



Waldzustandsbericht 2011



Vorwort



Liebe Leserin, lieber Leser,

in diesem Jahr wurde unser Nationalpark Kellerwald-Edersee als Teil des UNESCO-Weltnaturerbes „Buchenurwälder der Karpaten und Alte Buchenwälder Deutschlands“ anerkannt und in die Welterbeliste der UNESCO eingetragen. Damit stehen unsere Buchenwälder auf einer Stufe mit weltweit so bedeutenden Stätten wie dem Yellowstone Nationalpark, den Galapagos Inseln oder dem Wattenmeer. Das ist ein großer Erfolg unserer Bemühungen für den Schutz der Buchenwälder in Deutschland und speziell in Hessen, die die natürliche Vegetation unseres Landes prägen.

Hessen ist mit einem Anteil von 42% an der Landesfläche mit das walddreichste Land der Bundesrepublik und von diesen Wäldern sind etwa ein Drittel Buchenwälder. Daraus ergibt sich eine besondere Verantwortung zum Erhalt unserer Wälder mit ihren vielfältigen positiven Wirkungen auf unsere Umwelt und für unsere Gesellschaft.

Die Hessische Landesregierung hat sich daher dazu entschlossen, an der jährlichen Erfassung des Waldzustandes festzuhalten, um gravierenden Veränderungen mit negativen Auswirkungen für unsere Wälder und Umwelt rechtzeitig entgegenwirken zu können. Problematisch sind zum einen die Klimaveränderung und die von uns selbst verursachten Emissionen, zum anderen aber auch natürliche Schadfaktoren wie Insektenfraß, extreme

Trockenperioden und Sturmereignisse. Und diese können sich gegenseitig beeinflussen. Bei der Analyse der jährlichen, zum Teil erheblichen Schwankungen der Ergebnisse der Waldzustandserhebung müssen, je nach Ursache, allerdings auch längerfristige Entwicklungen beachtet werden.

Der Waldzustandsbericht erfasst insbesondere den Kronenzustand unserer Wälder. In diesem Jahr hat sich der mittlere Kronenverlichtungsgrad im hessischen Wald gegenüber dem Vorjahr um 4%-Punkte, auf aktuell 26%, verschlechtert. Ursache dafür ist die besonders starke Fruchtbildung in den älteren Buchenbeständen. Der Anteil fruktifizierender Buchen in der Altersstufe über 60 Jahre beträgt in diesem Jahr 97%. Dies steht im Zusammenhang mit einer Häufung warmer Jahre wie auch einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. Bei den anderen Baumarten ist die Entwicklung der Kronenverlichtung uneinheitlich. Der Verlichtungsgrad hat sich bei den älteren Eichen etwas verbessert, bei den Fichten etwas verschlechtert und ist bei den älteren Kiefern nahezu unverändert geblieben.

Nach wie vor kritisch ist der Waldzustand in der Rhein-Main-Ebene. Hier im Süden unseres Landes zeigen sich auf größerer Fläche die Auswirkungen der gebündelten natürlichen und von uns Menschen verursachten Einflüsse besonders deutlich.

Wie sind diese Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2011 einzuordnen und welche Konsequenzen ergeben sich?

Wir werden, auch im Hinblick auf die angeführte Verpflichtung zum Erhalt unserer Buchenwälder, grundsätzlich an einer nachhaltigen und naturgemäßen Waldbewirtschaftung unter Beachtung der Kriterien Stabilität, Vielfalt und Anpassungsfähigkeit festhalten. Die natürlichen ökologischen Gegebenheiten gilt es dabei ebenso zu berücksichtigen wie ökonomische Aspekte.

Die starke Fruchtbildung in den älteren Buchenbeständen zum Beispiel werden wir nutzen, um die Bestände fortgesetzt natürlich zu verjüngen. Die Ausnutzung der natürlichen biologischen Prozesse ermöglicht es uns seit langem an den Standort angepasste Waldbestände zu erhalten und außerdem teure Pflanzkosten einzusparen.

Ökologische Ziele, wie Maßnahmen zur Sicherung der naturnahen Arten- und Biotopvielfalt und natürlicher Prozessabläufe, werden dabei selbstverständlich berücksichtigt. Zum Beispiel bleiben ausgewählte Kernflächen mit alten Bestandteilen zur besonderen Förderung seltener oder gefährdeter Arten ohne Holznutzung erhalten.

Die Erhaltung und Sanierung der Wälder im Rhein-Main-Gebiet sind der Landesregierung schon lange ein besonderes Anliegen und werden auch weiter eine Daueraufgabe bleiben. Neue Impulse und konkrete Vorschläge wird dabei das nach dreijähriger Laufzeit in Kürze abgeschlossene Projekt „Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried“ liefern.

Bäume wachsen nicht von heute auf morgen. Wir müssen zur Stabilisierung und zum Erhalt unserer Wälder längerfristige Perioden einplanen und weiter konsequent daran arbeiten. Die Umweltveränderungen durch die globale Erwärmung und die Belastungen unserer Atmosphäre mit Schadstoffen lassen uns keine andere Wahl.

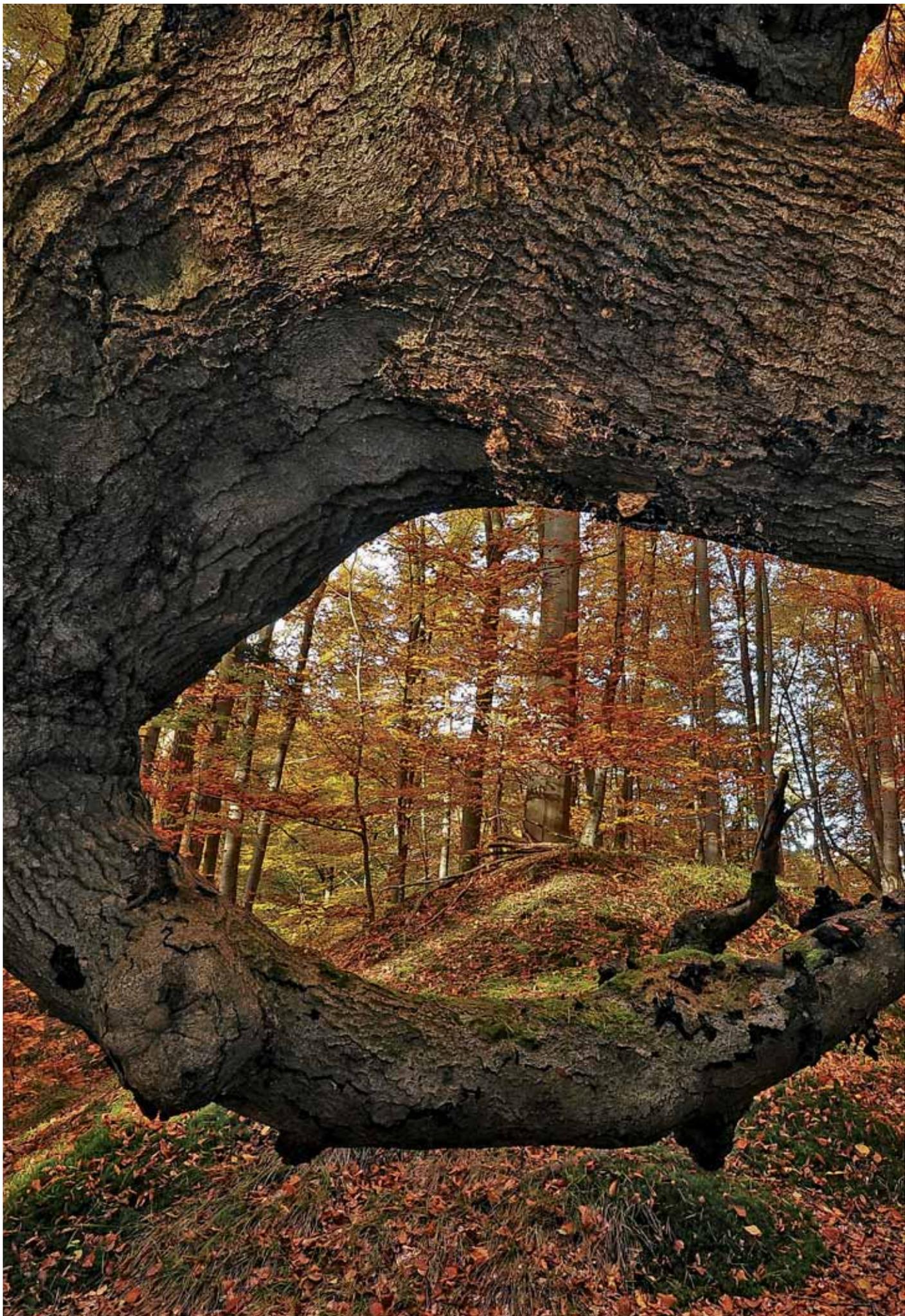
Das erfordert das Engagement aller Bürgerinnen und Bürger, zum Beispiel beim Energiesparen im Verkehr, im Haushalt und bei der Heizung unserer Wohnungen und Häuser. Auf diese Weise helfen alle mit, unsere Wälder und unsere Umwelt in Hessen zu erhalten.

Mit freundlichen Grüßen
Ihre

Lucia Puttrich

Hessische Ministerin für Umwelt, Energie,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Wiesbaden, im November 2011



Hauptergebnisse

Der Kronenzustand des hessischen Waldes hat sich in 2011 mit einer mittleren Kronenverlichtung von 26 % im Vergleich zum Vorjahr um 4 %-Punkte verschlechtert.

Stark beeinflusst ist dieses Gesamtergebnis durch den deutlich ungünstigeren Kronenzustand der älteren Buche.

Der Wert bei den älteren Bäumen hat sich von 27 % (2010) auf 32 % erhöht. Die Kronenverlichtung der jüngeren Bäume ist von 10 % (2010) auf 12 % angestiegen.

Für die Gesamtentwicklung seit 1984 zeigt sich folgendes Bild: Nach einer Phase des Anstiegs der Kronenverlichtung im Zeitraum 1984 - 1992 folgte eine relativ stabile Phase von 1993 - 1999. Nach 1999 sind stärkere Schwankungen der mittleren Kronenverlichtung festzustellen. Nach dem Trockenjahr 2003 zeigte sich in den Folgejahren bis 2007 eine Erhöhung der Kronenverlichtung. Der Anstieg der Laub- und Nadelverluste ging in dieser Zeit mit erhöhten jährlichen Absterberaten der Baumarten einher. Von 2008 bis 2010 erreichte die mittlere Kronenverlichtung als wichtiger Vitalitätsweiser wieder das Niveau des Jahres 2003. Mit dem Anstieg auf eine mittlere Kronenverlichtung von 26 % wird wieder das erhöhte Niveau der Jahre 2004 bis 2007 erreicht.

Die Baumarten im Einzelnen

Bei der älteren Buche zeigt sich im Vergleich zum Vorjahr eine erhebliche Verschlechterung des Belaubungszustandes. Die mittlere Kronenverlichtung hat sich von 28 % im Jahr 2010 auf aktuell 38 % erhöht. Diese Entwicklung steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Fruchtbildung der Buche. Der Anteil fruktifizierender Buchen in der Altersstufe über 60 Jahre beträgt 2011 97 %. 2011 zählt somit wie auch 2004 und 2009 zu den Jahren mit der stärksten Fruktifikation der Buche im gesamten Beobachtungszeitraum. Rechnerisch ergibt sich von 1988 bis 2011 alle 2,4 Jahre eine starke Mast. Eine Literaturrecherche für den Zeitraum 1839 - 1987 belegt dagegen einen rechnerischen Abstand zwischen zwei starken Masten von 3,3 bis 7,1 Jahren.

Die Kronenverlichtung der älteren Eiche hat sich dagegen leicht verbessert (2010: 27 %; 2011: 25 %).

Die Kronenverlichtung der älteren Fichte zeigt im Vergleich zum Vorjahr eine Verschlechterung (2010: 27 %; 2011: 31 %). Bei der älteren Kiefer blieb die mittlere Kronenverlichtung nahezu unverändert: 25 % (2010) gegenüber 26 % (2011).

Absterberate

Die diesjährige Absterberate (alle Bäume, alle Alter) liegt bei 0,2 %. Sie liegt damit auf einem insgesamt sehr geringen Niveau. Im Beobachtungszeitraum zeigen sich erhöhte Absterberaten jeweils nach Sturmwürfen, wie die Jahre 1990 bis 1995 belegen, sowie nach Trockenjahren, wie das Jahr 2003 und die nachfolgenden beiden Jahre zeigen.

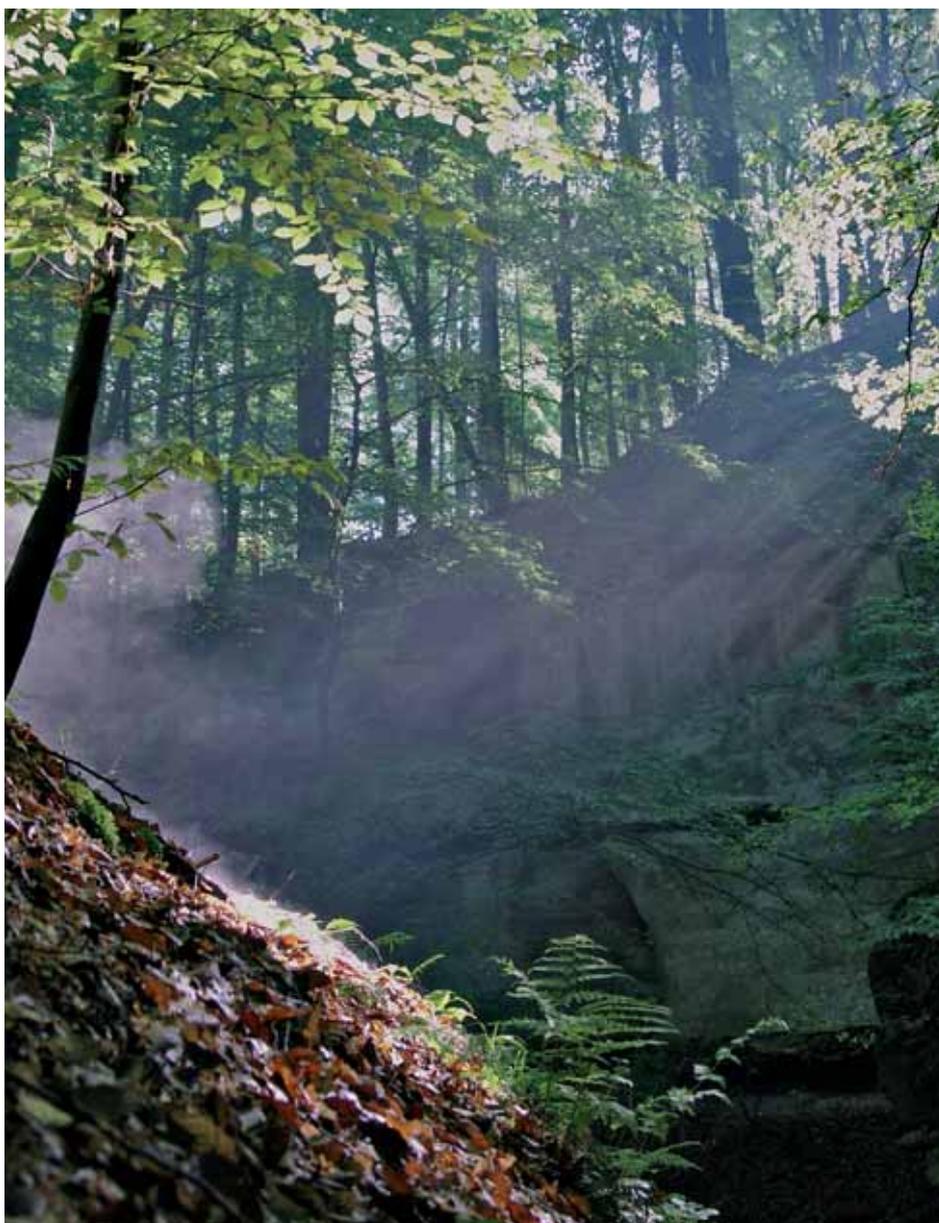
Rhein-Main-Ebene

Die nach wie vor ungünstige Situation des Waldzustandes in der Rhein-Main-Ebene zeigt sich insbesondere bei der älteren Eiche.

Bei nahezu gleichem Ausgangsniveau zu Beginn der Zeitreihe hat sich die Kronenverlichtung der älteren Eiche in der Region von 14 % (1984) auf 38 % (2011) erhöht, im Land Hessen dagegen von 13 % auf 25 %.

Witterung

Die Waldbestände sind in ein sehr trockenes und überdurchschnittlich warmes Frühjahr gestartet. Unerwartete Wärmeperioden im Frühjahr sind eine festzustellende Klima-anomalie der letzten 10 Jahre. Mit der warmen Frühjahrswitterung kam es zu einem frühen Austrieb der Waldbäume. Spätfröste Anfang Mai führten örtlich zu Frostschäden an Trieben und Blättern.



Hauptergebnisse

Insekten und Pilze

Auch 2011 wurde der Belaubungszustand der Eichen durch Insekten beeinflusst. Es fand nennenswerter Fraß durch den Eichenprozessionsspinner und die Eichenfraßgesellschaft, v. a. Frostspanner, örtlich verstärkt durch Wickler- und Eulenarten, statt. Der Befall durch Borkenkäfer bei der Fichte blieb 2011 insgesamt auf einem niedrigen Niveau.

Stoffeinträge

Durch Maßnahmen wie Rauchgasentschwefelung bei Großfeuerungsanlagen oder die Einführung von schwefelarmen Kraftstoffen haben die Sulfateinträge in die Wälder deutlich abgenommen. Betrag der Schwefeleintrag im Mittel der untersuchten Fichtenbestände 1984 noch 61 kg je Hektar, lag er 2010 nur noch bei 6,4 kg, in der Buche ging der Schwefeleintrag von 34 kg auf 5,2 kg je Hektar zurück. Auf Grund rückläufiger Stickoxid-Emissionen haben die Nitratreinträge sowohl im Freiland als auch mit der Kronentraufe von Fichte, Buche, Eiche und Kiefer signifikant abgenommen. Der Ammoniumeintrag ist hingegen sowohl im Freiland als auch mit der Kronentraufe durch starke jährliche Schwankungen ohne Trend gekennzeichnet.

