfallen und/oder in Form von eher zufälligen Eigelege- oder Raupen- bzw. Gespinstfunden das aktuelle Vorkommen belegt. Außerdem wurden 2016 erstmalig Falter abseits der bisherigen Befallsgebiete im Nordosten des Landkreis Bautzen gefangen. Dort wurden aber keine Gespinste festgestellt.

Die Pheromonfallenfänge deuten auf eine räumliche Expansion der bisher festgestellten Areale hin. Bedingt durch Qualitätsschwankun-

gen zwischen den Herstellungsjahren der verwendeten Dispenser können die erreichten absoluten Fangwerte aufeinanderfolgender Jahre bislang nicht ohne weiteres verglichen oder Trends hinsichtlich einer Populationsdichteänderung abgeleitet werden. Neben den bisher für den Wald unbedenklichen Fraßschäden führt ein direkter Kontakt mit den Raupenhaaren zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen beim Menschen. In diesem Jahr erfolgten wieder punktuell mechanische Bekämpfungsmaßnahmen. Die Abbildung 31 zeigt die 2016 von den Forstbehörden registrierte regionale Verteilung im Wald gelegener oder an den Wald angrenzender EPS-Nachweise.

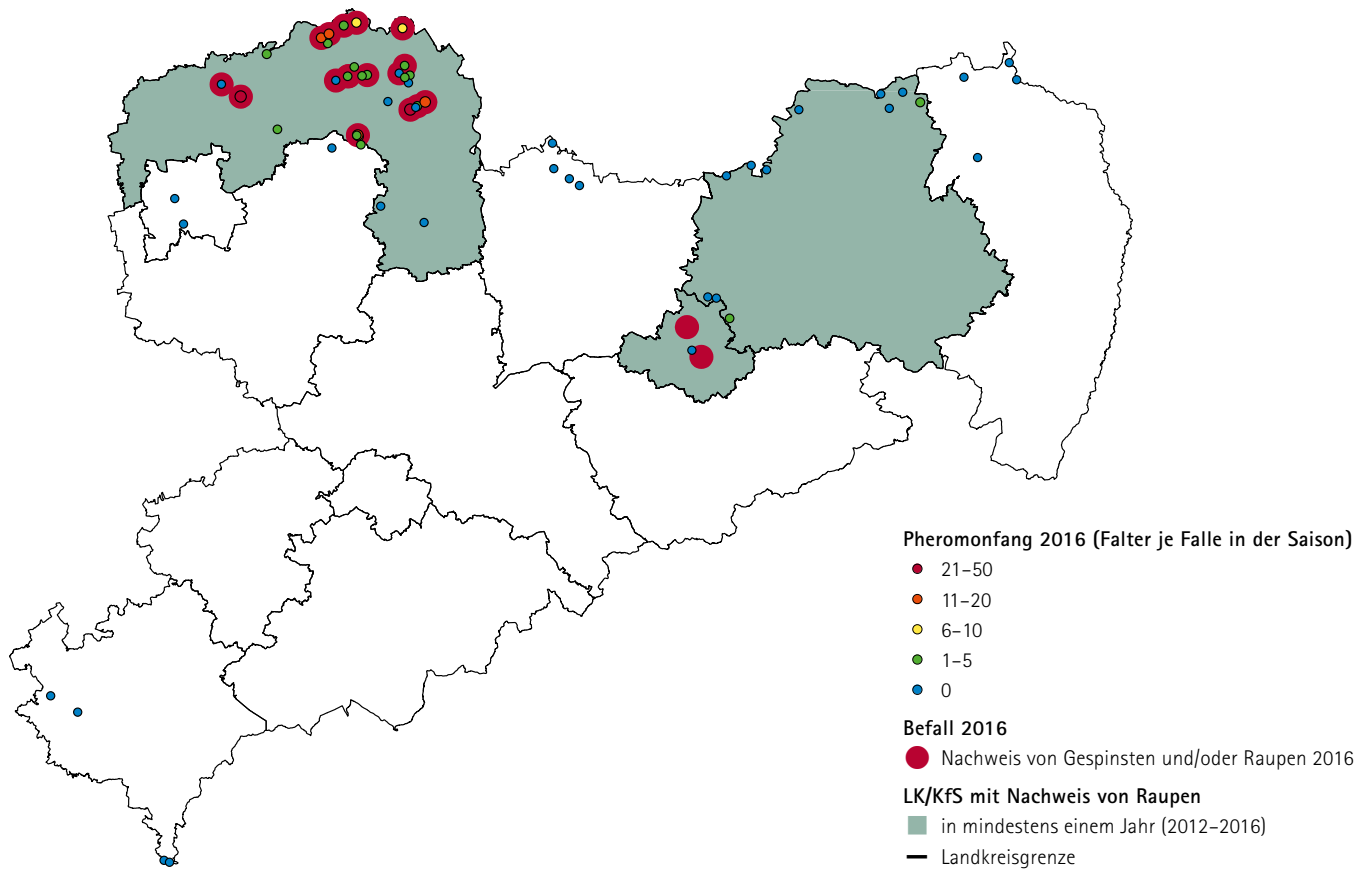


Abbildung 31: Nachgewiesenes Auftreten des Eichenprozessionsspinners in Sachsen 2016 (Daten von den unteren Forstbehörden der Landkreise/kreisfreien Städte und von Sachsenforst)

