

Waldzustandsbericht 2010



Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

die Ergebnisse der diesjährigen Erhebung des Gesundheitszustandes unserer Wälder in Hessen bestätigen den Trend der letzten beiden Jahre. Die Auswirkungen des extremen Trockenjahres 2003 sind überwunden; der erfasste mittlere Kronenverlichtungsgrad hat sich bei knapp über 20 % eingependelt. Insbesondere die Baumkronen der älteren Buchenbestände konnten sich gegenüber dem letzten Jahr deutlich regenerieren. Die Witterungsverhältnisse und die nur geringe Fruchtbildung bei der Buche haben sich in diesem Jahr positiv ausgewirkt.

Diese erfreulichen Ergebnisse dürfen uns aber nicht darüber hinweg täuschen, dass die Verhältnisse in unseren Waldökosystemen nach wie vor sehr fragil sind. Insbesondere die globale Erwärmung bei gleichzeitig veränderter Niederschlagsverteilung und die Belastungen unserer Atmosphäre mit Abgasen, Feinstäuben und sonstigen Stoffen führen zu Veränderungen in unseren Wäldern. Die zunehmend wärmeren und trockeneren Sommermonate zum Beispiel erhöhen auf einigen Standorten das Anbaurisiko für die Baumart Fichte, die immerhin auf 25 % unserer Waldfläche vorkommt. Als Alternativen bieten sich Laubmischwälder, teilweise mit eingemischten Gruppen der Baumart Douglasie an, die mit diesen klimatischen Verhältnissen besser zurechtkommen.

Wälder haben umgekehrt auch klimaökologische Auswirkungen. Sie entziehen der Atmosphäre das Treibhausgas Kohlendioxid und speichern den Kohlenstoff im Holz und Boden. Diese Leistung ist bei einer ertragsorientierten Bewirtschaftung unserer Wälder mit sich anschließender langfristiger Nutzung der Holzprodukte, zum Beispiel im Haus- und Möbelbau, besonders effektiv. Die Begründung, Erhaltung und nachhaltige Nutzung von Wäldern ist ein bedeutender Beitrag der Forstwirtschaft im Kampf der Menschen gegen die Klimaerwärmung. Dem dient auch die Forcierung der energetischen Nutzung des Rohstoffes Holz, weil dadurch der Verbrauch von fossilen Energieträgern, deren Abgase die Atmosphäre belasten, reduziert werden kann.

Zusammen mit den Ergebnissen der Waldzustandserhebung sind in dieser Broschüre aktuelle Informationen zur Bodenzustandserhebung II, Waldkalkung, der Nährstoffversorgung unserer Wälder, dem Insekten- und Pilzbefall sowie zum Klima und zur Witterung aufbereitet. Damit verfügen wir über wichtige Grundlagen zur Beurteilung der Situation unserer heimischen Wälder. Alle Länder sind von der UN aufgefordert, die nachhaltige Bewirtschaftung, die Erhaltung und die Entwicklung von Wäldern zum Nutzen heutiger und künftiger Generationen zu stärken.

In Hessen sind wir auf einem guten Weg.

Die Maßnahmen zur Luftreinhaltung und die Bodenschutzkalkungen der vergangenen Jahre zeigen positive Effekte, die allerdings noch nicht bis in die tieferen, versauerten Bodenschichten reichen. Hessen wird daher auch in Zukunft Bodenschutzkalkungen auf dafür ausgewählten Standorten zur Stabilisierung unserer Wälder durchführen.

Für die in Hessen am stärksten belastete Region, die Rhein-Main-Ebene, arbeitet die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt mit Hochdruck an einer Nachhaltigkeitsstrategie zur künftigen Waldbehandlung und Sicherung des Waldnaturschutzes. Allerdings bereiten uns nach wie vor insbesondere die älteren, über 60-jährigen Eichen in dieser Region mit ihren lichten Kronen Sorgen.

Der Wald in Hessen ist in guten Händen. Dafür sorgen in unserem Land nicht nur die Forstverwaltung, sondern auch die vielen Wald besitzenden Kommunen und privaten Waldbesitzer sowie zahlreiche Bürgerinnen und Bürger. Die Verbundenheit mit Wald und Natur ist in Hessen besonders ausgeprägt. Der hohe und stetig zunehmende Waldanteil (42 %) an der Landesfläche zeigt dies sehr deutlich.

Die Generalversammlung der Vereinten Nationen hat das nächste Jahr zum „Internationalen Jahr der Wälder 2011“ erklärt. Alle Menschen sollen mit konzertierten und gezielten bewusstseinsbildenden Maßnahmen über die Bedeutung der Wälder auf unserem Planeten informiert werden.