Kohlenstoffvorräte in Waldböden

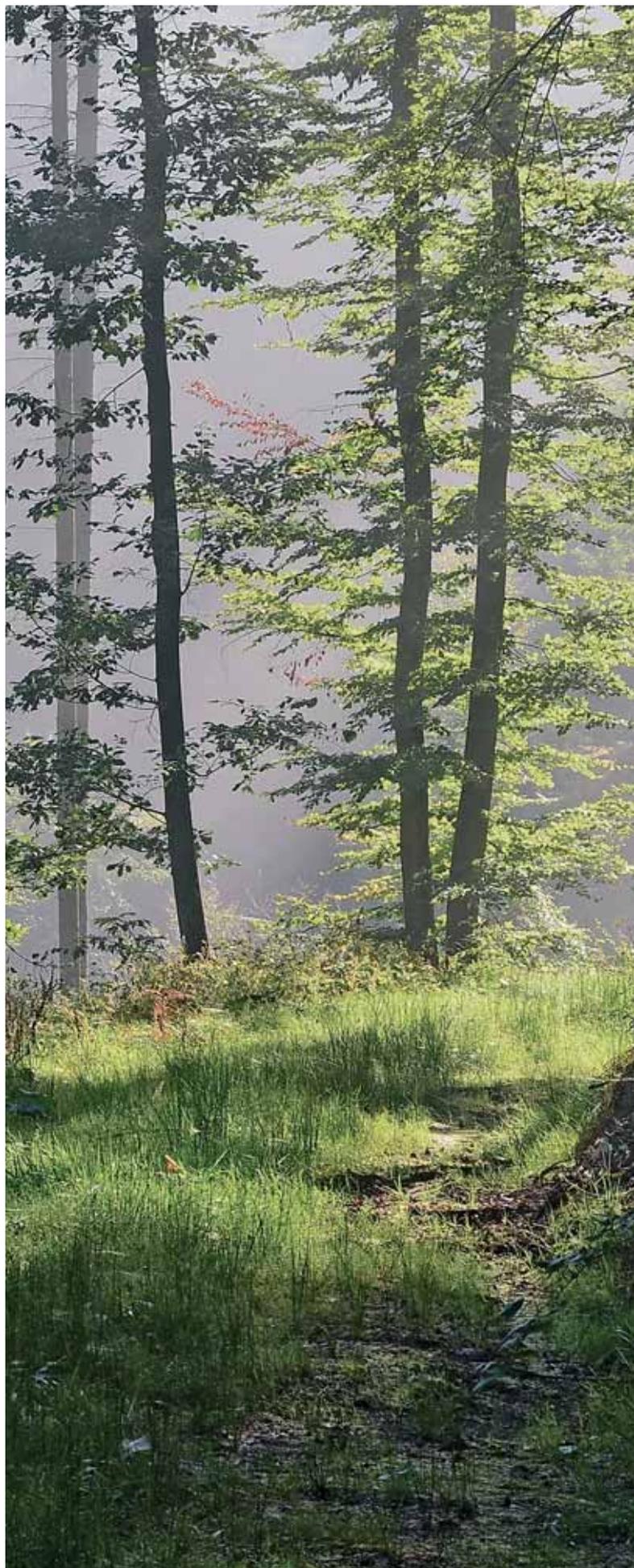
Ein wichtiges Ziel der zweiten Bodenzustandserhebung (BZE II) ist die räumliche und zeitliche Quantifizierung der Kohlenstoffvorräte im Boden.

In dem 15-jährigen Zeitraum zwischen den beiden Bodenzustandserhebungen (BZE I und BZE II) erhöhte sich der Kohlenstoffvorrat im Mineralboden um insgesamt knapp 9 t je Hektar (1992: 60 t je Hektar; 2007: ca. 69 t je Hektar), was einer jährlichen Speicherrate von 590 kg je Hektar entspricht. Der Kohlenstoffspeicher im Auflagehumus verringerte sich im gleichen Zeitraum durchschnittlich um knapp 4 t je Hektar (1992: 18 t je Hektar; 2007: 14 t je Hektar), was 260 kg je Hektar und Jahr entspricht. Damit ergibt sich eine durchschnittliche Speicherrate an Kohlenstoff in Hessens Waldböden von 330 kg je Jahr und Hektar. Bezogen auf die Waldfläche Hessens sind das jährlich knapp 300 000 t Kohlenstoff.

Waldernährung

Die Ergebnisse von Blatt- und Nadelanalysen, die im Rahmen der systematischen Bodenzustandserhebung II (BZE II) durchgeführt wurden, zeigen für die Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer überwiegend hohe und sehr hohe Stickstoffgehalte.

Für die Ca-Gehalte der Buche wird deutlich, dass auf ungekalkten Buntsandstein/Quarzit-Standorten z. T. die Mangelgrenze erreicht wird. Die Kiefer zeigt auf allen ungekalkten Standorten überwiegend geringe Mg-Gehalte, auf Buntsandstein/Quarzit liegen die Mg-Gehalte meist sogar unter der Mangelgrenze.



Forstliches Umweltmonitoring

Die Erhebung des Waldzustands hat zur Aufgabe, Informationen insbesondere zu Gesundheit und Vitalität sowie zur Erfüllung von Schutzfunktionen der Wälder zur Verfügung zu stellen. Im Mittelpunkt steht die Wirkung von Umweltveränderungen auf den Wald. Über mehrere Jahrzehnte hat die weiträumige Nutzung fossiler Energie zu Säure im Regen geführt, bedingen fossile Energie und intensive Landwirtschaft hohe Stickstoffeinträge in Wälder und nicht zuletzt trägt menschlich emittiertes Kohlendioxid zur Veränderung des Klimas bei. Welche Ziele und Möglichkeiten hat das Waldmanagement in der Steuerung der nachhaltigen und multifunktionalen Entwicklung der Wälder? Welche Leistungen und Risiken sind von Bewirtschaftungsalternativen zu erwarten? Mit den Informationen werden Beiträge zur Entscheidungsfindung in Forstbetrieben geleistet.

Um welche Themen geht es vor allem?

- Wie wirken sich Umweltveränderungen auf den Boden aus, wie entwickelt sich die Situation des Wasserhaushalts, der Nähr- und Schadstoffe im Boden?
- Eng verbunden damit ist das Nährstoffmanagement der Wälder. Wo bestehen Engpässe in der Nährstoffverfügbarkeit? In welchem Umfang kann unter Berücksichtigung des Nährstoffhaushaltes zusätzliche Biomasse aus dem Wald genutzt werden? Wann und wo ist die Fortführung der Bodenschutzkalkung erforderlich?
- Wie reagieren Bäume auf extreme Klimaereignisse wie Stürme oder Dürre oder auch auf eine schleichende Veränderung des Wasserhaushalts? Welche Grenz- und Schwellenwerte können für die Baumarten definiert werden? Welche Risiken können auf welchen Standorten entstehen?

Neben der betrieblichen Fragestellung dienen Erhebungen des Forstlichen Umweltmonitorings den Aufgaben der Daseinsvorsorge im Wald. Diese betreffen beispielsweise die Reinhaltung der Luft, die Qualität des Wassers, die Vielfalt der Lebewesen, den Schutz des Bodens, die Klimaschützende Rolle des Waldes sowie Natur und Umwelt als Ganzes.

Zur Erarbeitung der Informationen unterhält die Abteilung Umweltkontrolle der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) in Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und seit 2011 auch in Schleswig Holstein ein Netz von Beobachtungsflächen:

- Die ältesten Flächen des Intensiven Monitorings bestehen seit Ende der 1960-er Jahre. Auf den Flächen werden Daten zu ökologisch relevanten Prozessen erhoben.
- Ergänzt werden die intensiven Untersuchungen durch ein Netz von Übersichtserhebungen, die jährlich aktuelle Ergebnisse mit Landesbezug ermöglichen.
- Für manche Fragestellungen wie etwa die Bodenschutzkalkung liegen zudem experimentelle Ansätze unter Waldbedingungen vor.

Waldzustandserhebung – Methodik und Durchführung

Die Waldzustandserhebung ist Teil des Forstlichen Umweltmonitorings in Hessen. Sie liefert als Übersichtserhebung Informationen zur Vitalität der Waldbäume unter dem Einfluss sich ändernder Umweltbedingungen.



Forstliches Umweltmonitoring

Aufnahmeumfang

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf mathematisch-statistischer Grundlage. Auf einem systematisch über Hessen verteilten Rasternetz werden seit 1984 an jedem Erhebungspunkt 32 Stichprobenbäume begutachtet.

Die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes beträgt seit 1984 8 km x 8 km, für die Rhein-Main-Ebene werden zusätzliche Erhebungen im 4 km x 4 km-Raster durchgeführt.

Dieser Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene und für das Wachstumsgebiet Rhein-Main-Ebene sowie Zeitreihen für die Baumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer.

Aufnahmeparameter

Bei der Waldzustandserhebung erfolgt eine visuelle Beurteilung des Kronenzustandes der Waldbäume, denn Bäume reagieren auf Umwelteinflüsse u. a. mit Änderungen in der Belaubungsdichte und der Verzweigungsstruktur.

Wichtigstes Merkmal ist die Kronenverlichtung der Waldbäume, deren Grad in 5 %-Stufen für jeden Stichprobenbaum erfasst wird. Die Kronenverlichtung wird unabhängig von den Ursachen bewertet, lediglich mechanische Schäden (z. B. das Abbrechen von Kronenteilen durch Wind) gehen nicht in die Berechnung der Ergebnisse der Waldzustandserhebung ein. Die Kronenverlichtung ist ein unspezifisches Merkmal, aus dem nicht unmittelbar auf die Wirkung von einzelnen Stressfaktoren geschlossen werden kann. Sie ist aber geeignet, allgemeine Belastungsfaktoren der Wälder aufzuzeigen.

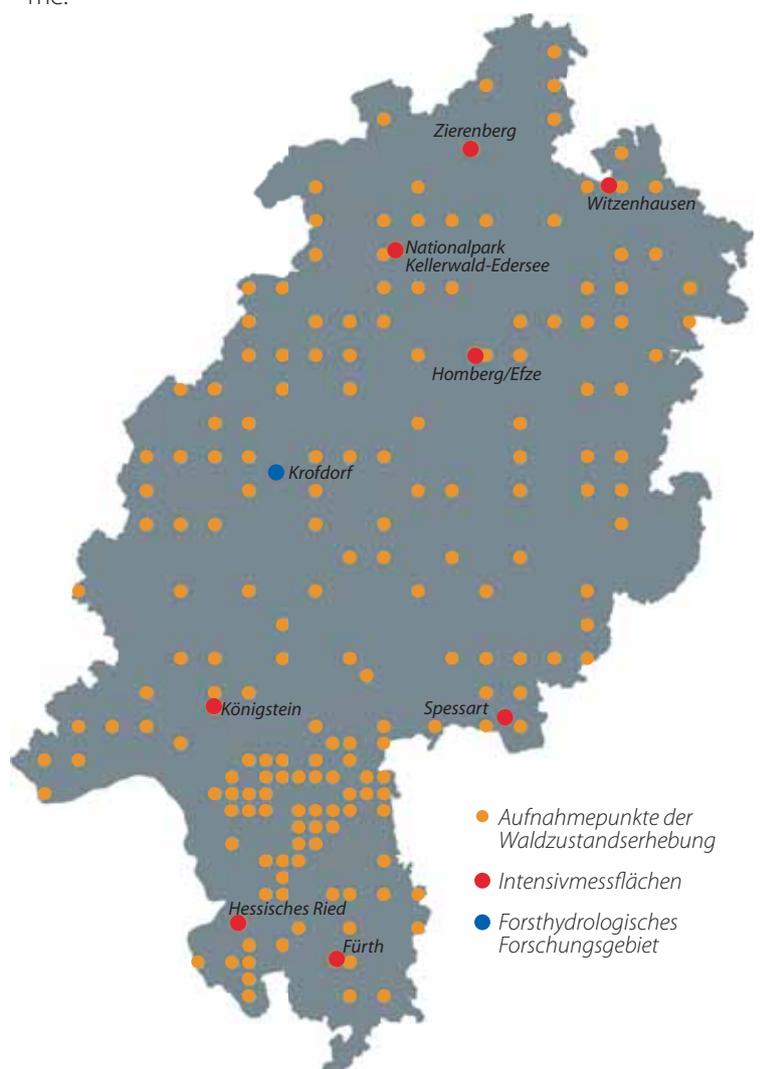
Bei der Bewertung der Ergebnisse stehen nicht die absoluten Verlichtungswerte im Vordergrund, sondern die mittel- und



langfristigen Trends der Kronenentwicklung. Zusätzlich zur Kronenverlichtung werden weitere sichtbare Merkmale an den Probestämmen wie der Vergilbungsgrad der Nadeln und Blätter, die aktuelle Fruchtbildung sowie Insekten- und Pilzbefall erfasst.

Mittlere Kronenverlichtung

Die mittlere Kronenverlichtung ist der arithmetische Mittelwert der in 5 %-Stufen erhobenen Kronenverlichtung der Einzelbäume.

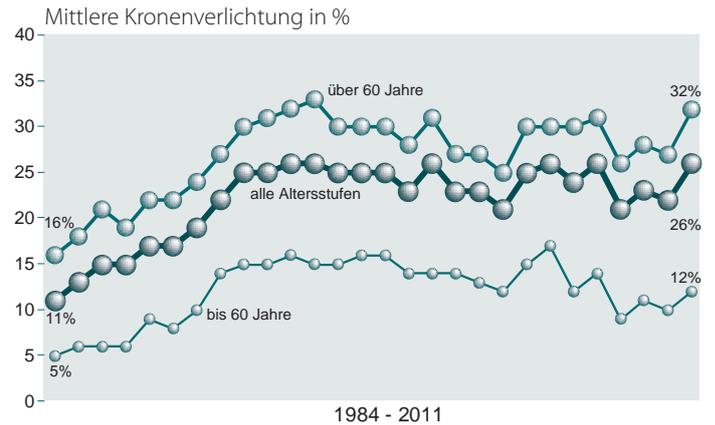


Alle Baumarten

Mittlere Kronenverlichtung

Der Kronenzustand des hessischen Waldes hat sich in 2011 mit einer mittleren Kronenverlichtung von 26 % im Vergleich zum Vorjahr um 4 %-Punkte verschlechtert.

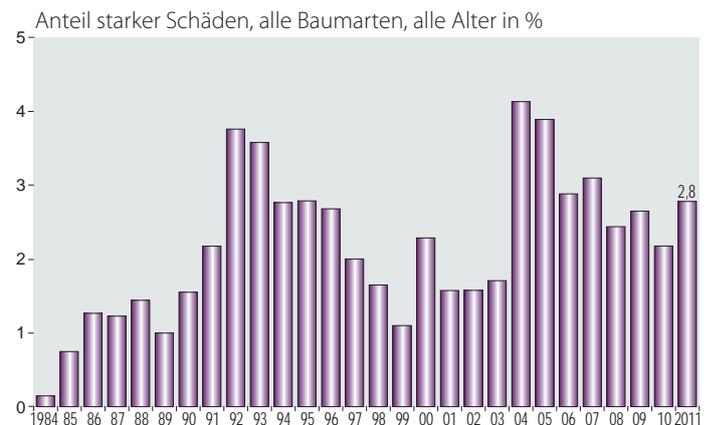
Der Wert bei den älteren Bäumen hat sich von 27 % (2010) auf 32 % erhöht. Die Kronenverlichtung der jüngeren Bäume ist von 10 % (2010) auf 12 % angestiegen.



Anteil starker Schäden

Der Mittelwert für den Anteil starker Schäden für alle Baumarten und alle Alter liegt im Zeitraum 1984-2011 mit 2 % auf einem eher geringen Niveau (2011: 3 %).

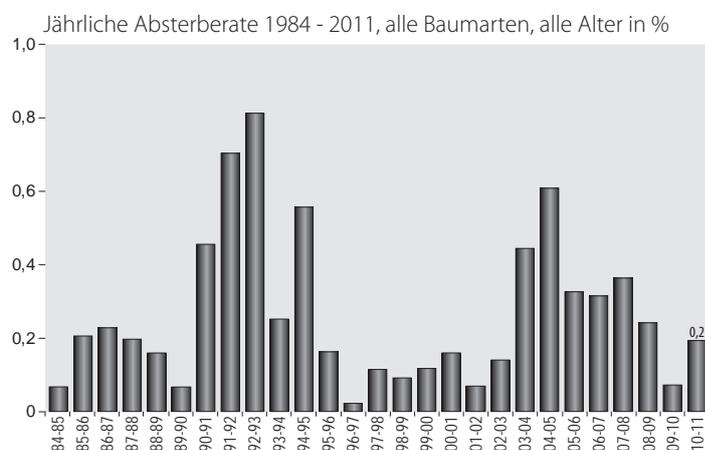
Der Anteil starker Schäden hat sich bei den älteren Bäumen von 3 % (2010) auf 4 % erhöht. Bei den jüngeren liegt der Wert wie im Vorjahr bei nur 1 %.





Absterberate

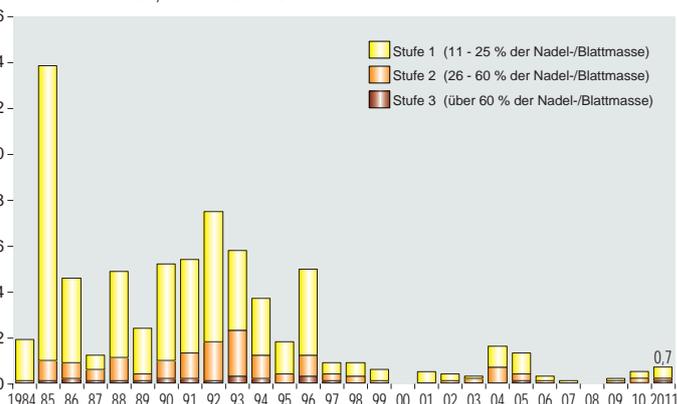
Die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) liegt 2010/2011 mit 0,2 % auf einem ähnlich geringen Niveau wie im Vorjahr (0,1 %). Im langjährigen Mittel der Jahre 1984 – 2011 ergibt sich mit 0,3 % eine sehr geringe Absterberate. Nach dem Trockenjahr 2003 waren für zwei Jahre erhöhte Werte festzustellen. Auch in Folge der gravierenden Sturmwürfe Anfang der 1990er Jahre traten für einige Jahre erhöhte Werte auf. Die jährliche Absterberate ist ein wichtiger Indikator für Vitalitätsrisiken des Waldes. Dies gilt besonders vor dem Hintergrund prognostizierter Klimaänderungen.



Vergilbungen

Vergilbungen der Nadeln und Blätter sind häufig ein Indiz für Magnesiummangel in der Nährstoffversorgung der Waldbäume. Mit Ausnahme des Jahres 1985 liegt der Anteil von Bäumen mit Vergilbungen der Blätter und Nadeln durchgehend auf einem eher geringen Niveau. Seit Mitte der 1990er Jahre gehen die Vergilbungserscheinungen nochmals deutlich zurück. Seit dieser Zeit wird dieses Merkmal nur noch vereinzelt festgestellt. Bodenschutzkalkungen haben durch das enthaltene Magnesium in Verbindung mit waldbaulichen Maßnahmen dazu beigetragen, das Auftreten dieser Mangelerscheinung zu reduzieren.