Das Auftreten anderer zur Massenvermehrung neigender Insektenarten wurde 2016 lokal und nur in einzelnen Beständen beobachtet. So setzte sich beispielsweise in Eichenkulturen im Landkreis Nordsachsen der Befall durch den Eichenerdflor (*Altica quercetorum*) fort. Auch in einer Roteichenkultur im Forstbezirk Taura wurde starker Reifungsfraß der Käfer an jungen Roteichenpflanzen beobachtet (siehe Abbildung

32). Des Weiteren traten in Eichen- und Buchenvoranbauten durch verschiedene Rüsselkäferarten, wie zum Beispiel den Kahlhaartigen Graurüssler (*Strophosoma melanogramum*), den Kurzzähnigen (*Oti-orhynchus subdentatus*) und den Borstigen Dickmaulrüssler (*Oti-orhynchus scaber*) (siehe Abbildung 33), verursachte Fraßschäden auf.



Abbildung 32: Befall von Roteichenpflanzen durch Käfer des Eichenerdflöhs (Foto: Franz Matschulla)



Abbildung 33: links: Kahnhaütiger Graurüssler an Eiche; mitte: Borstiger Dickmaulrüssler; rechts: Kurz-zähni-ger Dickmaulrüssler (Fotos: Franz Matschulla)

Buche

Die bei der Rotbuche registrierten Veränderungen des Kronenzustandes entsprechen dem Verlauf nach dem Jahrhundertssommer 2003. Damals stieg der mittlere Blattverlust um 6,7 Prozentpunkte auf 29 % an. In diesem Jahr liegt der mittlere Blattverlust mit 23,9 % um 6,5 % über

dem Vorjahreswert (siehe Abbildung 34). Da bei den vergleichsweise alten Buchen aber keine Mortalität festgestellt wurde, ist davon auszugehen, dass die Witterung des Sommers 2015 für den überwiegenden Teil der Buchen in Sachsen im Rahmen ihrer Reaktionsnormen lag.

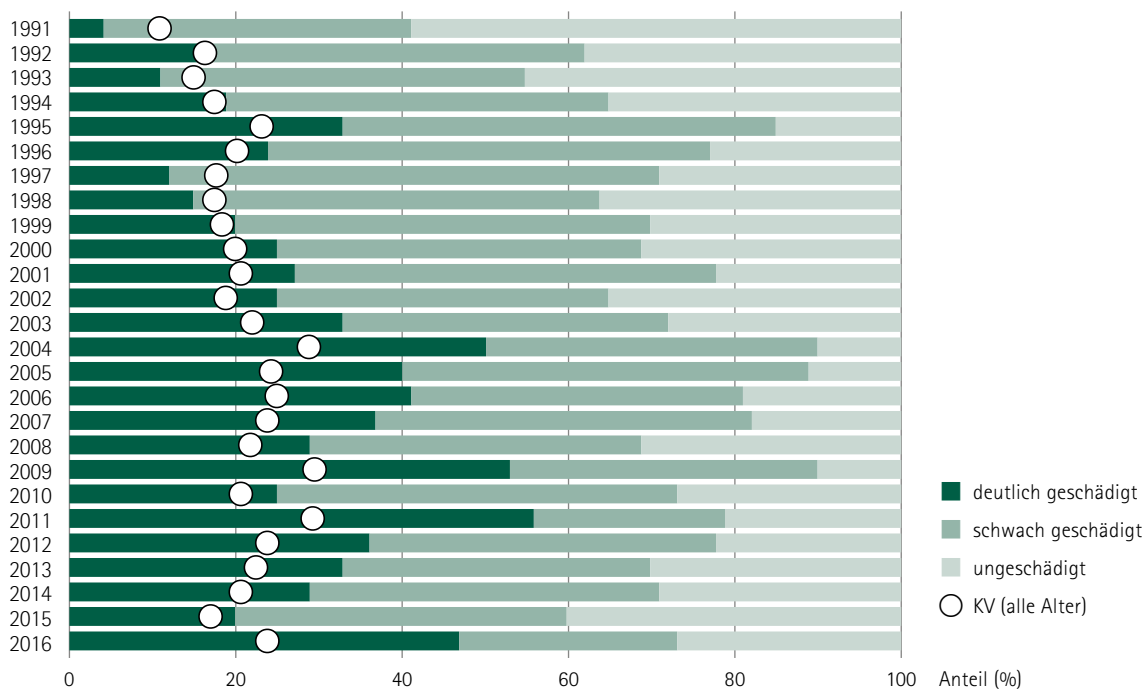


Abbildung 34: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Buche von 1991 bis 2016