Das Land Hessen wird sich daran beteiligen. Und ich bin mir sicher, dass Sie, die hessischen Bürgerinnen und Bürger, mit dazu beitragen werden, unsere Wälder zu erhalten.

Mit freundlichen Grüßen

Ihre



Lucia Puttrich

Hessische Ministerin für Umwelt, Energie,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Wiesbaden, im November 2010



Zusammenfassung

Das Gesamtergebnis der Waldzustandserhebung 2010 weist für den hessischen Wald eine mittlere Kronenverlichtung von 22 % aus. Damit hat sich der Kronenzustand im Vergleich zum Vorjahr geringfügig verbessert.

Die aktuelle Absterberate liegt bei nur 0,1 %. Der Anteil starker Schäden ist mit 2 % auf einem ebenfalls geringen Niveau.

Trotz der durchschnittlichen Temperaturen des aktuellen Jahres besteht in Hessen mittelfristig seit dem Ende der 1980er Jahre eine deutliche Tendenz zu höheren Temperaturen sowohl in Sommer- als auch in Winterhalbjahren.

Durch die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung ging der Gesamtsäureeintrag seit Ende der 1980er Jahre deutlich zurück. Die Bodenzustandserhebung (BZE II) zeigt jedoch, dass nach wie vor in den Tiefenstufen 5-10 cm und 10-30 cm 65 % bzw. 70 % der hessischen Waldstandorte stark versauert sind.

Der oberste Mineralboden ist heute im Vergleich zur Bodenzustandserhebung I besser mit Basen versorgt. Die Ergebnisse von Versuchsflächen zum Vergleich gekalkter mit nicht gekalkten Flächen wie auch der BZE II zeigen die positiven Effekte der Bodenschutzkalkung vor allem im Oberboden.

Summary

The 2010 forest condition survey in Hesse shows an average defoliation of 22 %. Compared to the year 2009, crown condition in Hesse performs slightly better today. The annual mortality rate in Hesse remains at a very low value of 0,1 %. The low amount of severe damaged trees is reflected in the value of 2 %.

Having in mind the overall trend of changing climatic conditions in Hesse, the current year 2010 represents mean temperatures.

Measures of clean air policy relating to the reduction of air pollution in general caused a significant reduction of total acid deposition. However, the second Hessian soil survey (BZE II) documents that 65 % to 70 % of upper mineral soil layers of forest sites (5-10 cm and 10-30 cm soil depth) are still severely acidified.

The base saturation of the top mineral soil layer of forest soils is improved compared to the results of the first soil condition survey, which was done about 15 years ago. This is mainly related to the wide ranging liming activities in Hessian forests.

Résumé

Les résultats de l'inventaire de l'état des forêts en Hesse montrent pour 2010 une défoliation moyenne de 22 %. C'est à dire que l'état des couronnes s'est amélioré seulement légèrement comparé à l'an passé.

La mortalité courante est seulement de 0,1 %. 2 % des arbres sont fortement endommagés (plus de 60 % de pertes de feuilles/aiguilles).

Malgré la température moyenne l'année actuelle, il y a une tendance de réchauffement en hiver comme en été depuis la fin des années 80.

Grâce aux mesures de la réduction de l'émission le dépôt d'acide a fortement baissé depuis la fin des années 1980.

L'inventaire de l'état des sols (BZE II) en Hesse montre cependant que 65 % des sols forestiers sont très acides à 5-10 cm de

profondeur respectivement 70 % à 10-30 cm de profondeur. L'approvisionnement en base en sol minéral supérieur est meilleur comparé à l'inventaire de l'état des sols de l'année 1992 (BZE I).

Les résultats des expériences de chaulage ainsi que le BZE II montrent des effets positifs surtout en sol supérieur.

Resumen

El resultado total de la evaluación de los bosques de Hessen muestra una atenuación media de la copa de 22%. Con eso, el estado de la copa boscosa se empeoró levemente en comparación con el año pasado.

Actualmente la tasa de mortalidad de 0,1 % es muy baja. La cuota de daños más graves con un 2 % también muestra un bajo nivel.

A pesar de las temperaturas medias del año, se observa una tendencia pronunciada al calentamiento tanto en verano como en el invierno.

Debido a la realización de medidas para la reducción de la contaminación del aire las imisiones de ácidos se redujeron drásticamente desde finales de los años 80.