Anteil an den Vergilbungsstufen, alle Baumarten, alle Alter in %

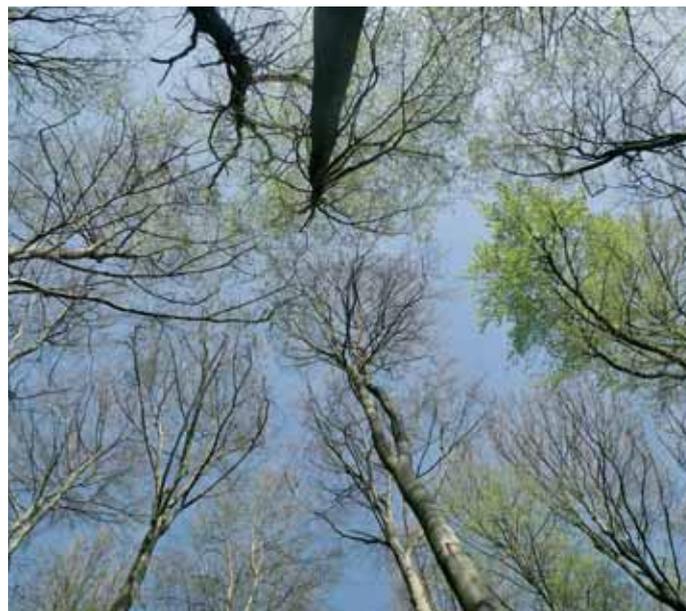
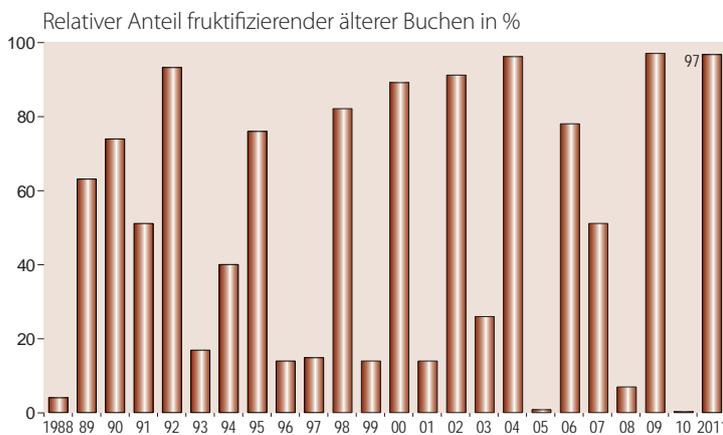
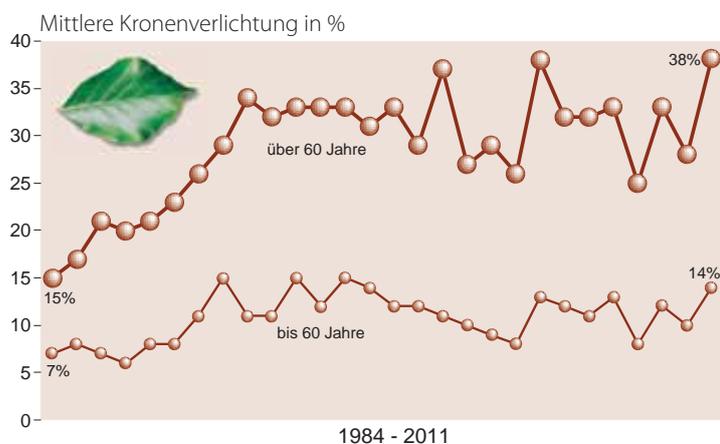


Buche

Ältere Buche

Bei der älteren Buche zeigt sich im Vergleich zum Vorjahr ein deutlich ungünstigerer Kronenzustand. Einhergehend mit dem Auftreten einer starken Fruchtbildung in 2011 (Anteil fruktifizierender Buchen im Alter über 60 Jahre: 97 %) – 2010 fruktifizierten 0,3 % der älteren Buchen – hat sich die mittlere Kronenverlichtung von 28 % (2010) auf 38 % erhöht.

Nach dem deutlichen Anstieg der Kronenverlichtung im Zeitraum 1984 – 1992, einer Stagnation auf nahezu gleich bleibendem Niveau in der Zeit 1993-1999, sind ab 2000 deutliche Schwankungen in der Ausprägung des Kronenzustandes der Buche festzustellen. Hierbei sind vor allem Fruktifikationsereignisse Ursache für eine zunehmende Variabilität (siehe hierzu S. 29 - 31).



Jüngere Buche

Bei der jüngeren Buche hat sich die mittlere Kronenverlichtung von 10 % (2010) auf 14 % erhöht.

Starke Schäden

Der Anteil starker Buchenschäden ist im Vergleich zum Vorjahr (3 %) deutlich angestiegen (2011: 5 %). Ein solch sprunghafter Anstieg zeigte sich auch nach dem Trockenjahr 2003 von 2 % auf 6 % (2004).

Absterberate

Die Buche weist im Vergleich der Hauptbaumarten seit 1984 die geringste Absterberate auf. Im Mittel liegt die Absterberate der Buche unter 0,1 %. In den letzten fünf Erhebungsjahren ist im großen Stichprobenkollektiv keine Buche abgestorben.

Austriebsschäden und Trockenäste an Buche

Das gesamte Frühjahr 2011 war von extremer Trockenheit und Wärme gekennzeichnet. Vom 1. März bis etwa Mitte Mai fielen im Zuständigkeitsgebiet der NW-FVA im Vergleich zum langjährigen Mittel (1961-1990) im Durchschnitt etwa 30 % des üblichen Niederschlags. Das aufgelaufene Niederschlagsdefizit konnte bis Mai nicht ausgeglichen werden. Diese warme Frühjahrswitterung sorgte für eine sehr frühe Austriebs- und Pflanzenentwicklung (verglichen mit einem Durchschnittsjahr: 10-14 Tage früher). Ab Anfang Mai, vereinzelt bis Juni, kam es örtlich zu stärkeren Spätfrösten mit Austriebsschädigungen (Verbraunung der Blätter) an Kulturpflanzen, aber auch bis in größere Baumhöhen. In sonnenexponierten Lagen und im Freiland trat an Altbuchen die Vitalitätsschwäche mit Kleinblättrigkeit, Kronenverlichtungen und dem „Heruntertrocknen“ der Kronen mit Totästen in der Kronenperipherie auf. Verstärkt wurden diese Symptome örtlich durch den Befall von Buchenspringrüssler (*Rhynchaenus fagi*) und Buchenblatt-Baumlaus (*Phyllaphis fagi*).

Diese Faktoren beeinflussten neben dem starken Fruchtbehang das Erscheinungsbild der Buche und führten zu dem festgestellten Anstieg der Kronenverlichtung.



Eiche

Ältere Eiche

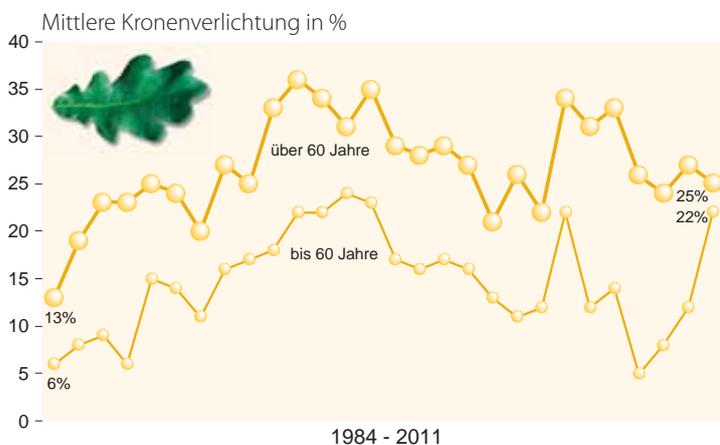
Die Kronenverlichtung der älteren Eiche hat sich um 2 %-Punkte verringert (2010: 27 %; 2011: 25 %).

Der Verlauf der Kronenverlichtung der Eiche wird stark durch das unterschiedlich ausgeprägte Vorkommen der Eichenfraßgesellschaft bestimmt.

Nach den starken Fraßschäden durch blattfressende Schmetterlingsraupen in der 2. Hälfte der 1980-er Jahre bzw. Mitte der 1990-er Jahre zeigte sich seit 2004 eine erneute Periode einer ausgeprägten Gradation der sog. Eichenfraßgesellschaft.

Im Vergleich zum Vorjahr (63 %) hat sich der Anteil der erkennbaren Fraßschäden durch blattfressende Schmetterlingsraupen deutlich verringert (2011: 23 %).

Die jährliche Dauerbeobachtung der Wälder unterstützt damit zeitnah die Erkenntnisse über Schadinsekten und Pilze in den hessischen Wäldern.



Jüngere Eiche

Der Blattverlust der jüngeren Eiche hat sich von 12 % (2010) auf 22 % erhöht. Verantwortlich für diesen Anstieg ist eine, auf wenige Flächen konzentrierte, starke Zunahme der Fraßschäden durch blattfressende Schmetterlingsraupen.

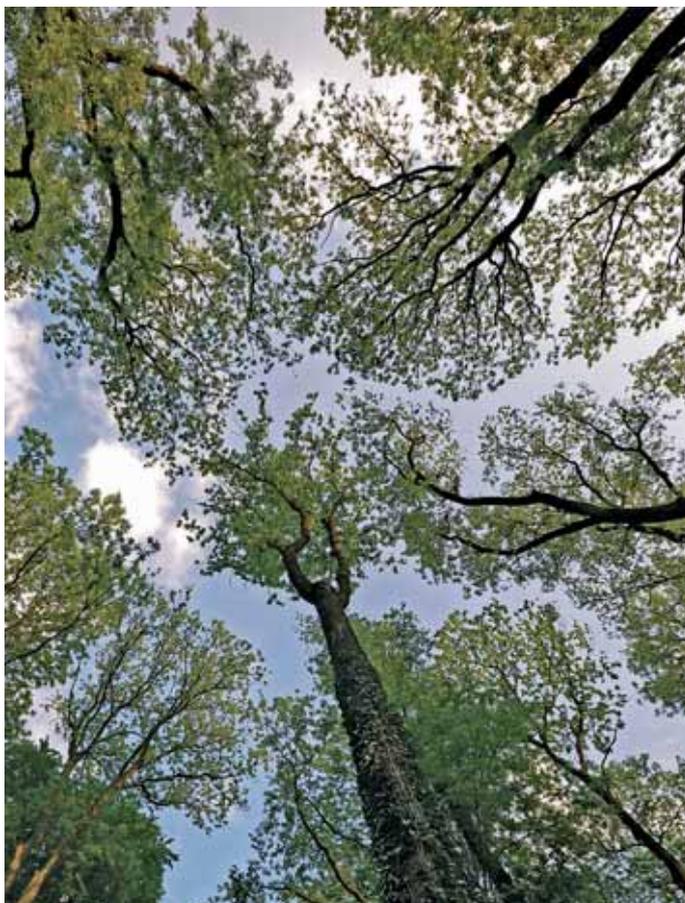
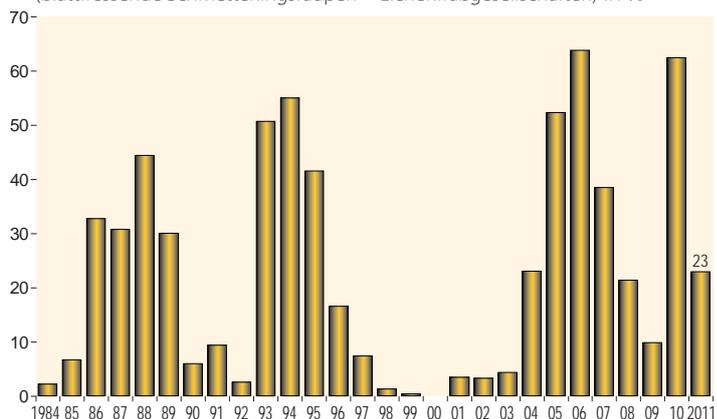
Starke Schäden

Der Anteil starker Eichenschäden (alle Alter) hat sich nur geringfügig von 2 % (2010) auf 3 % erhöht.

Absterberate

In 2011 ist keine Eiche im Aufnahmekollektiv abgestorben. Die mittlere Absterberate der Eiche liegt für den Zeitraum 1984 - 2011 bei 0,2 %.

Anteil erkennbarer Fraßschäden an älteren Eichen
(blattfressende Schmetterlingsraupen = Eichenfraßgesellschaften) in %



Fichte

Ältere Fichte

Bei der älteren Fichte hat sich die mittlere Kronenverlichtung von 27 % (2010) auf 31 % erhöht. Nach dem Trockenjahr 2003, den Auswirkungen des Sturms „Kyrill“ und Befall durch Borkenkäfer zeigte sich bis 2007 ein Anstieg der Kronenverlichtung. Infolge des Abklingens dieser Stressfaktoren hatte sich der Kronenzustand in der Zeit von 2008 bis 2010 nahezu stetig verbessert.

Die extrem geringen Niederschläge im Frühjahr 2011 haben in Teilbereichen zu erneutem Trockenstress bei der Fichte geführt, der den Anstieg der Kronenverlichtung erklärt.

Jüngere Fichte

Auch bei der jüngeren Fichte hat sich die mittlere Kronenverlichtung von 8 % (2010) auf 10 % (2011) erhöht.

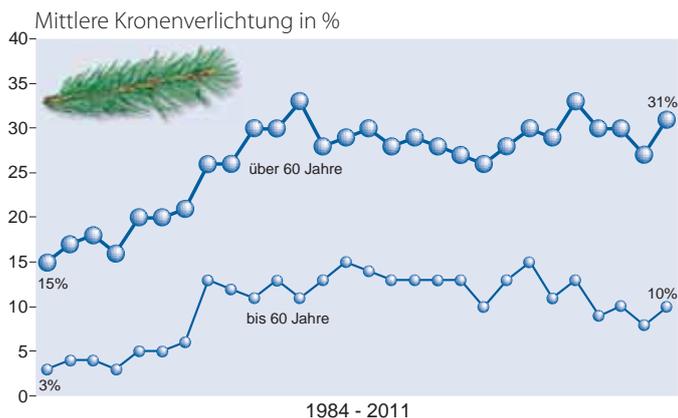
Starke Schäden

Bei der Fichte war der Anteil starker Schäden nach dem Trockenjahr 2003 von 1 % auf bis zu 4 % in 2005 angestiegen. In 2011 zeigen dagegen nur 1 % der Fichten starke Schäden.

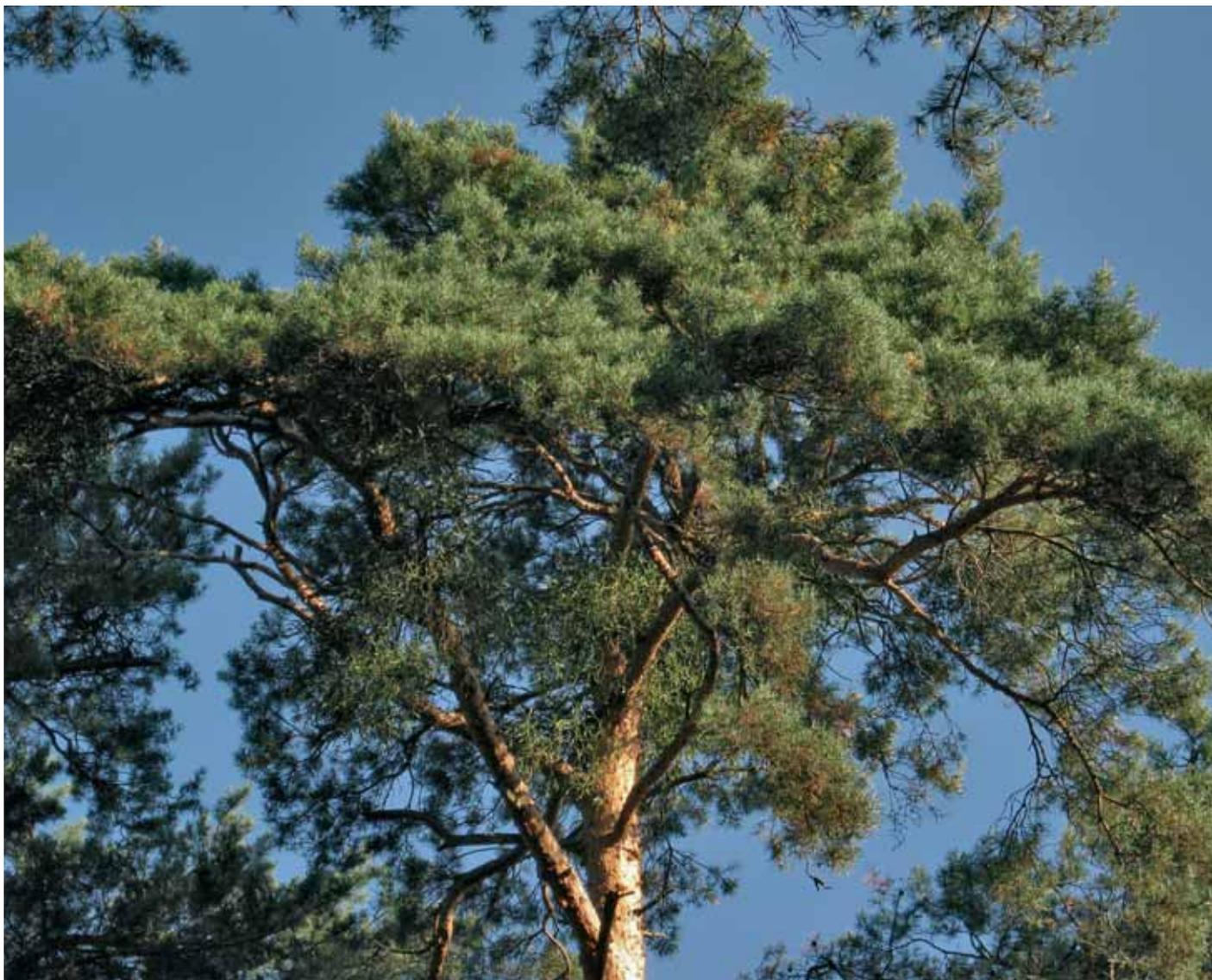
Absterberate

Die Absterberate der Fichte liegt im Mittel der Jahre 1984-2011 bei 0,3 %. Im Anschluss an die Sturmwürfe Anfang der 1990er Jahre und 2007 sowie nach dem Trockenjahr 2003 wurden für einige Jahre erhöhte Absterberaten (bis 1,8 %) ermittelt. In 2011 liegt die Absterberate bei 0 %.

Die Gesamtschau der Ergebnisse für die Fichte belegt, dass die extreme Trockenheit von Anfang März bis Mitte Mai die Vitalität der Fichten beeinträchtigt hat, aber nicht zu starken Schäden bzw. erhöhten Absterberaten führte.



Kiefer



Ältere Kiefer

Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer hat sich von 25 % (2010) auf 26 % geringfügig erhöht. Insgesamt zeigt die ältere Kiefer – im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten – während des Beobachtungszeitraums den geringsten Anstieg der Kronenverlichtung.

Jüngere Kiefer

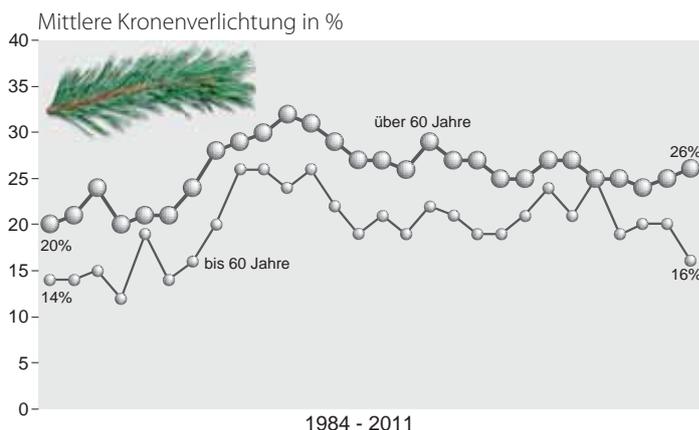
Der mittlere Kronenzustand der jüngeren Kiefer hat sich von 20 % (2010) auf 16 % verbessert.

Starke Schäden

Der Anteil starker Schäden liegt bei der Kiefer im langjährigen Mittel bei 3 %. Nach dem Trockenjahr 2003 hatte sich der Anteil von 2 % (2003) in der Folgezeit bis 2007 auf 5 % erhöht. In diesem Jahr beträgt der Anteil deutlicher Schäden nur 2 %.