Anfang und Mitte August 2015 waren vielerorts Symptome für intensiven Trockenstress, wie frühzeitige Blattfärbung, welke Blätter und unbelaubte Baumkronen (z. B. Buche) zu beobachten (siehe Abbildung 35). Auch 2016 waren bereits im August entsprechende Symptome zu verzeichnen. Der Trockenstress ist in Abhängigkeit von den standört-

lichen Bedingungen örtlich begrenzt. Es kann deshalb sein, dass die Symptome sich nicht in adäquater Form in der großräumigen Stichprobe der Waldzustandserhebung wiederfinden. Auch die Beobachtung einzelner besonders trockener Standorte führt zu keiner anderen Einschätzung.

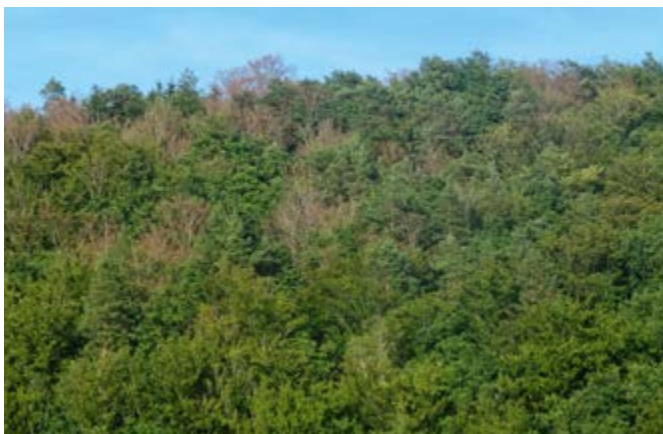


Abbildung 35: Entlaubte Buchen an den Weißeritztalhänge Ende August 2015 (links) und Ende August 2016 (rechts) (Fotos: Lutz-Florian Otto)

Warme Sommer begünstigen die Anlage von Blütenknospen. Im Folgejahr tragen die Buchen dann regelmäßig vermehrt Früchte und die Belaubung ist weniger dicht. Vergleichbar mit den Jahren 2009 und 2011 weisen in diesem Jahr 42% der Bäume einen starken und 35%

einen mittleren Behang mit Bucheckern auf (siehe Abbildung 36). Die intensive Samenproduktion kommt der natürlichen Verjüngung dieser Baumart zu Gute.

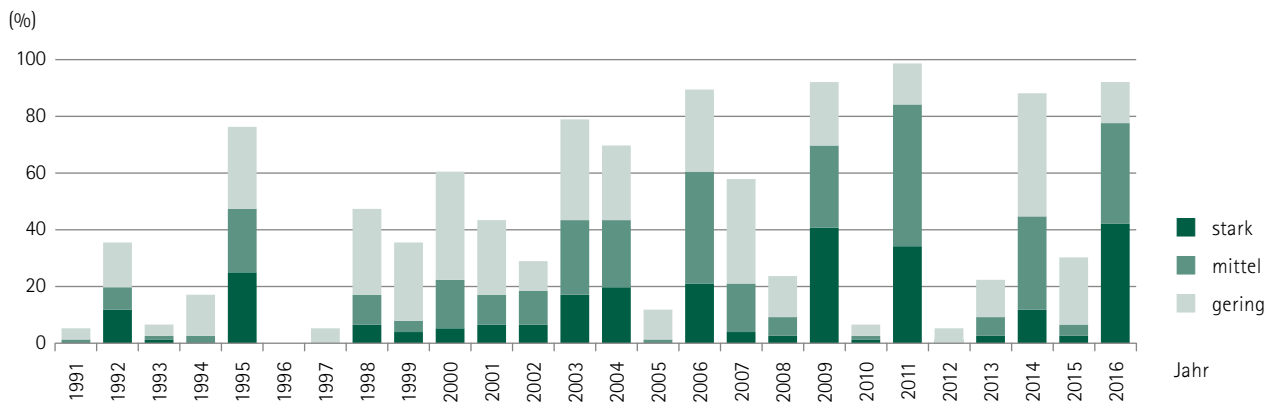


Abbildung 36: Fruktifikation der älteren (über 60-jährigen) Buchen von 1991 bis 2016



Abbildung 37: Intensiver Fruchtbehang in diesem Jahr führt zu einer geringeren Belaubung der Buchen; Beispiel aus dem Nationalpark Sächsische Schweiz, Hinterhermsdorf (Foto: Raphael Benning)

Sonstige Laubbäume

Etwa jeder siebente Baum der Stichprobe gehört zu den sonstigen Laubbäumen, der baumartenreichsten Gruppe. Die Hälfte der sonstigen Laubbäume sind Birken, die damit im Vergleich zu Eiche und Buche deutlich häufiger vorkommt. Weiterhin treten Berg- und Spitzahorn, Gemeine Esche, Hainbuche, Winterlinde, Roteiche, Roterle, Eberesche, Robinie, Hybridpappel sowie Aspe häufiger auf.