Absterberate

Die Absterberate der Kiefer schwankt im Erhebungszeitraum zwischen 0 % und 1,5 %. In 2011 liegt sie bei 0,6 % und damit auf dem Niveau des langjährigen Durchschnitts (0,5 %).



Rhein-Main-Ebene

In der Rhein-Main-Ebene zeigt sich grundsätzlich ein ungünstiger Zustand der Baumkronen, auch wenn in diesem Jahr der Anstieg der mittleren Kronenverlichtung bei den über 60jährigen Bäumen weniger drastisch als im Landesdurchschnitt ausgefallen ist (geringerer Fichten- und Buchenanteil im Vergleich zum Durchschnitt des Landes Hessen). Allerdings liegt die diesjährige Absterberate mit 0,8 % viermal höher als in Gesamthessen.

Eichen zählen zu den charakteristischen Bäumen dieser Region, die an die dortigen Klimabedingungen grundsätzlich gut angepasst sind. Die Ergebnisse verdeutlichen jedoch gerade für die Eiche eine belastende Situation.

Bei nahezu gleichem Ausgangsniveau zu Beginn der Zeitreihe hat sich die Kronenverlichtung der älteren Eiche in der Region von 14 % (1984) auf 38 % (2011) erhöht, im Land Hessen dagegen von 13 % auf 25 %.



Die kritische Situation der Eiche in dieser Region zeigt sich auch am Anteil von Bäumen mit starken Kronenverlichtungen (von mehr als 60 %). Mitte der 1980er Jahre lag der Anteil dieser stark verlichteten Eichen noch zwischen 0,4 % und 3,2 %. Mitte der 1990-er Jahre zeigten bereits knapp 20 % starke Schäden. Nach einer Phase eines verbesserten Kronenzustandes in der Zeit von 1998 bis 2003 hat sich der Anteil starker Schäden in der Zeit von 2004 bis 2008 wieder nennenswert erhöht (2004: 15 %; 2005: 20 %, 2006: 17 %, 2007: 20 %, 2008 17 %). Seit 2009 hat sich der Anteil stark geschädigter alter Eichen im Vergleich zu den Vorjahren verringert. In 2009 lag der Anteil stark geschädigter älterer Eichen in der Rhein-Main-Ebene bei 13 %, in 2010 bei 11 % und in 2011 bei 9 %. Für Gesamthessen liegt der Wert für die letzten beiden Jahre dagegen bei nur 3 %.

Im Zeitraum 2002 - 2011 erhöhte sich der Anteil von Kiefern mit Mistelbefall insgesamt von 29 % auf 40 % deutlich. Zwar ist die Mistel als natürlicher Begleiter von Wäldern anzusehen, ihr gehäuftes Vorkommen kann jedoch als Hinweis auf ökologische Ungleichgewichte interpretiert werden.

Als wesentlich für die Destabilisierung der Eichenbestände in der Rhein-Main-Ebene sind Veränderungen des Wasserhaushaltes, eine seit 1988 zu warme und zu trockene Witterung, Wasserverknappung durch eine u. a. infolge von Auflichtung der Bestände induzierte Ausbreitung von Gräsern sowie Insektengradationen der so genannten Eichenfraßgemeinschaft und insbesondere des Maikäfers anzusehen. Darüber hinaus sind Schadstoffbelastungen durch eine große Dichte von Industrieanlagen und Verkehrswegen sowie viele Randeffekte durch Walderschneidungen zu berücksichtigen.

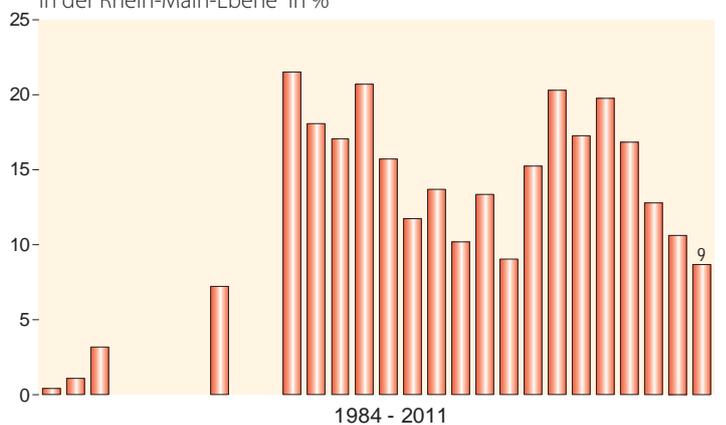
Alle Baumarten, bis 60 Jahre
Mittlere Kronenverlichtung in %



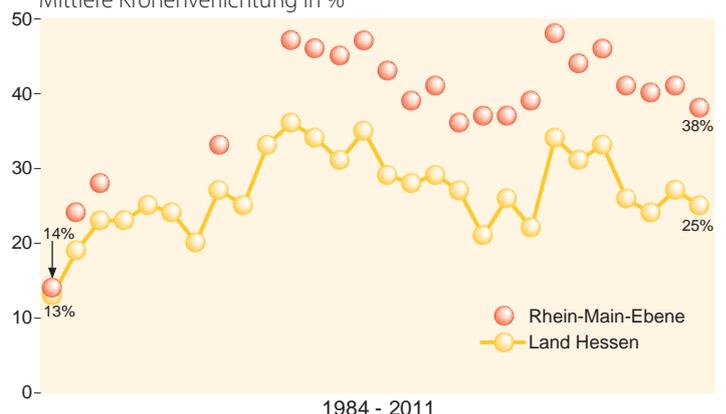
Alle Baumarten, über 60 Jahre
Mittlere Kronenverlichtung in %



Anteil der über 60-jährigen Eichen mit über 60 % Blattverlust in der Rhein-Main-Ebene in %



Eiche, über 60 Jahre
Mittlere Kronenverlichtung in %



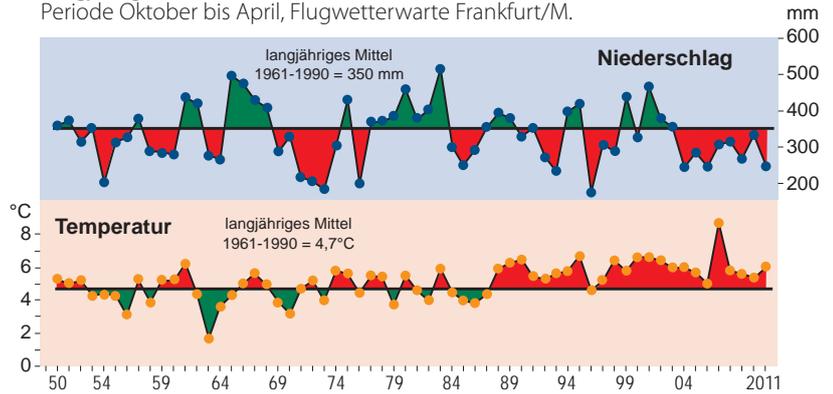
Witterung und Klima

Der Witterungsverlauf für Hessen wird anhand von Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) beschrieben. Grundlage bilden zum einen die Messergebnisse der Flugwetterwarte Frankfurt, für die hessenweit seit 1949 die längsten Temperatur- und Niederschlags-Datenreihen vorliegen, und zum anderen die seit 1984 ermittelten Durchschnittswerte von repräsentativ ausgewählten Stationen der Buchenmischwaldzone (ca. 200-500 m ü. NN), zu der etwa 80 % der hessischen Waldfläche gehören. Als Vergleichsmaß dienen Mittelwerte der Jahre 1961 bis 1990.

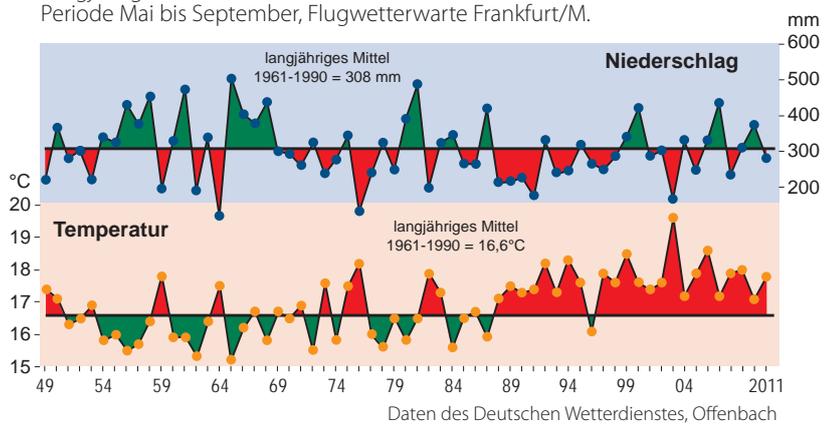
Temperatur und Niederschlag im langjährigen Verlauf

Ein Blick auf die langjährigen Messreihen der Flugwetterwarte Frankfurt wie auch auf die Mittelwerte der Buchenmischwaldzone zeigt eine deutliche Zunahme trocken-warmer Jahre seit Ende der 1980-er Jahre. Ab 1988 wurde der langjährige Temperaturdurchschnittswert fast jedes Jahr sowohl in der Vegetationszeit (Mai-September) als auch in der Nichtvegetationszeit (Oktober-April) überschritten. Eine Ausnahme bildet das Jahr 1996 mit in der Vegetationszeit wie in der Nichtvegetationszeit hessenweit leicht unterdurchschnittlichen Temperaturen. Bei den im Zeitraum 1984-2011 gemessenen Niederschlagswerten wird weder in der Vegetations- noch in der Nichtvegetationszeit eine klare Tendenz deutlich und zwischen den einzelnen Jahren bestehen – besonders in der Vegetationszeit – z. T. starke Schwankungen.

Langjährige Klimawerte
Periode Oktober bis April, Flugwetterwarte Frankfurt/M.

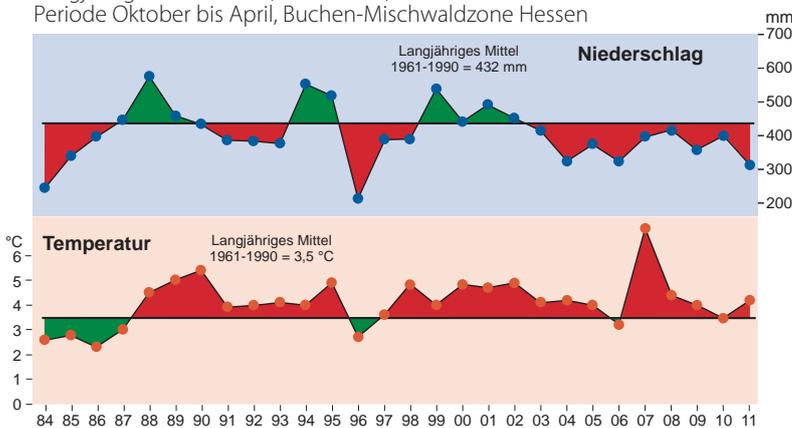


Langjährige Klimawerte
Periode Mai bis September, Flugwetterwarte Frankfurt/M.

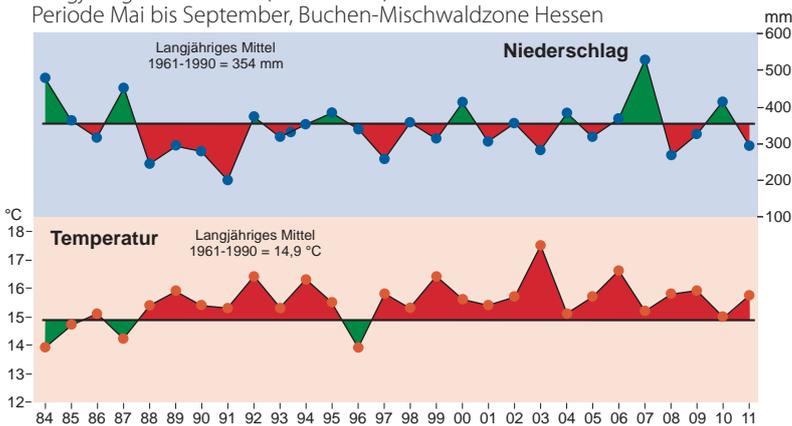


Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach

Langjährige Klimawerte (1984 - 2011)
Periode Oktober bis April, Buchen-Mischwaldzone Hessen



Langjährige Klimawerte (1984 - 2011)
Periode Mai bis September, Buchen-Mischwaldzone Hessen

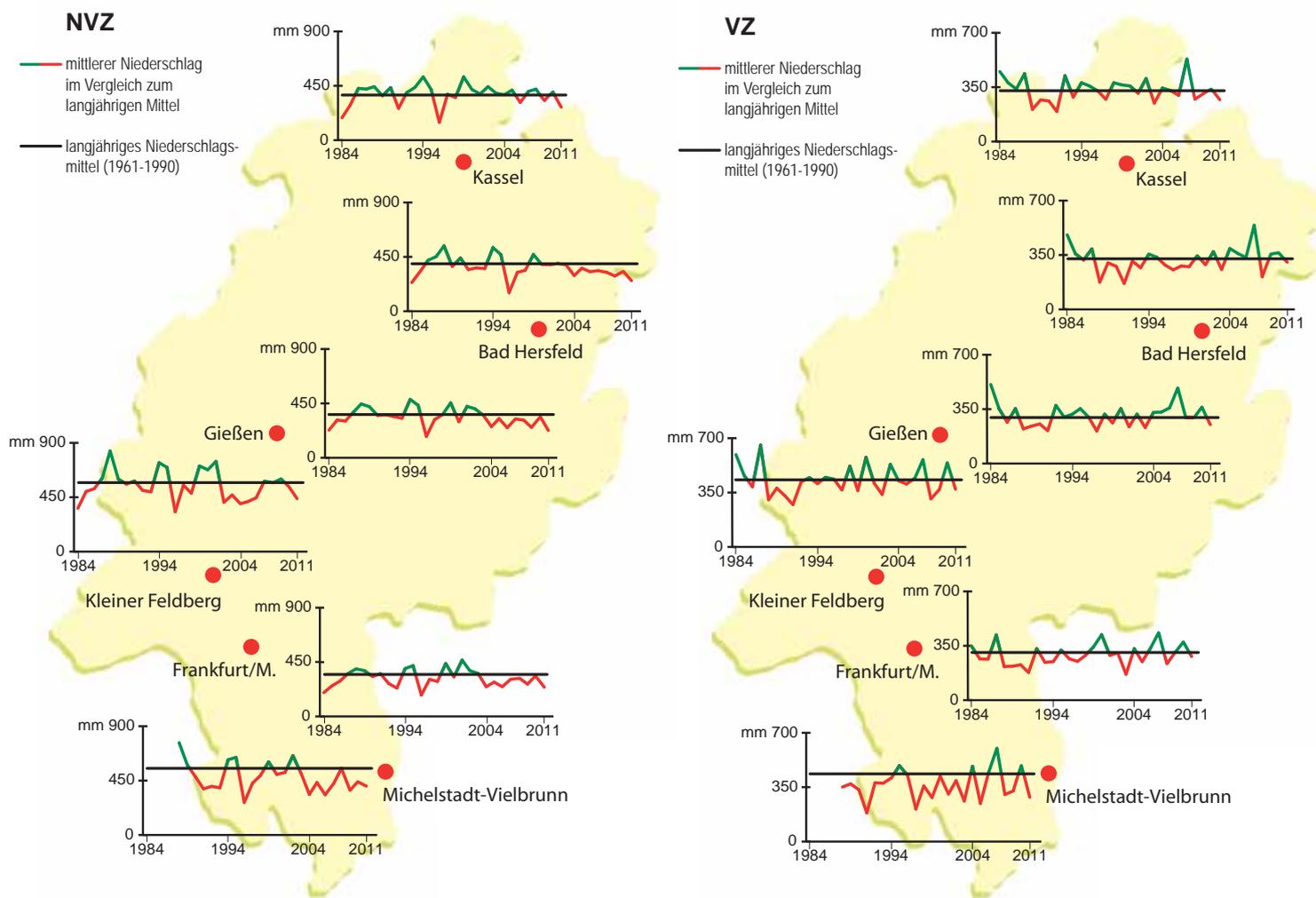


Daten des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach



Witterung und Klima

Niederschlagsentwicklung in der Nichtvegetationszeit (NVZ) und in der Vegetationszeit (VZ)



Witterungsverlauf von Oktober 2010 bis September 2011

In der Nichtvegetationszeit 2010/2011 wurde das langjährige Mittel der Temperatur überschritten (+0,7°C). Besonders kalt war es im Dezember (-4,2°C). Die Monate Januar bis April waren überdurchschnittlich warm, besonders warm war es im April (+4,6°C).

Die Niederschlagsmengen in der Nichtvegetationszeit erreichten insgesamt nur 60 % des langjährigen Mittelwertes der Jahre 1961-1990. Besonders trocken war es im März und April. In diesen zwei Monaten fielen nur 20 % bzw. 36 % der durchschnittlichen Niederschläge.

In der Vegetationszeit (Mai bis September) lagen die Niederschläge bei 80 % des langjährigen Mittels. Im Mai fielen nur 28 % der durchschnittlichen Niederschläge, Juni und August waren mit 111 % bzw. 133 % niederschlagsreicher.

In der Vegetationszeit war es um 0,8 °C wärmer als im Durchschnitt. Nach 6 Monaten mit Temperaturen über dem langjährigen Mittel war der Juli der erste Monat des Jahres, in dem es kälter war (-1,4°C) als in der Referenzperiode. Im August und September war es dann wieder überdurchschnittlich warm.