In den letzten drei Jahren lag der mittlere Blattverlust dieser Baumartengruppe unverändert bei 19%. Die geringen jährlichen Schwankungen im Blattverlust zeigen sich, abgesehen in den Jahren von 1999 bis 2008 mit überdurchschnittlich hohen Blattverlusten, über die gesamte Zeitreihe (siehe Abbildung 38). Zudem starben in diesen Jahren

auch überdurchschnittlich viele sonstige Laubbäume ab oder wurden planmäßig genutzt. Dies ist ein natürlicher Prozess, da die überwiegend kurzlebigen Baumarten Birke und Aspe ihr physiologisches Optimum bei einem Durchschnittsalter von 60 Jahren überschritten haben. In den letzten vier Jahren ist die Mortalität erneut leicht angestiegen. Mit 0,7% fällt die Sterblichkeit allerdings deutlich geringer aus als dies nach den Trockenheiten von 2003 und 2006 zu beobachten war. Auch bei den sonstigen Laubbäumen stieg der Anteil der Bäume mit Fruchtbehang an. Gegenüber dem Vorjahr (38%) konnte an 62% der Bäume Fruktifikation festgestellt werden.

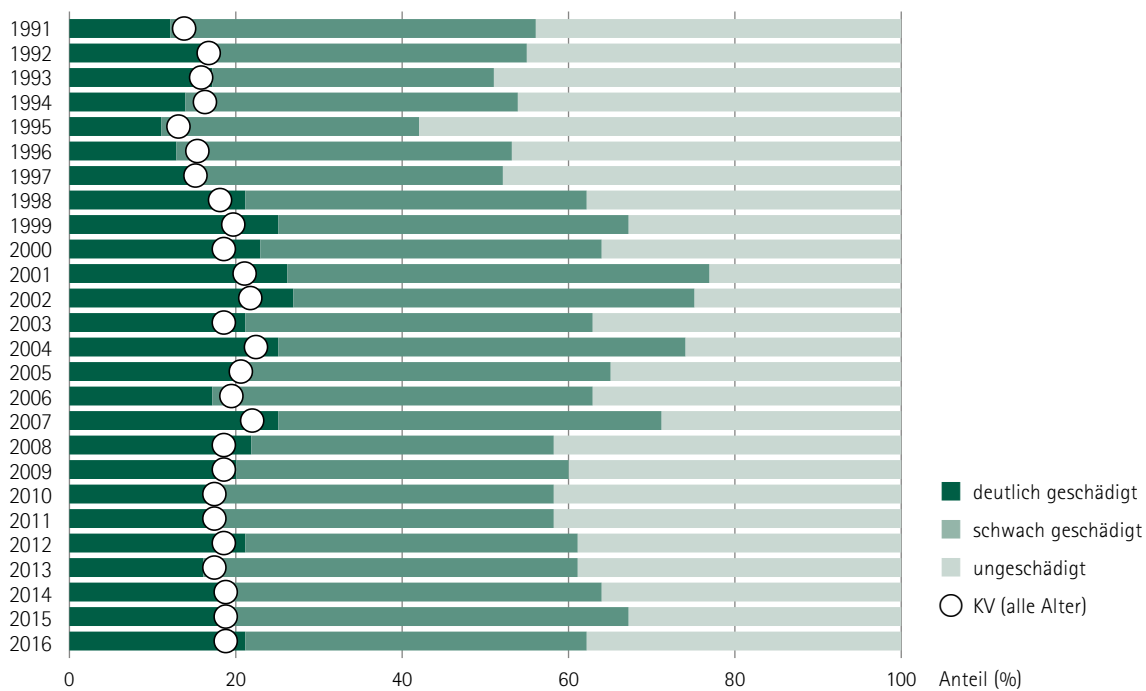


Abbildung 38: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der sonstigen Laubbäume von 1991 bis 2016

Das vom Eschentriebsterben verursachte Schadniveau ist nach wie vor hoch. Der Schädigungsgrad der Individuen eines Bestandes ist unterschiedlich stark ausgeprägt. Ein flächiges Absterben ist bisher nicht zu beobachten. Bei diesjährigen Bonituren ausgewählter Beobachtungsflächen wurde festgestellt, dass auch in Sachsen in befallenen

Eschenbeständen an Einzelbäumen Stammfußnekrosen vorhanden sind, welche auf die Möglichkeit eines relativ schnellen Absterbens dieser Bäume in den nächsten Jahren hindeuten.