Wie schon in den vorangegangenen Jahren waren auch in der Periode Oktober 2010 bis September 2011 einige Extreme im



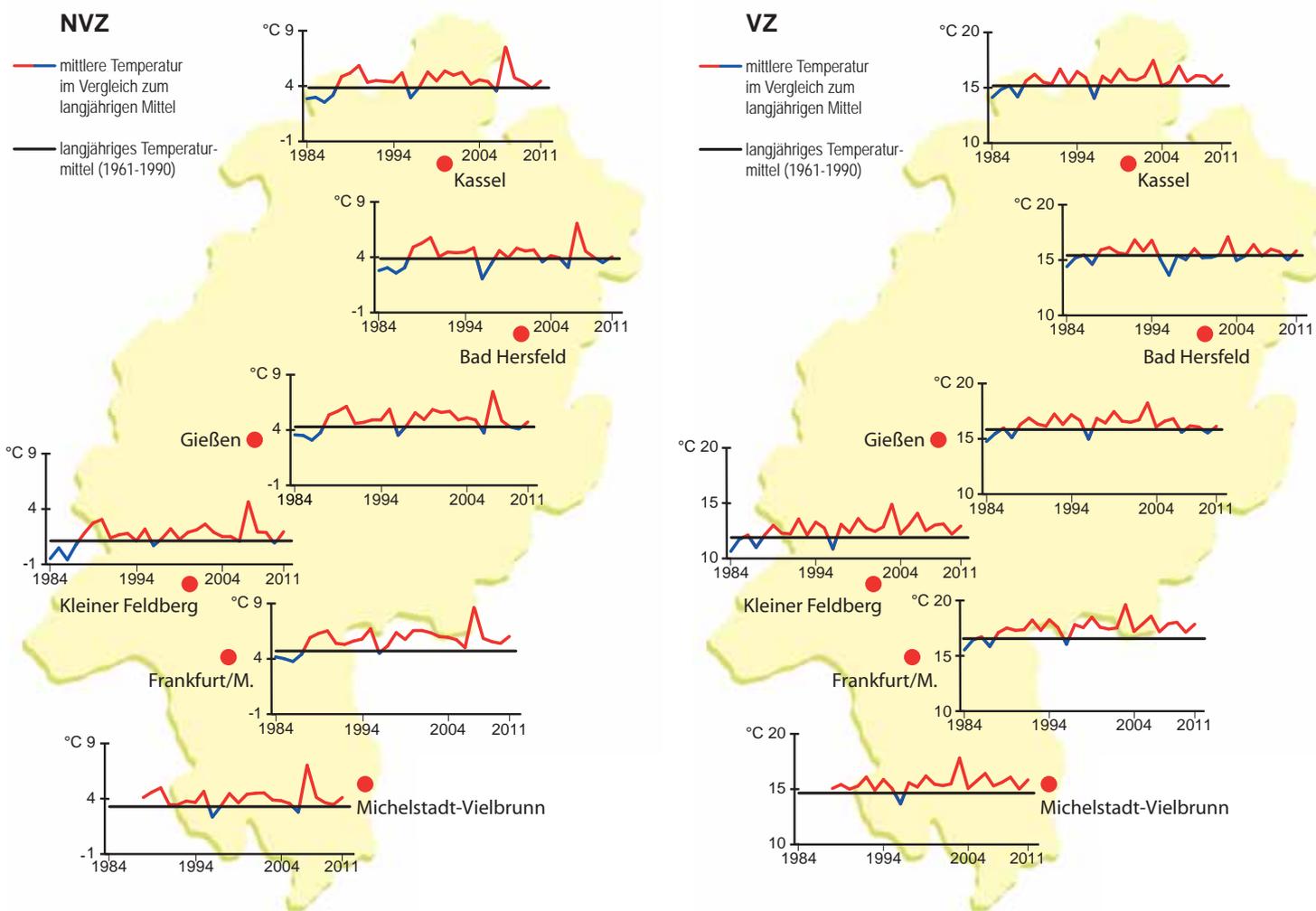
Witterung und Klima

Witterungsverlauf zu beobachten: Der Dezember 2010 war sehr kalt und schneereich. In Deutschland war es der kälteste Dezember seit 1969 und an einigen Messstationen wurden Rekordschneehöhen gemessen. In der ersten Jahreshälfte 2011 war es dann überdurchschnittlich warm und trocken. Der April 2011 war nach dem April 2009 der zweitwärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.

Die Waldbestände sind in ein sehr trockenes und überdurchschnittlich warmes Frühjahr gestartet. Unerwartete Wärmeperioden im Frühjahr sind eine festzustellende Klimaanomalie der letzten 10 Jahre. Mit der warmen Frühjahrswitterung kam es zu einem frühen Austrieb der Waldbäume. Spätfroste Anfang Mai führten örtlich zu Frostschäden an Trieben und Blättern.



Temperaturentwicklung in der Nichtvegetationszeit (NVZ) und in der Vegetationszeit (VZ)



Insekten und Pilze

Die Bewertung der Vitalität von Bäumen und Waldbeständen in Hessen setzt die Kenntnis der Verbreitung von Pilzen und Insekten voraus. Das Verfahren der Waldzustandserhebung ermittelt diese im Zuge der sommerlichen Aufnahmen. Ein umfassendes Bild liefern weitergehende Untersuchungen, die von der Abteilung Waldschutz der NW-FVA geleistet werden.

Maikäfer in der Rhein-Main-Ebene

Die Maikäferpopulationen in der Rhein-Main-Ebene sind nach jahrzehntelangem Anstieg der Massenvermehrungen in mehreren Gebieten extrem hoch. Für den Bereich Hanau-Wolfgang steht für 2012 das nächste Hauptflugjahr der Wald-Maikäfer an.

Derzeit verursacht hier das am stärksten fressende dritte Engerlingsstadium Wurzelschäden an der Waldvegetation. Diese Schäden konnten insbesondere an Buchen-(Natur)verjüngungen und an Stangenhölzern beobachtet werden.

Borkenkäfer

Der Befall durch Borkenkäfer blieb 2011 insgesamt auf einem niedrigen Niveau. Nur in wenigen Teilbereichen zeigte sich ein vermehrtes Vorkommen von Buchdrucker und Lärchenborkenkäfer.

Durch ein extrem warmes und trockenes Frühjahr legten die rinden- wie die holzbrütenden Käfer ihre Brutn frühzeitig, zu meist etwa 10 - 14 Tage vor dem üblichen Schwärmbeginn an, doch gingen bis Anfang September nur wenige Meldungen über Befall von liegendem oder stehendem Holz ein.



Eichenschäden

Auch 2011 machten den Eichen verschiedene Schadereignisse in Teilbereichen Hessens zu schaffen. Es fand nennenswerter Fraß durch den Eichenprozessionsspinner und die Eichenfraßgesellschaft, v. a. Frostspanner, örtlich verstärkt durch Wickler- und Eulenarten, statt. In den Bereichen der Forstämter Nidda und Groß-Gerau ist auch der Schwammspinner, allerdings auf geringer Fläche, mit starkem Blattfraß in Erscheinung getreten.



Insekten und Pilze



Eschentriebsterben

Die sich seit den 1990-er Jahren in weiten Teilen Europas verbreitende Erkrankung „Eschentriebsterben“ hat sich im gesamten Zuständigkeitsgebiet der NW-FVA mittlerweile etabliert. In Hessen nimmt der Befall stark zu und ist auch auf ältere Bestände übergegangen. Bisher ist in ganz Deutschland keine Abschwächung des Krankheitsgeschehens zu verzeichnen.

Die Entstehung dieser Erkrankung kann durch Artbildungsprozesse innerhalb der bisher als rein saprobiontisch bekannten, heimischen Schlauchpilzart *Hymenoscyphus albidus* (Weißes Stengelbecherchen) erklärt werden. Aus dieser, bisher als harmlos und ausschließlich auf vorjährigen Eschen-Blattstielen wachsende Stengelbecherlingsart, hat sich eine neue, Eschenpathogene Schwesterart entwickelt, die das Eschentriebsterben hervorruft. Letztere wurde 2011 als *Hymenoscyphus pseudoalbidus* neu beschrieben. Morphologisch sind beide Arten bis auf geringe Unterschiede in der Sporengröße nicht deutlich voneinander zu trennen. Eschen aller Altersklassen und auf allen Standorten sind durch die windverbreiteten Erreger-Sporen gefährdet.

In befallenen Jungwüchsen kommt es zur Verbuschung und Bildung starker Rindennekrosen, stark geschädigte Bäume bleiben im Wuchs zurück und sterben ab. Ein hoher Infektionsdruck und vielfache Infektionen im Kronenbereich mit einhergehender Kronenverlichtung und nachfolgenden Sekundärschädlingen (Rindenbrüter, Holzfäulepilze) führen zum Absterben von Altbäumen.

Diplodia-Triebsterben der Kiefer

In Kiefernbeständen Sachsen-Anhalts, Niedersachsens und Hessens tritt seit einigen Jahren das Diplodia-Triebsterben verstärkt auf. Diese Erkrankung wurde auch bereits an anderen Nadelbäumen nachgewiesen. Auffällig ist örtlich der Befall am frischen und dann braun verfärbten Austrieb von jungen Pflanzen. Die Erkrankung wird durch den wärmeliebenden Schlauchpilz *Sphaeropsis sapinea* hervorgerufen. Dieser heimische Pilz ist weltweit verbreitet und verursacht vornehmlich in wärmeren oder tropischen bis subtropischen Regionen ein Triebsterben, Wipfeldürre und Rindenschäden hauptsächlich an Kiefernarten. Wahrscheinlich tragen Klimaveränderungen, Witterungsstress und milde Wintertemperaturen auch zur Krankheitsentstehung und zum Krankheitsausbruch bei.



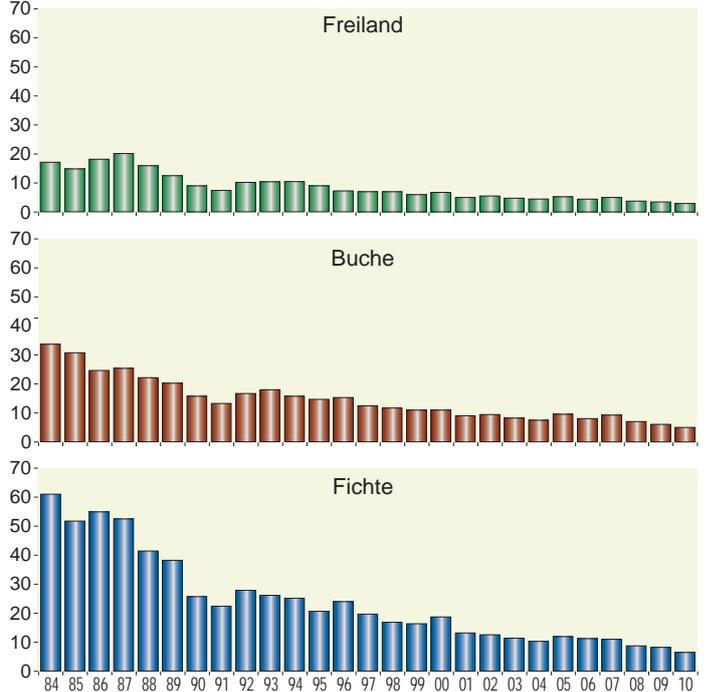
Stoffeinträge

Wälder filtern mit ihren großen Kronenoberflächen effektiv gas- und partikelförmige Stoffe aus der Luft. Auf Grund dieses Filtereffektes sind Wälder stärker als alle anderen Landnutzungsformen durch anthropogen verursachte Stoffeinträge von Sulfatschwefel und Stickstoff (Nitrat und Ammonium) belastet. Um die Wirkungen dieser erhöhten Stoffeinträge sowie die damit verbundenen Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme zu untersuchen, werden in Hessen die Stoffeinträge seit 1984 auf Intensivmessflächen der Hauptbaumarten Fichte, Buche, Eiche und Kiefer erfasst.

Durch Maßnahmen wie Rauchgasentschwefelung bei Großfeuerungsanlagen oder die Einführung von schwefelarmen Kraftstoffen ging die Schwefeldioxidkonzentration der Luft hessenweit auf maximal $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel 2010 zurück. Hierdurch nahmen die Sulfateinträge in die Wälder deutlich ab. Betrug der Schwefeleintrag im Mittel der untersuchten Fichtenbestände 1984 noch 61 kg je Hektar, lag er 2010 nur noch bei 6,4 kg, in der Buche ging der Schwefeleintrag von 34 kg auf 5,2 kg je Hektar zurück. Unter der Annahme, dass ohne Maßnahmen zur Luftreinhaltung die Schwefeleinträge fortgesetzt auf dem Niveau der 1980er (Mittel der Jahre 1984-88) geblieben wären, wurde durch Umsetzung dieser Maßnahmen seit 1989 in Fichtenwäldern zwischen 586 kg (Spessart) und 900 kg je Hektar (Witzenhausen) weniger Schwefel eingetragen, in Buchenwäldern summiert sich der Mindereintrag auf 273 kg (Spessart) und 345 kg je Hektar (Fürth).

Stickstoff ist der Pflanzennährstoff, der das Wachstum unter natürlichen Umständen am stärksten limitiert, da der Stickstoffgehalt der Ausgangsgesteine der Böden sehr gering ist. Durch

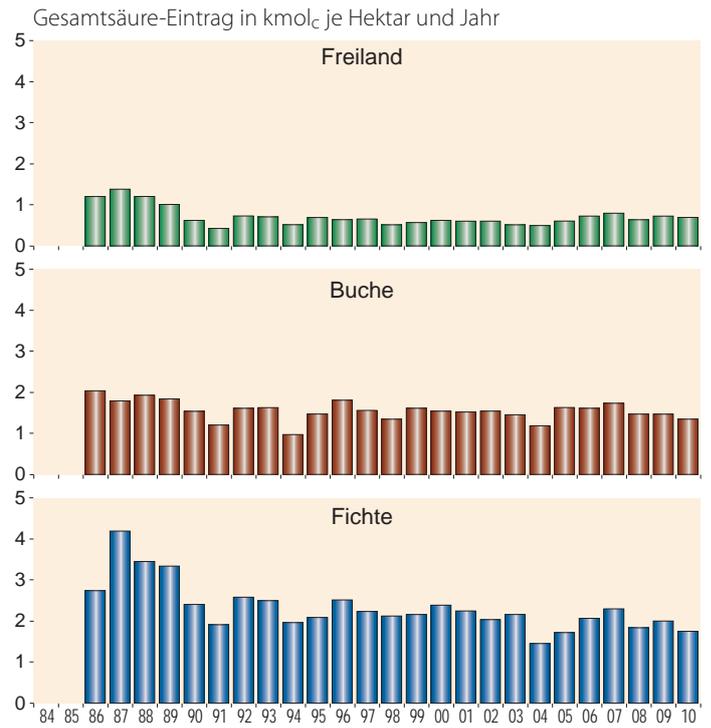
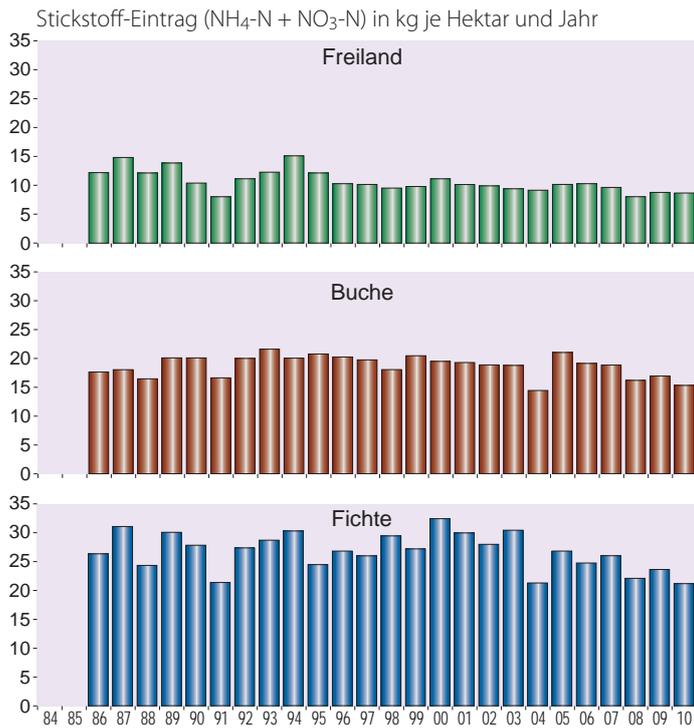
Schwefel-Eintrag ($\text{SO}_4\text{-S}$) in kg je Hektar und Jahr



anthropogene Stoffeinträge sowohl in gasförmiger als auch in gelöster Form mit dem Niederschlag ist Stickstoff jedoch im Wald zu einem Überflussfaktor geworden. Dies hat gravierende Konsequenzen für den Wald selbst sowie angrenzende Ökosysteme wie Fließgewässer und Grundwasser. Zu nennen sind z. B. eine Verschiebung des Artengefüges der Wälder, veränderte Spross-Wurzel-Verhältnisse der Bäume mit einem



Stoffeinträge



erhöhten Windwurfisiko, Nährstoffungleichgewichte in den Pflanzen und erhöhte Nitratausträge mit dem Sickerwasser, die mit Austrag von Nährstoffen wie Calcium und Magnesium aus den ohnehin eher nährstoffarmen Waldböden verbunden sind.

Auf Grund rückläufiger Stickoxid-Emissionen haben die Nitratreinträge sowohl im Freiland (6 von 9 Flächen) als auch mit der Kronentraufe von Fichte (4 von 4 Flächen), Buche (5 von 8 Flächen), Eiche und Kiefer (je eine Fläche) signifikant abgenommen. Der Ammoniumeintrag ist hingegen sowohl im Freiland als auch mit der Kronentraufe durch starke jährliche Schwankungen ohne Trend gekennzeichnet. Eine Ausnahme ist das hessische Ried, wo die Ammoniumeinträge sowohl im Freiland als auch mit der Kronentraufe unter Buche, Eiche und Kiefer seit Messbeginn im Jahr 1998 signifikant abgenommen haben.

Im Mittel der hessischen Fichtenbestände betrug der Nitratreintrag 2010 im Freiland 4,3 kg je Hektar, mit der Kronentraufe unter Fichte 11,5 kg und unter Buche 7,5 kg. Der Ammoniumeintrag belief sich auf 9,7 kg unter Fichte, 7,9 kg unter Buche und

4,3 kg je Hektar im Freiland. Damit lag der Stickstoffeintrag 2010 in den meisten Gebieten unter dem jeweiligen langjährigen Gebietsmittel. Mit Einträgen von anorganischem Stickstoff zwischen 14 und 26 kg je Hektar unter Fichte sowie zwischen 10,2 und 19 kg unter Buche wurde dennoch mehr anorganischer Stickstoff mit dem Niederschlag in den Wald eingetragen, als im Rahmen der Nutzung dem Ökosystem wieder entzogen wird.

Der aktuelle Gesamtsäureeintrag nach Gauger (Gauger et al., 2002) berechnet sich als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der mit dem Niederschlag eingetragenen Basen Calcium, Magnesium und Kalium.

2010 betrug der Gesamtsäureeintrag im Mittel der acht Buchenflächen 1,4 kmol_c und 1,8 kmol_c je Hektar im Mittel der vier Fichtenflächen. Zwar reduzierte sich der Gesamtsäureeintrag damit weiter, übersteigt jedoch nach wie vor das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte. Eine standortsangepasste Bodenschutzkalkung zum Schutz der Waldböden und ihrer Filterfunktion ist daher nach wie vor notwendig.

Stoffbilanzen

Nährstoffbilanzen gehen der Fragestellung nach, ob dem System durch Holznutzung und Austrag mit dem Sickerwasser mehr Nährstoffe wie Calcium, Magnesium und Kalium verloren gehen, als ihm durch Einträge in Form von atmosphärischen Stoffeinträgen (Deposition) und Mineralverwitterung nachhaltig zugeführt werden. Diese Fragestellung gewinnt vor dem Hintergrund einer steigenden Holznachfrage auch nach schwächeren Holzsortimenten (zumeist zur thermischen Verwertung) eine neue Aktualität, da es sich bei den zusätzlich nachgefragten Sortimenten um die nährstoffreicheren Baumkompartimente (z. B. Feinäste) handelt, die bei der bisher üblichen Derbholznutzung im Wald verbleiben und dem Nährstoffkreislauf wieder zur Verfügung stehen. Nährstoffbilanzen sollen der Praxis eine Entscheidungshilfe geben, in wie weit eine aus ökonomischer Sicht wünschenswerte Intensivierung der Nutzung aus Sicht des Bodennährstoffhaushaltes noch vertretbar ist.

36 % aller Buchenbestände in Hessen wachsen auf Böden, die aus nährstoffarmen Sandsteinen gebildet worden sind. Deshalb wird nachfolgend exemplarisch die Ökosystembilanz eines heute 144-jährigen Buchenbestandes auf Buntsandstein für den Zeitraum 1998 – 2008 für drei verschiedene Nutzungsszenarien – keine Nutzung, Derbholznutzung mit Rinde, Vollbaumnutzung (oberirische Biomasse ohne Laub) – beschrieben. Der Nährstoffzug für die einzelnen Elemente wurde anhand des tatsächlichen Zuwachses dieses Bestands in der Periode 1984 - 2009 sowie den im selben Zeitraum erfolgten Nutzungen ermittelt.

Für die Bilanzen (Eintrag – Sickerwasser- und Austrag) der Nährstoffe Calcium, Magnesium, Kalium und Stickstoff zeigt sich in den untersuchten Jahren eine positive Tendenz. Sie ist bei Calcium, Magnesium und Kalium durch rückläufige Austräge mit dem Sickerwasser begründet, weil durch gesunkene

Sulfatausträge nicht mehr so viele Basen aus dem Wurzelraum ausgewaschen werden. Da jedoch kein signifikanter Trend vorliegt, wird für die Nährstoffbilanz der einzelnen Elemente jeweils der Mittelwert mit dem halben Konfidenzintervall angegeben (siehe Tabelle). Der untersuchte Buchenbestand, der auf einer mäßig podsoligen Braunerde mit schwach mesotropher Nährstoffversorgung stockt, weist für den untersuchten Zeitraum bereits bei normaler Nutzung (konventioneller Derbholznutzung) mit $-10,2 (\pm 1,6)$ kg Calcium je Hektar und Jahr sowie $-1,45 (\pm 0,5)$ kg Magnesium deutlich negative Bilanzen für diese beiden Nährstoffe auf.

Bei der Nutzung des gesamten Kronenholzes (Vollbaumnutzung) ergibt sich ein zusätzlicher Nährstoffverlust von weiteren $1,8$ kg Calcium je Hektar und Jahr und $0,12$ kg Magnesium. In einem nächsten Schritt soll mit Hilfe der dynamischen Modellierung der Nährstoffentzug und der Stoffein- und -austrag für die gesamte Umtriebszeit berechnet werden, um abschätzen zu können, welche Nutzungsintensität in Abhängigkeit des Standortes empfohlen werden kann, ohne die standörtliche Leistungsfähigkeit zu gefährden.

Im Gegensatz zu Calcium und Magnesium sind die Nährstoffbilanzen für Kalium aufgrund der hohen Kaliumnachlieferung durch Verwitterung sowie für Stickstoff auf Grund der hohen atmosphärischen Stoffeinträge bei allen Nutzungsszenarien positiv. Die Bilanz verdeutlicht eine andauernde Anreicherung von Stickstoff in Waldökosystemen mit den oben beschriebenen Folgewirkungen für unsere Wälder.

Nährstoffbilanz in kg je Hektar und Jahr in einem heute 144-jährigen Buchenbestand in der Periode 1998-2008

	ohne Nutzung	Derbholznutzung mit Rinde	Vollbaumnutzung
Calcium	0,50 ($\pm 1,59$)	-10,18 ($\pm 1,59$)	-11,97 ($\pm 1,59$)
Magnesium	0,71 ($\pm 0,47$)	-1,45 ($\pm 0,47$)	-1,57 ($\pm 0,47$)
Kalium	18,27 ($\pm 0,89$)	10,34 ($\pm 0,89$)	9,74 ($\pm 0,89$)
Stickstoff	18,93 ($\pm 1,92$)	6,82 ($\pm 1,92$)	5,11 ($\pm 1,92$)



Kohlenstoff

Kohlenstoffspeicherung in hessischen Waldböden – Ergebnisse der Bodenzustandserhebung II (BZE II)

Kohlenstoff ist im Waldboden sowohl im Auflagehumus als auch im Mineralboden enthalten. Hinsichtlich der Kohlenstoffspeicherung ist nur der in der organischen Substanz gebundene Kohlenstoff von Interesse. Dieser besteht aus abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Stoffen sowie deren Umwandlungsprodukten. Lebende Organismen, also die Bodenflora und -fauna oder auch lebende Wurzeln von Waldbäumen, zählen nicht zur organischen Substanz des Bodens. Kohlenstoff kann auch in karbonatischer Form fest in Gesteinen gebunden sein, wie z. B. in Kalk-, Ton- oder Mergelgesteinen. Im Folgenden wird nur der organisch gebundene Kohlenstoff betrachtet.

Wie wird der Kohlenstoffvorrat im Auflagehumus und Waldboden erfasst?

Der Auflagehumus wird in volumenmäßig definierten Stahlstechrahmen beprobt, getrocknet, gewogen und in Teilproben chemisch analysiert. Im Mineralboden werden ebenfalls volumengerechte Bodenproben entnommen, zur Bestimmung der Dichte gewogen und chemisch analysiert. Zusätzlich wird der Steingehalt bestimmt. Der Kohlenstoffvorrat ergibt sich aus dem Produkt der Dichte, der Kohlenstoffkonzentration und Schichtmächtigkeit des Bodens abzüglich des Steingehaltes.

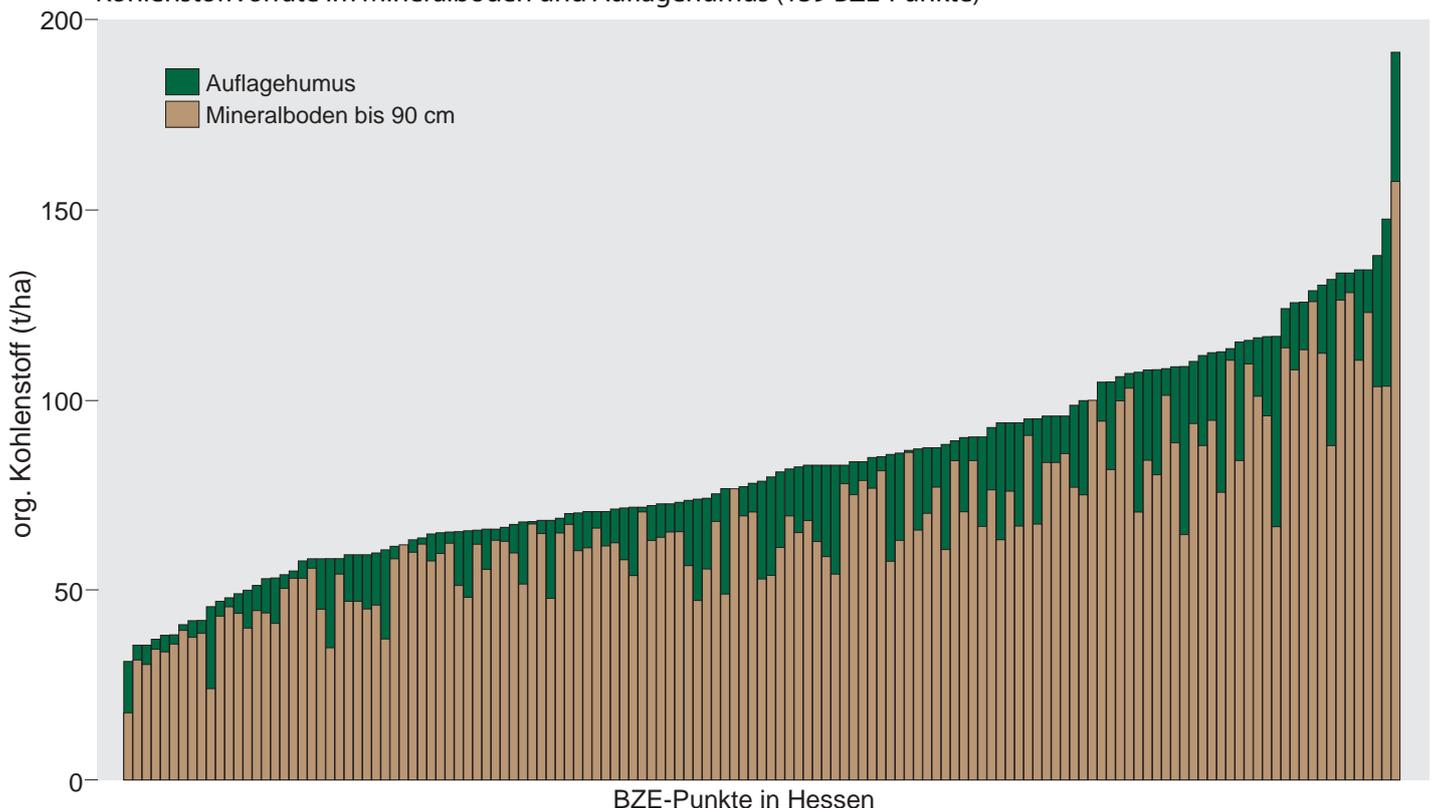
1992 und 2007 wurden in den Wäldern Hessens an 139 BZE-Punkten des repräsentativen Stichprobennetzes der Bodenzustandserhebung (BZE) Beprobungen des Mineralbodens und Auflagehumus durchgeführt. Der Vergleich der Ergeb-

nisse beider Inventuren ermöglicht es, die Kohlenstoffvorräte und Speicherraten in Hessens Waldböden abzuschätzen.

In der Abbildung unten sind die organischen Kohlenstoffvorräte eines jeden BZE-Punktes im Jahr 2007 als Balken dargestellt. Von einander abgegrenzt sind die Kohlenstoffvorräte im Auflagehumus (grün) und im Mineralboden (braun) bis 90 cm Bodentiefe. Auffällig ist die große Bandbreite der Speichermengen: Die geringsten Kohlenstoffvorräte sind mit 30 t Kohlenstoff je Hektar in einem flachgründigen Braunerde-Ranker, die höchsten Vorräte mit fast 200 t Kohlenstoff je Hektar in einer tiefgründigen Sandlöss-Braunerde gespeichert. Die gespeicherten Kohlenstoffvorräte hängen von der Gründigkeit des Bodens, dem Steingehalt, seiner Dichte und vor allem dem Kohlenstoffgehalt ab. In den oberen Bereichen des Mineralbodens sind die Gehalte von Kohlenstoff in der Regel hoch, der Boden ist dort aber auch relativ locker; in den unteren Bodenschichten ist es umgekehrt. Im Durchschnitt enthält daher das obere Drittel des Mineralbodens gut zwei Drittel des gesamten Kohlenstoffvorrates des gesamten Profils. Die höchsten Kohlenstoffvorräte enthalten Moorböden, die aber sehr selten sind und in Hessen nicht im BZE-Kollektiv vorkommen. Die im Auflagehumus gespeicherten Kohlenstoffvorräte sind ebenfalls sehr variabel und hängen stark von dem Baumbestand und den Zersetzungsbedingungen im Auflagehumus ab. Der Auflagehumus hat durchschnittlich einen Anteil zwischen 15 und 20 % an den Gesamtkohlenstoffvorräten (Mineralboden und Auflagehumus).

Bisher wurde davon ausgegangen, dass sich die Kohlenstoffvorräte in Waldböden nur in sehr langen Zeiträumen ändern. Der vor allem über Blatt- und Nadelstreu, Früchte, Totholz und Wurzeln eingetragene Kohlenstoff dient vielen Mikroorganismen als Nahrungsgrundlage und wird über die Zersetzerketten letzten Endes als Kohlendioxid überwiegend wieder ab-

Kohlenstoffvorräte im Mineralboden und Auflagehumus (139 BZE-Punkte)



Kohlenstoff

gegeben. Kohlenstoffeintrag und -austrag sind ungefähr im Gleichgewicht. Im Waldboden wird nur in geringem Maße organische Substanz über die Humusbildung, z. B. organische Humin- und Fulvosäuren sowie Ton-Humuskomplexe, auch langfristig gespeichert. Es werden auf der Basis bisheriger Erkenntnisse durchschnittliche Speicherraten zwischen 100-200 kg pro Jahr und Hektar kalkuliert. Im Laufe der Zeit können sich natürlich auch durch geringe Speicherraten hohe Vorräte aufsummieren.

Die Auswertung der BZE II 2007 im Vergleich zur BZE I 1992 ergab für Hessen jetzt deutlich höhere Speicherraten im Mineralboden. In dem 15-jährigen Zeitraum zwischen den beiden BZE-Inventuren erhöhte sich der Kohlenstoffvorrat im Mineralboden um insgesamt knapp 9 t je Hektar, was einer jährlichen Speicherrate von 590 kg je Hektar entspricht (Tabelle unten). Der Kohlenstoffspeicher im Auflagehumus verringerte sich im

gleichen Zeitraum durchschnittlich um knapp 4 t je Hektar, was 260 kg je Hektar und Jahr entspricht. Damit ergibt sich eine durchschnittliche Speicherrate an Kohlenstoff in Hessens Waldböden von 330 kg je Jahr und Hektar. Bezogen auf die Waldfläche Hessens sind das jährlich knapp 300 000 t Kohlenstoff.

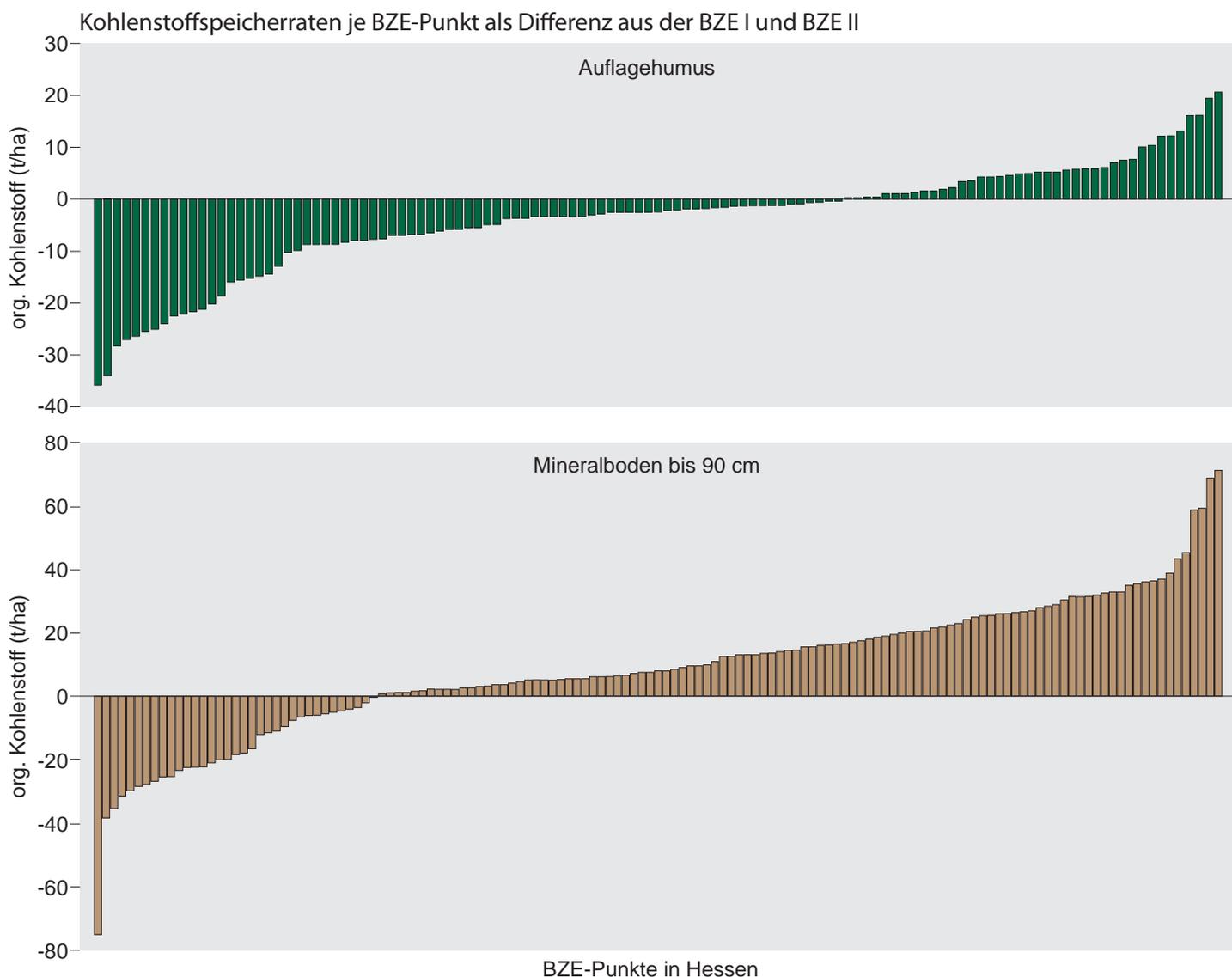
Auch bei den Veränderungen der Kohlenstoffvorräte im Auflagehumus und Mineralboden sind die Spannen in den untersuchten Wäldern weit. Im Auflagehumus kam es an einigen Standorten zwischen den beiden Inventuren zu Abnahmen von 30 t Kohlenstoff je Hektar, an anderen hingegen zu Zunahmen von bis zu 20 t. Im Mineralboden bis 90 cm Bodentiefe sind die absoluten Spannen noch größer, im Extrem gab es Zu- und Abnahmen von über 70 t Kohlenstoff je Hektar. Kleinstandörtliche Unterschiede an den BZE-Plots können eine mögliche Ursache für diese extremen Unterschiede sein. Der allgemeine

Trend in Hessen ist jedoch eindeutig: An zwei Dritteln aller Plots zeigt sich eine Abnahme von Kohlenstoff im Auflagehumus und an zwei Dritteln aller Plots eine Zunahme von Kohlenstoff im Mineralboden.

Als mögliche Ursache für diesen Befund kommen verschiedene Faktoren in Fra-

Kohlenstoffbilanz für den Waldboden Hessens

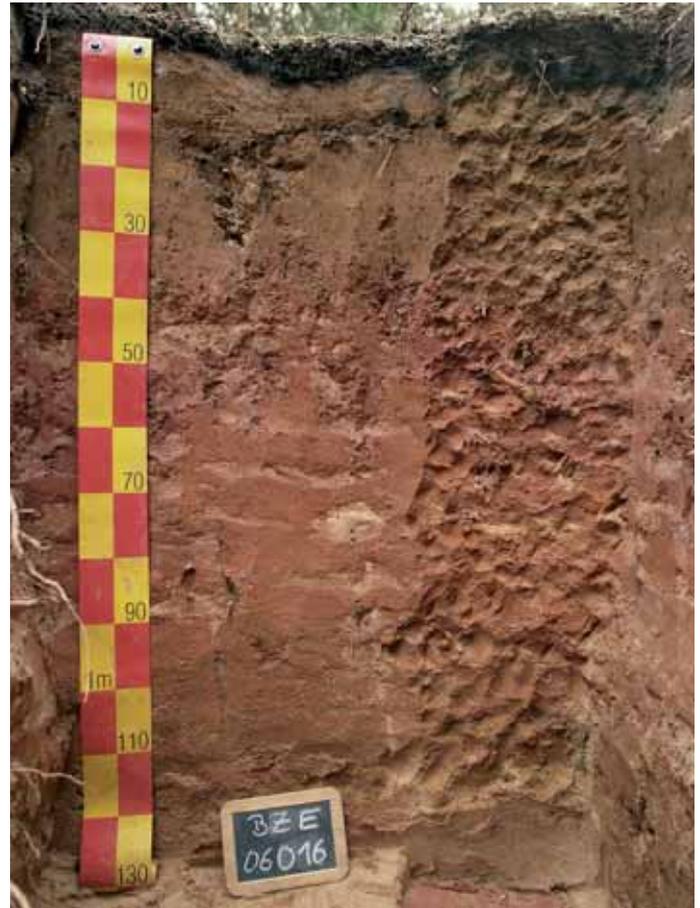
org. Kohlenstoff t/ha	BZE I 1992	BZE II 2007	Speicher- rate	je ha und Jahr
Auflagehumus	17,8	13,9	-3,90	-0,26
Mineralboden bis 90cm	60,1	68,9	8,80	0,59
Summe	77,9	82,8	4,90	0,33



Kohlenstoff

ge. Im Zuge der deutlichen Zunahme trocken-warmer Jahre seit den 1980er Jahren gegenüber dem langjährigem Mittel und schwankenden, im Mittel unveränderten Niederschlagsmengen sind höhere Mineralisationsraten im Auflagehumus wahrscheinlich. Die nach wie vor hohen Stickstoffeinträge und der rückläufige Gesamtsäureeintrag können die Mineralisation begünstigen. Der beschleunigte Abbau des Auflagehumus führt zu einer Abnahme der Kohlenstoffvorräte im Auflagehumus. Gleichzeitig gelangen Abbau- und Umbauprodukte der Mineralisation in den oberen Mineralboden, dort nehmen die Kohlenstoffvorräte entsprechend zu. Auch eine Waldkalkung kann die Mineralisation anregen. Die genannten Faktoren können auch die Bioturbation, also die Durchmischung des Mineralbodens mit Humusmaterial wie z. B. durch Regenwürmer, angeregt haben, was ebenfalls die Kohlenstoffvorräte vor allem im oberen Mineralboden erhöhen würde. Auch eine intensivere Durchwurzelung des Bodens durch Naturverjüngung, Begleitvegetation oder auch durch die verbreitete Einbringung von Buche z. B. in Nadelholzbestände kann eine Zunahme der Kohlenstoffvorräte bewirken. Durch das Absterben von Feinwurzeln erhöht sich ebenfalls der Kohlenstoffvorrat im Mineralboden. Die Zunahme der Kohlenstoffvorräte im Mineralboden ist grundsätzlich vorteilhaft zu bewerten, denn dort ist Kohlenstoff langfristiger festgelegt als im Auflagehumus oder in Waldbäumen.