Tabellarische Übersichten

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

Kronenverlichtung (%)	Anteil vergilbter Nadeln/Blätter (%)				
	0 – 10	11 – 25	26 – 60	61 – 100	
0 – 10	0	0	1	2	0 = ohne Schadmerkmale 1 = schwach geschädigt 2 = mittelstark geschädigt 3 = stark geschädigt 4 = abgestorben
11 – 25	1	1	2	2	
26 – 60	2	2	3	3	
61 – 99	3	3	3	3	
100	4	-	-	-	

} deutlich geschädigt

Tabelle 2: Baumarten- und Altersklassenverteilung der Stichprobenbäume im 4x4-km-Raster (entspricht 283 Stichprobenpunkten bzw. 6792 Bäumen; Angaben in %)

Baumart/Baumartengruppe	Aktuelle Verteilung*	Stichprobe	Altersklasse						
			bis 20	21 – 40	41 – 60	61 – 80	80 – 100	>100	
Buche	4,2	3	4	13	10	15	16	42	
Eiche	8,6	6	0	8	20	15	8	49	
Fichte	34,4	42	2	15	14	19	20	30	
Kiefer	28,2	31	1	17	19	25	19	19	
sonstige Laubbäume	18,7	14	6	26	18	28	14	8	
sonstige Nadelbäume	3,8	4	1	54	22	8	7	8	
alle Baumarten	(97,9+2,1 Blößen)	100	3	18	18	20	18	23	

*BWI³

Tabelle 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	47	34	18	1	19	↗	-3
bis 60 Jahre	80	14	5	1	6	↗	-2
über 60 Jahre	33	43	23	1	24	↗	-2
Kiefer	45	47	7	1	8	↓	8
bis 60 Jahre	61	34	5	0	5	→	1
über 60 Jahre	36	54	9	1	10	↓	11
Sonstige Nadelbäume	50	34	9	7	16	→	0
Nadelbäume	47	39	13	1	14	↘	2
Buche	27	26	46	1	47	↑	-27
Eiche	23	62	14	1	15	↓	14
Sonstige Laubbäume	38	41	18	3	21	↗	-3
Laubbäume	33	44	21	2	23	→	-1
Alle Baumarten	44	40	15	1	16	→	1
bis 60 Jahre	65	26	7	2	9	→	-1
über 60 Jahre	30	49	20	1	21	↘	2

Tabelle 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	2	0	0	0/0	0/0	0/0	11/13	2/3	0/0
Kiefer	0	0	0	1/0	0/0	0/0	45/43	30/35	7/9
Sonstige Nadelbäume	2	4	2	0/1	0/2	0/5	19/27	11/14	5/6
Buche	0	1	0	2/0	0/0	0/0	13/15	28/35	33/42
Eiche	1	0	0	14/1	0/0	0/0	50/53	15/13	2/1
Sonstige Laubbäume	0	0	0	8/1	0/0	0/0	26/25	19/24	17/26
Alle Baumarten	1	0	0	2/0	0/0	0/0	26/27	15/17	6/8