Laub- und Nadelwälder weisen zwischen den Inventuren verschiedene Kohlenstoffvorräte und -speicherraten auf. Im Laubwald sind die Kohlenstoffvorräte im Mineralboden und Auflagehumus um rund 20 % geringer als im Nadelwald. Das liegt im Wesentlichen an den doppelt so hohen Kohlenstoffvorräten im Auflagehumus unter Nadelwald. Die Kohlenstoffvorräte im Mineralboden sind unter Nadelwald geringfügig höher. Hinsichtlich der Speicherraten zeigen sich im Laub- und Nadelwald dieselben Muster: Im Mineralboden nehmen die Kohlenstoffvorräte zu, im Auflagehumus nehmen sie ab. Insgesamt ergeben sich für die Laubwälder Zunahmen von gut 6 t Kohlenstoff je Hektar in den 15 Jahren, in den Nadelwäldern 4 t je Hektar. Dies bedeutet in Laubwäldern einen Zuwachs von 10 % bezogen auf den gesamten Kohlenstoffvorrat, in Nadelwäldern aufgrund der insgesamt höheren Vorräte eine Zunahme von 5 %.



Kohlenstoffspeicher:

Sowohl im Boden (Mineralboden und Humusaufgabe) als auch in der oberirdischen Biomasse werden große Mengen Kohlenstoff gespeichert. Holz ist im Vergleich zu anderen Materialien (Stahl, Eisen, Beton etc.) der Rohstoff mit dem besten Ökoprofil, da

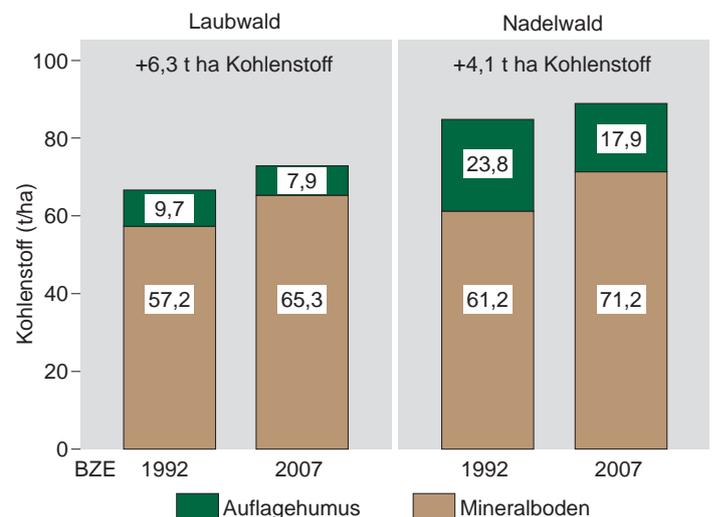
1. nur wenig Energie zur Produktherstellung verwendet werden muss und

2. Kohlenstoff in Holzprodukten langfristig gespeichert wird.

In Mooren ist aufgrund der großen Humusvorräte die Kohlenstoffspeicherung besonders hoch.



Kohlenstoffspeicherung in Hessens Laub- und Nadelwäldern zum Zeitpunkt der BZE I (1992) und BZE II (2007)



Waldernährung und Bodensubstrate

Ergebnisse zur Waldernährung an BZE-Punkten

Die Ergebnisse von Blatt- und Nadelanalysen, die im Rahmen der systematischen Bodenzustandserhebung II (BZE II) durchgeführt wurden, zeigen für die Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer überwiegend hohe und sehr hohe Stickstoffgehalte. Die Gehalte anderer wichtiger Nährstoffe wie Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) variieren dagegen stark. Diese Unterschiede sind ganz wesentlich bedingt durch die unterschiedliche Ausstattung der bodenbildenden Gesteine mit Ca und Mg sowie durch die Auswaschung von basischen Nährstoffen aufgrund von Bodenversauerung. Ein Ziel der standortsangepassten Bodenschutzkalkung ist die Kompensation der Bodenversauerung und die Verbesserung der Nährstoffversorgung der Bäume.

Eine Klassifizierung der BZE-Stichprobenpunkte nach Substraten gibt einen Überblick über die Unterschiede in der Ernährung der Waldbäume aufgrund von Bodeneigenschaften. Es wurden 15 Substratgruppen ausgeschieden. Die Klassifizierung erfolgte nach Ausgangssubstrat, Lagerung, Bodenart, Bodenmorphologie und Bodenphysik. In Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt wurden an insgesamt 362 BZE II-Punkten Nadel- bzw. Blattproben von Buche, Eiche, Fichte und Kiefer analysiert.

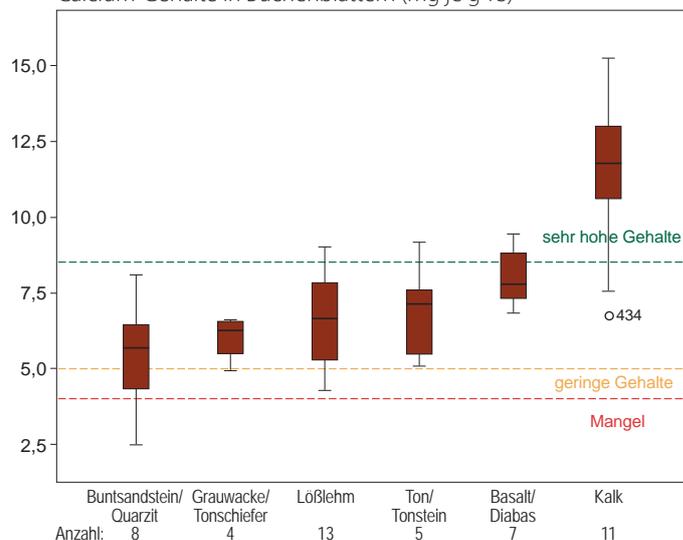
An 161 Erhebungspunkten sind eine oder mehrere Kalkungen dokumentiert, 193 Erhebungspunkte sind ungekalkt, an acht Erhebungspunkten konnte nicht geklärt werden, ob eine Kalkung stattgefunden hat. Da an vielen Erhebungspunkten mehrere Baumarten vorkommen, sind insgesamt 515 Beprobungen (je eine Mischprobe aus drei Bäumen einer Baumart) durchgeführt worden. In der Tabelle ist dargestellt, wie sich die beprobten Baumarten an den BZE II-Punkten auf die Substratgruppen verteilen.

Entsprechend ihrer ökologischen Ansprüche und den waldbaulichen Entscheidungen sind die Baumarten in den Substratgruppen unterschiedlich stark vertreten.

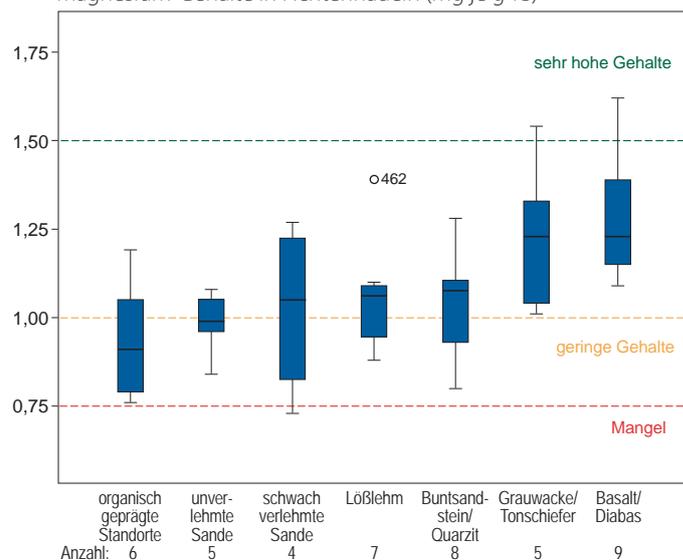
Substrat	Eiche	Kiefer	Buche	Fichte
Basalt/Diabas	4	1	10	11
Granit		1	2	3
Grauwacke/Tonschiefer	10	3	21	24
Kalk	3	3	13	3
Kreidesandstein		1		
Lehm	8	5	6	4
Lößlehm	14	8	26	17
organisch geprägte Standorte (z. B. Moore)	1	8		6
Buntsandstein/Quarzit	8	16	29	36
schwach verlehnte Sande	7	22	6	7
Ton/Tonstein (tertiäre Tone, Röt etc.)	9		9	2
unverlehnte Sande	10	84	4	13
unverlehnte Sande (basenreich)	1	10	1	1
verlehnter Sand	4	6	3	1
Zechstein/Rotliegendes	3	3	3	1

Calcium-Gehalte (Buche) und Magnesium-Gehalte (Fichte, Kiefer) für verschiedene Substrate auf ungekalkten BZE II-Punkten

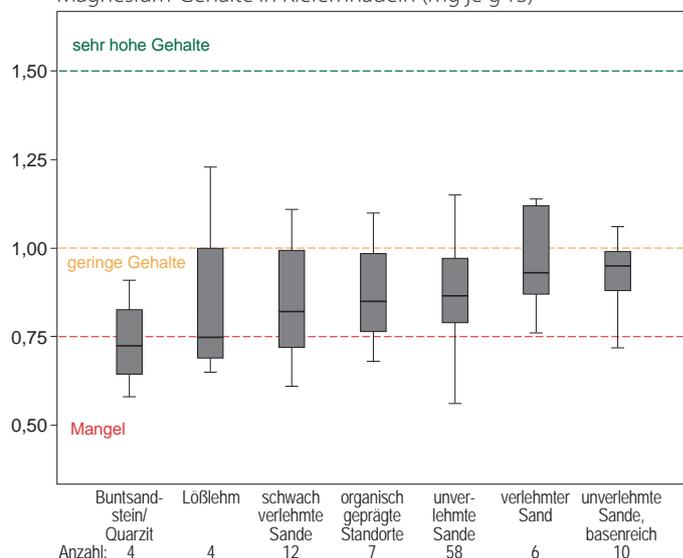
Calcium-Gehalte in Buchenblättern (mg je g TS)



Magnesium-Gehalte in Fichtennadeln (mg je g TS)



Magnesium-Gehalte in Kiefernadeln (mg je g TS)



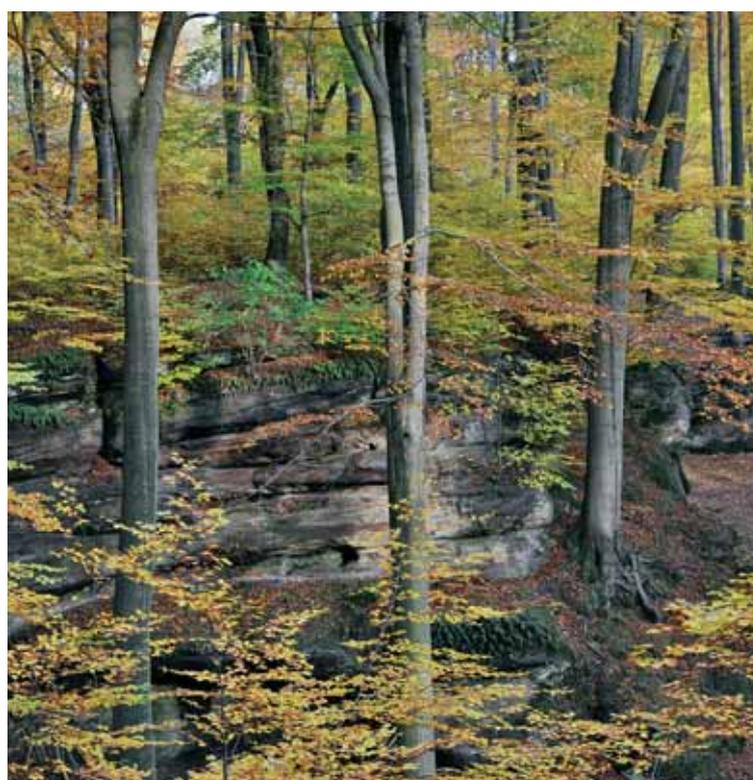
Waldernährung und Bodensubstrate

An den ungekalkten BZE II-Punkten lassen sich Unterschiede in den Nadel- und Blattgehalten an Ca und Mg für Fichte, Kiefer und Buche in den ausgewiesenen Substratgruppen feststellen (Abb. links). Diese Unterschiede decken teilweise das gesamte Spektrum der Ernährungsstufen vom Mangel bis zu sehr hohen Gehalte ab. In den Grafiken sind nur Substratgruppen abgebildet, auf die mehr als drei Erhebungspunkte der jeweiligen Baumart entfallen. Die Bewertung des Ernährungszustandes erfolgte nach Vorgaben des Arbeitskreises Standortkartierung (2003).

Für die Ca-Gehalte der Buche wird deutlich, dass auf Buntsandstein/Quarzit z. T. die Mangelgrenze erreicht wird, die Buchen auf den Kalkstandorten dagegen erwartungsgemäß sehr hohe Ca-Gehalte aufweisen. Bei der Fichte sind geringe Mg-Gehalte vor allem auf den organisch geprägten Standorten (z. B. Moorstandorte) sowie den unverlehmtten und schwach verlehmtten Sanden häufig. Fichten auf Basalt/Diabas und Grauwacke/Tonschiefer-Standorten sind dagegen gut versorgt. Die Kiefer zeigt auf allen ungekalkten Standorten überwiegend geringe Mg-Gehalte, auf Buntsandstein/Quarzit liegen die Mg-Gehalte meist sogar unter der Mangelgrenze. Lediglich auf den verlehmtten Sanden zeigt sich eine günstigere Situation.

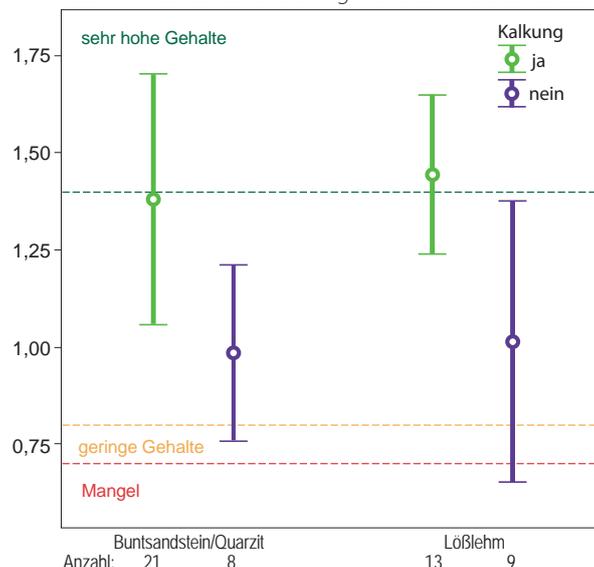
Ein Vergleich ungekalkter und gekalkter BZE II-Punkte wurde für Niedersachsen und Hessen durchgeführt. Dabei wurden nur die für die Baumart typischen Standorte berücksichtigt, die vorrangig für eine Kalkung vorgesehen sind. Bei Buche und Fichte zeigt sich für diese Substratgruppen in Niedersachsen und Hessen an den gekalkten BZE-Punkten generell eine günstigere Mg-Versorgung als auf den ungekalkten Punkten (Abb. rechts). Bei Kiefer ist eine bessere Mg-Versorgung der gekalkten gegenüber den ungekalkten BZE-Punkten auf den weit verbreiteten unverlehmtten Sanden am stärksten ausgeprägt, auf den schwach verlehmtten Sanden ist kein Effekt abzulesen. Für die Standorte auf Buntsandstein/Quarzit liegen die gekalkten BZE-Punkte im Bereich geringer Gehalte, während für die ungekalkten BZE-Punkte der Schwerpunkt im Mangelbereich liegt.

Die Grafiken zeigen den Vertrauensbereich (Konfidenzintervall), in dem der Mittelwert mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% liegt.

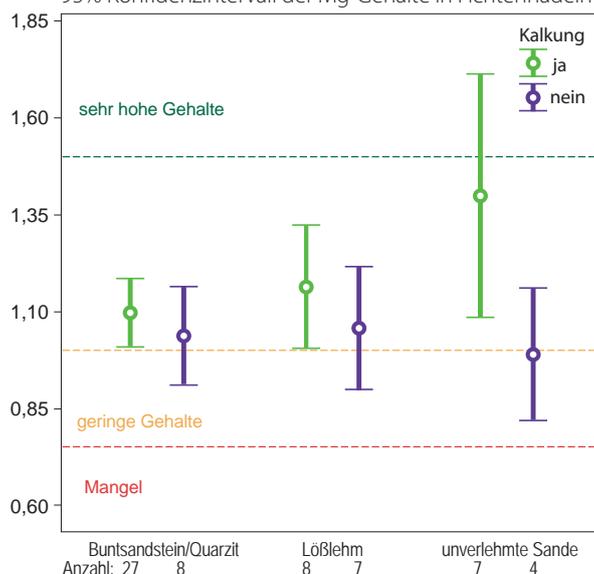


Vergleich der Magnesium-Gehalte von gekalkten und ungekalkten BZE II-Punkten in Hessen und Niedersachsen für verschiedene Substrate

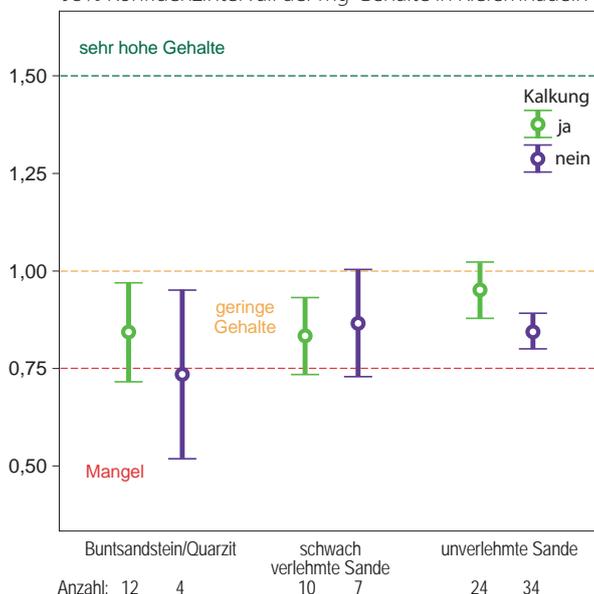
95% Konfidenzintervall der Mg-Gehalte in Buchenblättern



95% Konfidenzintervall der Mg-Gehalte in Fichtennadeln



95% Konfidenzintervall der Mg-Gehalte in Kiefernadeln



Triebblängen der Buche

Für Bäume kommt dem Wachstum in den oberen Teilen der Baumkrone eine besondere Bedeutung zu. Der anatomische Aufbau der Blätter in der Lichtkrone von Buchen gewährleistet, dass mit der Photosynthese viel Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufgenommen und der Baumbiomasse zugeführt werden kann. Sind die obersten Zweige einer Baumkrone wuchskräftig und dicht belaubt, erlauben sie ein rasches Höhenwachstum und stärken die Bäume in der Konkurrenz der Bestandesmitglieder um Licht und Ressourcen.

Grundlegende Annahme ist, dass sich ein abnehmender Gesundheitszustand eines Baumes in einer verschlechterten Kronenarchitektur der Zweige sowie verringerten Triebblängen der Baumspitze widerspiegelt.

Eine günstige Kronenarchitektur ist durch Langtriebe geprägt. Langtriebe bilden oft voll entwickelte Seitenknospen aus, die sich nachfolgend zu einer fächerartigen Verzweigung entwickeln. Mit kurzen Triebblängen nimmt dagegen die Seitenverzweigung der Äste ab, bei Kurztriebketten fehlt diese völlig. Eine Belaubung ist nur noch in Form einzelner Blätter an den Enden der Kurztriebketten möglich. Demzufolge geht mit kürzeren Trieben in der Regel auch eine abnehmende Belaubung der Oberkrone einher.

An der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt werden durch Triebblängenmessungen an 147 Buchenstichprobenpunkte die Inventur-Schätzungen der Kronenarchitektur

überprüft. Dazu wurden Triebblängen anhand von Triebbasisnarben vermessen. Triebbasisnarben grenzen bei der Buche Längentriebe der letzten sieben bis zehn Jahre deutlich voneinander ab.

Ergebnisse und Folgerungen

- Zwischen der Schätzung der Kronenverlichtung im Sommer und der Ansprache der Kronenarchitektur im Winterzustand besteht ein enger Zusammenhang. Die Bonitur der Kronenverlichtung ist als Kernmerkmal der Waldzustandserfassung zu bestätigen.
- Die Ausprägung von Triebblängen, Verzweigungsarchitektur und Kronenverlichtung der Buche kennzeichnen die Empfindlichkeit der Buche gegenüber trockenen Standorten.
- Sowohl die Verzweigung der Buche als auch deren Belaubung verschlechtert sich deutlich auf Standorten mit sehr geringem, sommerlichem Niederschlag im Verhältnis zur Verdunstung (klimatische Wasserbilanz).
- Auch für den Durchmesserzuwachs als weitere, zentrale Größe der Baumvitalität ergibt sich neben Baumalter und Geländehöhe über NN ein Zusammenhang mit dem Befund der klimatischen Wasserbilanz.
- Bei allen Vitalitätsuntersuchungen ist das Baumalter als wesentliche Einflussgröße zu berücksichtigen.



Fruktifikation der Buche

Häufigkeit und Intensität der Fruktifikation der Buche

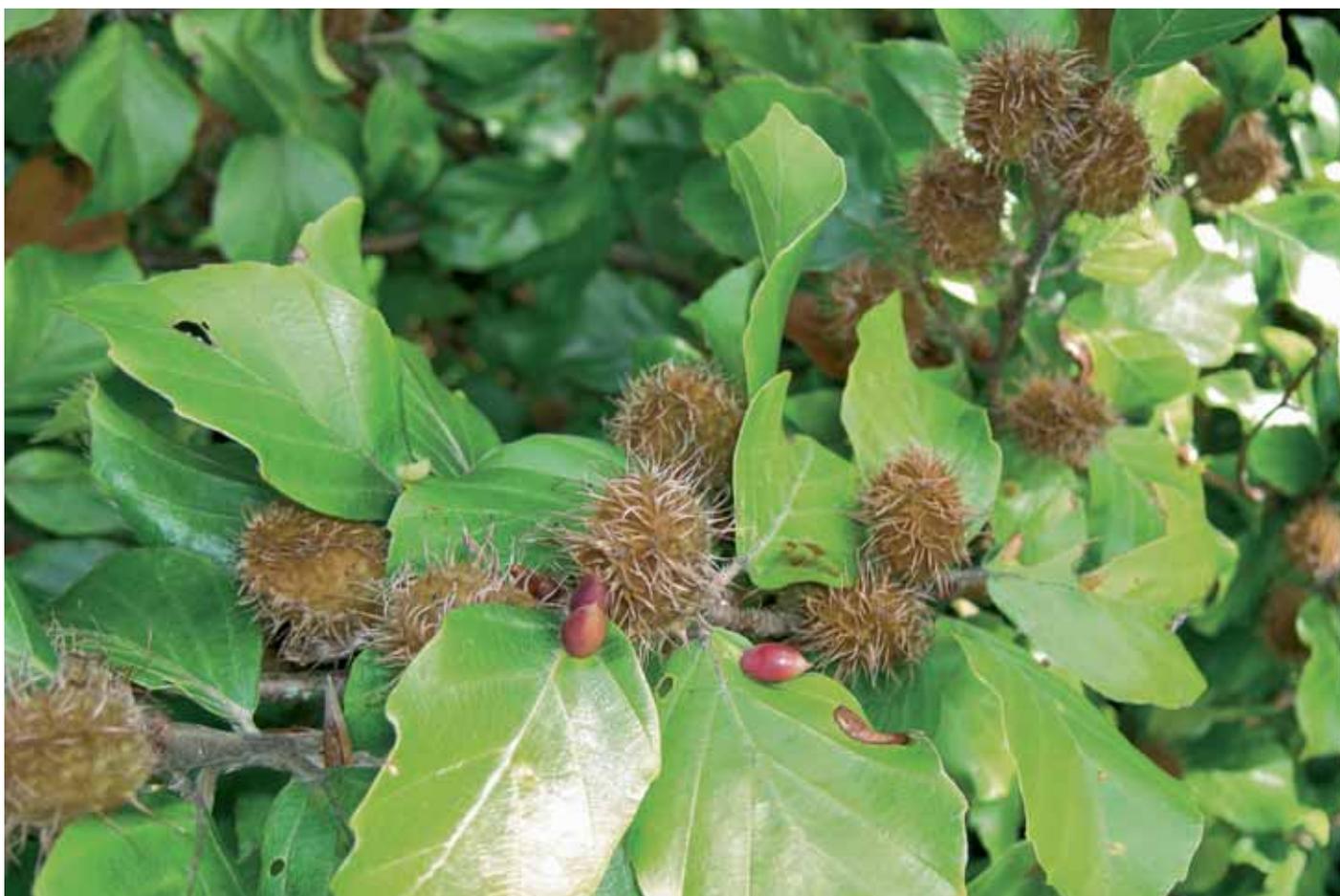
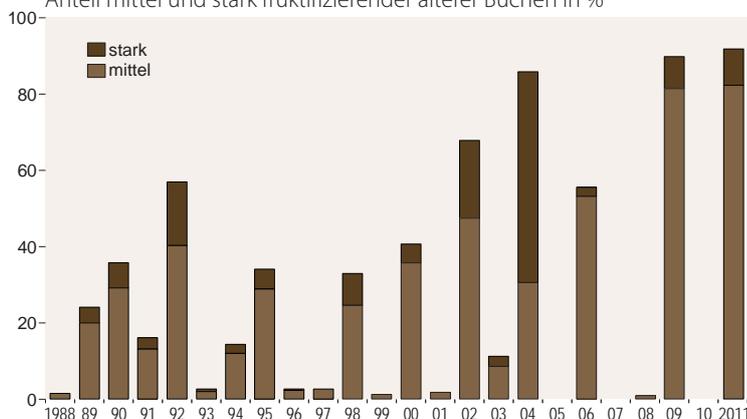
Aufzeichnungen zur Fruchtbildung der Bäume werden seit mehreren Jahrhunderten angefertigt. Zunächst war das Interesse an der Fruchtbildung vorwiegend auf die schwer-samigen Baumarten wie Buche und Eiche gerichtet, da Bucheckern und Eicheln als Viehfutter eine bedeutende Rolle spielten. Später traten Aspekte der Naturverjüngung und der Gewinnung von Samen zur Anzucht von Pflanzen für den Umbau von Nadelwald in Mischwald in den Vordergrund. Im Forstlichen Umweltmonitoring sind Fruchtereignisse als Element von Stoffhaushaltsuntersuchungen, insbesondere des Stickstoff- und Kohlenstoffhaushaltes, wichtig. Da die Fruchtbildung mit einem erheblichen Energieverbrauch verbunden ist, sind Veränderungen der Fruchtbildungsintervalle auch ein Indikator für die Vitalität der Bäume. Außerdem lassen sich durch die Dokumentation der Fruchtbildung, die durch Witterung und Stoffeinträge beeinflusst wird, Rückschlüsse auf Klima- und Umweltveränderungen ziehen.

Die Ergebnisse zu Fruktifikationsangaben im Rahmen der Waldzustandserhebungen zeigen, dass die Buche seit Ende der 1980er Jahre in kurzen Abständen und vielfach sehr stark fruktifiziert. Um diese Befunde mit früheren Angaben zur Fruktifikation der Buche vergleichen zu können, wurde Literatur aus dem Zeitraum 1839-1987 analysiert und systematisch bewertet. Anschließend wurden die Jahre, für die mindestens die Hälfte der recherchierten Autoren eine Halb- bzw. Vollmast angeben, als starke Fruktifikationsjahre eingestuft.



Waldzustandserhebung Hessen

Anteil mittel und stark fruktifizierender älterer Buchen in %



Fruktifikation der Buche

Für den Zeitraum der Literaturrecherche (1839-1987) wurden 32 Jahre von mindestens 50 % der Autoren als Halb- und Vollmastjahre bewertet. Phasen mit häufigen starken Fruktifikationsereignissen (1843-1862: alle 2,5 Jahre) wechseln mit Perioden, in denen eine starke Fruktifikation nur selten auftritt (1889-1908: alle 20 Jahre). Im Mittel gab es für den gesamten Zeitraum 1839 bis 1987 alle 4,7 Jahre eine starke Mast (Halb- bis Vollmast).

Die Waldzustandsaufnahmen belegen für das Land Hessen eine in den letzten Jahren insgesamt häufige und intensive Fruchtbildung der älteren Buche (Beobachtungszeitraum 1988 - 2011).

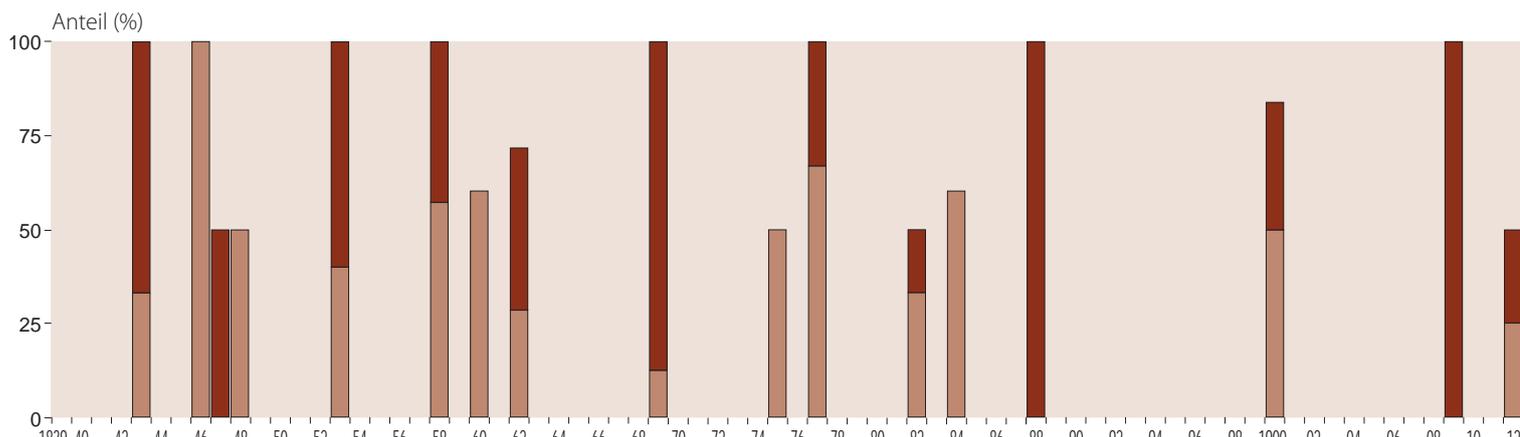


Von einer starken Mast kann anhand der Daten von Streufallmessungen und der Vollmastdefinition von Burschel (1964) in der Regel ausgegangen werden, wenn mindestens ein Drittel der Buchen mittel und stark fruktifiziert. In den Jahren 1992, 2002, 2004, 2006, 2009 und 2011 haben jeweils mehr als 50 % der älteren Buchen in Hessen mittel bzw. stark fruktifiziert. Zusammen mit den Jahren 1990, 1995, 1998 und 2000, in denen jeweils mehr als 30% der Bäume mittleren bis starken Fruchtbehang erkennen ließen, ergibt sich für den Beobachtungszeitraum der Waldzustandserhebung von 1988 bis 2011 rechnerisch alle 2,4 Jahre eine starke Mast, wohingegen für den Zeitraum der Literaturrecherche (1839-1987) der rechnerische Abstand zwischen zwei starken Masten im Mittel 4,7 Jahre betrug. Die Häufigkeit starker Masten lag nur in der Periode 1843 bis 1862 auf einem ähnlichen Niveau wie in den letzten 24 Jahren.

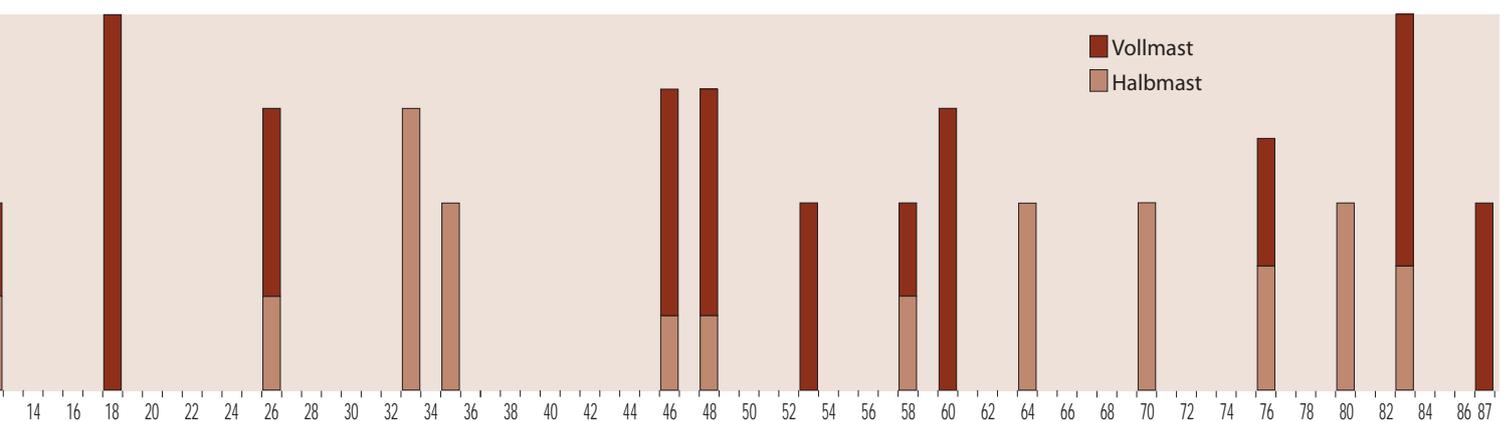
Inwieweit eine veränderte Witterung und erhöhte Stickstoffeinträge in die Wälder alleinige bzw. disponierende oder auslösende Faktoren für die Häufigkeit und Intensität der Buchenfruktifikation sind, muss das Ziel weiterführender Untersuchungen sein. Ob es sich bei den derzeit beobachteten kurzen Intervallen der Fruchtbildung um eine vorübergehende Erscheinung handelt, lässt sich zurzeit nicht absehen.



Literaturrecherche: Angaben zu Halb- und Vollmast im zeitlichen Verlauf



Fruktifikation der Buche





Impressum:

Ansprechpartner

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Abteilung Umweltkontrolle

Sachgebiet Wald- und Bodenzustand

Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen

Tel.: 0551/69401-0

Fax: 0551/69401-160

Zentrale@nw-fva.de

www.nw-fva.de

HESSEN-FORST
Verpflichtung für Generationen

Hauptverantwortliche für die Waldzustandserhebung in Hessen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein:

Prof. Dr. Johannes Eichhorn
Abteilungsleiter
Umweltkontrolle



Dr. Uwe Paar
Sachgebietsleiter Wald- und
Bodenzustand, Redaktion



Inge Dammann
Leiterin der Außenaufnahmen,
Auswertung, Redaktion



Dr. Egbert Schönfelder
Auswertung



Andreas Schulze
Datenbank



Jörg Weymar
Außenaufnahmen und Kontrollen



Jürgen Wendland
Außenaufnahmen und Kontrollen



Thomas Winter
Außenaufnahmen und Kontrollen



Bernd Westphal
Außenaufnahmen und Kontrollen



Bearbeitung

Paar, U.; Dammann, I.; Weymar, J.;
Wendland, J. und Eichhorn, J.

mit Beiträgen von:

Witterung: Schwerdtfeger, O.; Paar, U.

Stoffeinträge: Scheler, B.; Schönfelder, E.;
Meesenburg, H.

Waldschutz: Bressemer, U.; Habermann, M.;
Krüger, F.; Hurling, R.; Langer, G.

Forstliches Umweltmonitoring:
Eichhorn, J.; Büttner, D. (Graphik)

Bodenzustandserhebung (BZE II), Kohlenstoff: Evers, J.; Paar, U.; Schulze, A.

Bodenzustandserhebung (BZE II), Waldernährung: Dammann, I.; Evers, J.; Paar, U.;
Talkner, U.

Triebblängen der Buche: Eichhorn, J.;
Paar, U.; Dammann, I.

Fruktifikation der Buche: Paar, U.;
Guckland, A.; Dammann, I.; Albrecht, M.;
Eichhorn, J.

Fotos: Schmidt, M. (Titelbild), Eichhorn, J.;
Evers, J.; Gawehn, P.; Heile, H.;
Heinemann, H.; Janssen, T.; Schmidt, W.;
Ullrich, T.; Weymar, J.; Hessen-Forst;
Abt. Waldschutz der NW-FVA

Graphik und Layout: Paar, E.

Herstellung:

Nordwestdeutsche Forstliche
Versuchsanstalt

Druck:

Printec Offset Kassel

Der Waldzustandsbericht 2011
ist abrufbar unter
www.nw-fva.de
und
www.hmuelv.hessen.de

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen und Wahlwerbern, Wahlhelferinnen und Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Europa-, Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.