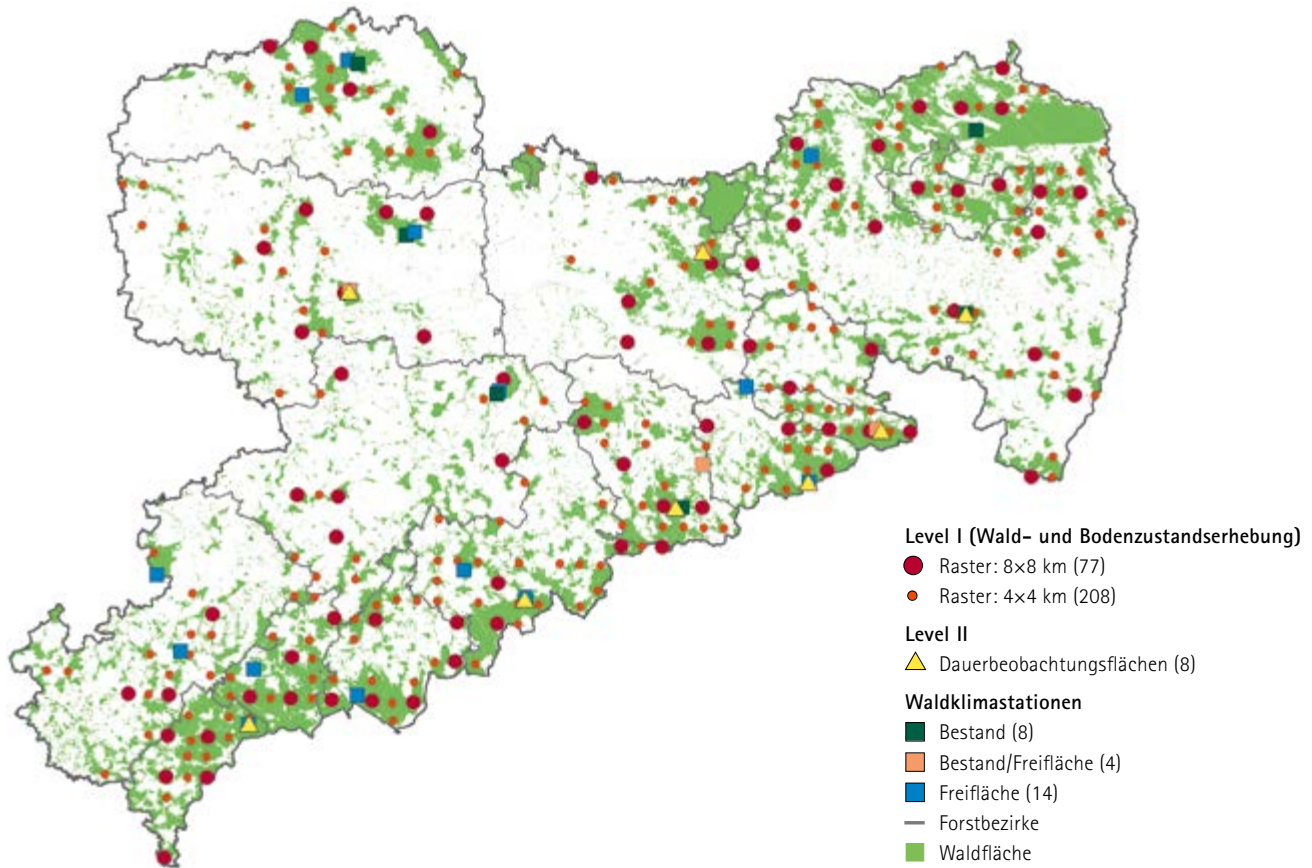
Tabelle 5: Baumartenverteilung der Stichprobe in den Wuchsregionen (Angaben in %)

Wuchsregionen	Ges.	bis 60	über 60	Fichte	Kiefer	sonstige Nadelbäume	Buche	Eiche	sonstige Laubbäume
Westliches Tiefland	11	36	64	4	52	2	2	12	28
Östliches Tiefland	25	39	61	5	78	0	1	4	12
Mittelsächsisches Löss-Hügelland und Erzgebirgsvorland	11	42	58	46	6	3	5	15	25
Lausitzer Löss-Hügel- land und Becken	10	35	65	43	20	4	8	6	19
Vogtland	5	47	53	68	10	4	2	5	11
Erzgebirge	30	30	70	84	1	6	4	0	5
Elbsandstein- und Zittauer Gebirge	7	50	50	40	24	20	5	4	7
Auen (Elbe und Weiße Elster)	1	0	100	0	0	0	0	50	50
Sachsen	100	37	63	42	31	4	3	6	14

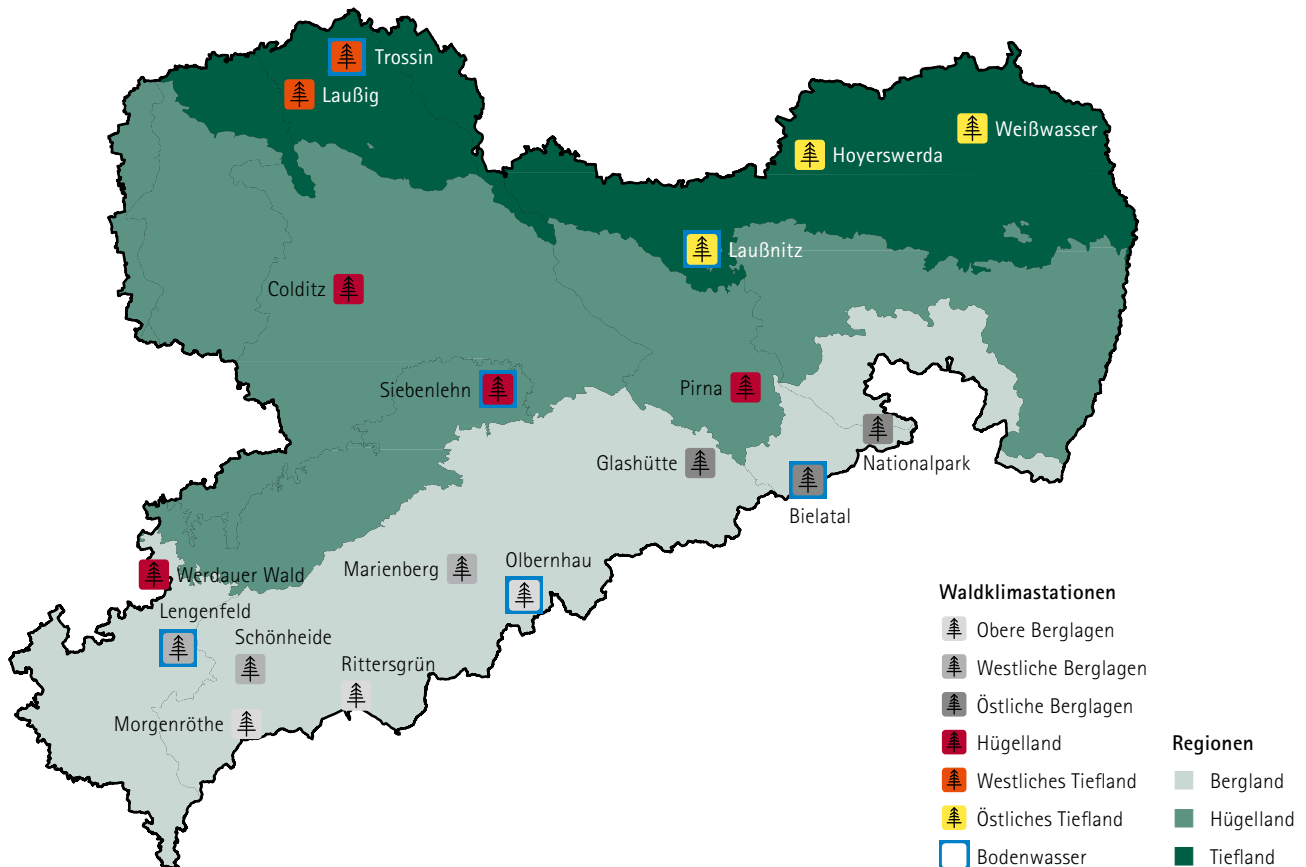
Tabelle 6: Schadstufenverteilung in den Wuchsregionen

Wuchsregion	Kollektiv		Schadstufen (%)		
	Baumart / Alter	Anzahl	0	1	2-4
Westliches Tiefland	Alle	744	33	55	12
	bis 60 Jahre	271	57	30	13
	über 60 Jahre	473	20	69	11
	Kiefer	386	35	59	6
	sonst. Lb.	211	38	39	23
Östliches Tiefland	Alle	1728	49	42	9
	bis 60 Jahre	672	58	33	9
	über 60 Jahre	1056	44	48	8
	Kiefer	1349	51	43	6
	bis 60 Jahre	496	61	33	6
	über 60 Jahre	853	45	48	7
	sonst. Lb.	207	39	44	17
Mittelsächsisches Löss-Hügelland und Erzgebirgsvorland	Alle	744	44	37	19
	bis 60 Jahre	315	72	23	5
	über 60 Jahre	429	24	47	29
	Fichte	344	52	29	19
Lausitzer Löss-Hügelland und Becken	Alle	672	36	47	17
	bis 60 Jahre	234	59	35	6
	über 60 Jahre	438	23	54	23
	Fichte	292	39	49	12
Vogtland	Alle	360	40	42	18
	bis 60 Jahre	171	70	27	3
	über 60 Jahre	189	13	55	32
	Fichte	245	45	35	20
Erzgebirge	Alle	2016	48	32	20
	bis 60 Jahre	606	76	13	11
	über 60 Jahre	1410	36	40	24
	Fichte	1693	50	33	17
	bis 60 Jahre	431	87	8	5
Elbsandsteingebirge und Zittauer Gebirge	über 60 Jahre	1262	38	41	21
	Alle	480	35	40	25
	bis 60 Jahre	240	60	35	5
	über 60 Jahre	240	10	45	45
Auen	Fichte	191	23	43	34
	Alle	48	6	63	31
Sachsen	Alle	6792	44	40	16

Anhang



Anhang 1: Messnetz des forstlichen Umweltmonitorings in Sachsen bestehend aus Level I (Wald- und Bodenzustandserhebung), Level II (Dauerbeobachtungsflächen) und Waldklimastationen



Anhang 2: Netz der 18 Waldklimastationen in Sachsen

Literatur

1. **Bache, B.W. (1980):** The acidification of soils, In: Hutchinson, T.C. and Havas, M. (Hrsg.): Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystems, 183-2002, New York.
2. **Beierkuhnlein, C.;** Riedel, R. und Audorff, V. (1999): Vergleich der wasserchemischen Eigenschaften von Waldquellen der silikatischen Mittelgebirge. In: Beierkuhnlein, C. und Gollan, T. (Hrsg.): Ökologie silikatischer Waldquellen in Mitteleuropa. Bayreuther Forum Ökologie, 71, 87-101.
3. **Dickson, W. (1975):** The acidification of Swedish Lakes. Rep. Inst. Freshwater Research, Drottningholm 54, 8-20.
4. **Durka, W. und Schulze, E.-D. (1992):** Hydrochemie von Waldquellen des Fichtelgebirges - Ein Indikator für den Stoffhaushalt von Waldökosystemen. UWSF- Z. Umweltchem. Okotox. 4: 217-226.
5. **DVWK (Deutscher Verband für Grundwasser und Wasserwirtschaft) (1997):** Erfassung der depositionsbedingten Schadstoffbelastung des Sickerwassers aus Waldstandorten - Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit. DVWK-Merkblätter zur Wasserwirtschaft 243, Bonn.
6. **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.
7. **Franz, Bianca (2004):** Bodenschutzkalkung im Forstamt Klingenthal - Entwicklung einer GIS-gestützten Dokumentation sowie Untersuchungen zu Wirkungen und Risiken, Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, 59 S.
8. **Henriksen, Arne (2001):** The rise and fall of acid rain. A subjective view of a survivor. (Powerpoint Präsentation), NIVA, Oslo.
9. **Kamjunke, N.; Koschorrek, M.; Musloff, A.; Reemtsma, T. und Tittel, J. (2016):** Belastung von Trinkwassertalsperren durch gelösten organischen Kohlenstoff - Prognose, Vorsorge, Handlungsoptionen (TALKO), unveröffentlichter Abschlussbericht, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), 277 S.
10. **LAWA (Hrsg. 1998):** Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland. Chemische Gewässergüteklassifikation. 1. Aufl. Berlin: Kulturbuchverlag (Konzepte und Strategien für oberirdische Gewässer), 69 S.
11. **Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie 2016a):** Zustand Grundwasserkörper 2015 (WRRL); https://www.smul.sachsen.de/lfulg/download/DuF_WRRL_Grundwasserkoeper_Endfassung_300316.pdf
12. **Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie 2016a):** Zustand Oberflächenwasserkörper 2015 (WRRL); https://www.smul.sachsen.de/lfulg/download/DuF_WRRL_Oberflaechenwasserkoeper_Endfassung_290316.pdf
13. **Lischeid, G. und Lehr, C. (2011):** Wissenschaftliche Studie zur Interpretation der zeitlichen Entwicklung der Bodenlösungs- und Quellchemie als Weiser mittelfristiger stofflicher Veränderungen - Nichtlineare Hauptkomponentenanalyse und Visualisierung für 8 Level-2-Stationen Sachsens, unveröffentlichter Abschlussbericht, Staatsbetrieb Sachsenforst, 71 S.
14. **Matschullat, J.; Andrae, H.; Lessmann, D.; Malessa, V.; Siewers, U. (1992):** Catchment acidification - from the top down. In: Environ. Pollut. (77), S. 143 - 150.
15. **Riedel, R. (1999):** Vergleichende Untersuchungen an Waldquellen des Westlichen Erzgebirges anhand floristischer und hydrochemischer Parameter, Diplomarbeit, Universität Bayreuth, 114 S.
16. **Striffler, T. (2015):** Vergleichende Charakterisierung der DOC-Eintrags- und Austragsdynamiken für vier Fichtenstandorte im Erzgebirge, Masterarbeit, Technische Universität Dresden, 75 S.
17. **Wright, R.F.; Dale, T.; Gjessing, E.T.; Henrey, G.R.; Hendriksen, M.; Johannesson, M. und Muniz, J.P. (1976):** Impacts of acid precipitation on freshwater ecosystems in Norway. Water, Air and Soil Pollution, Volume 6, Issue 2, 483-499.
18. **Wunderlich, S. (2008):** Zeitliche Entwicklung der Beschaffenheit von Quellwässern an den Level-II-Standorten Sachsens, Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, 83 S.

Glossar

Abiotische Schäden

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

Biotische Schäden

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

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

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

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

LöB

Kaltzeitliches, windverfrachtetes Sedimentlockergestein, welches zur Familie der Tongesteine gehört

Monitoring

Dauerhafte, systematische Überwachung von Erscheinungen und Abläufen

Nutzbare Feldkapazität

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

Pheromonfallen

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

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

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

**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:

Staatsbetrieb Sachsenforst, Titelbild: Raphael Benning

Gestaltung, Satz:

Löbnitz-Druck GmbH, Radebeul

Druck:

Löbnitz-Druck GmbH, Radebeul

Papier:

Gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier

Redaktionsschluss:

Oktober 2016

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.