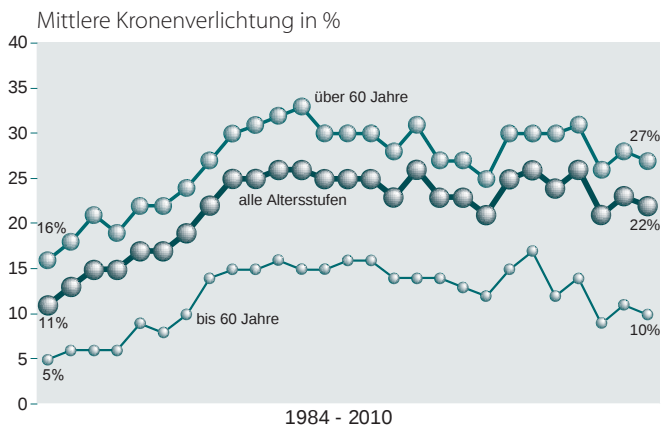
No obstante, la recogida del estado de suelos (BZE II) muestra que en profundidades de 5-10 cm y de 10-30 cm un 65% respectivamente 70 % de los sitios forestales se tornó gravemente ácido.

Hoy, la capa superior del suelo mineral es mejor abastecido con bases en comparación con la BZE I. Los resultados de áreas de pesquisa comparando sitios encalados con sitios no-encalados demuestran impactos positivos del encalamiento principalmente en las capas superficiales del suelo.

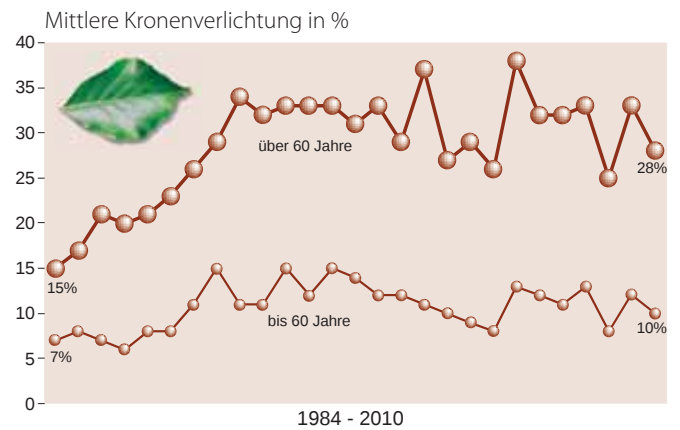


Hauptergebnisse

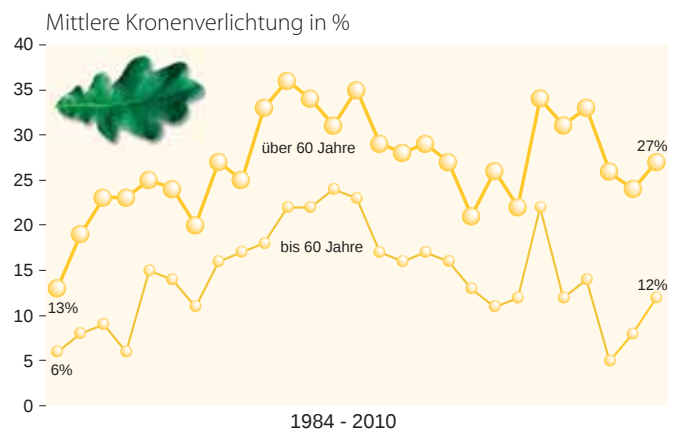
Alle Baumarten



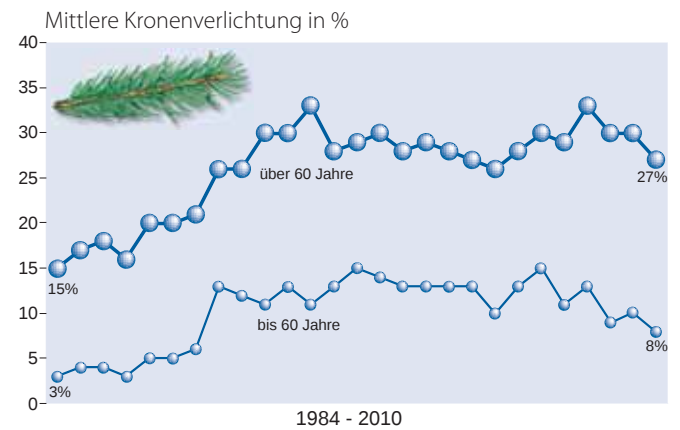
Buche



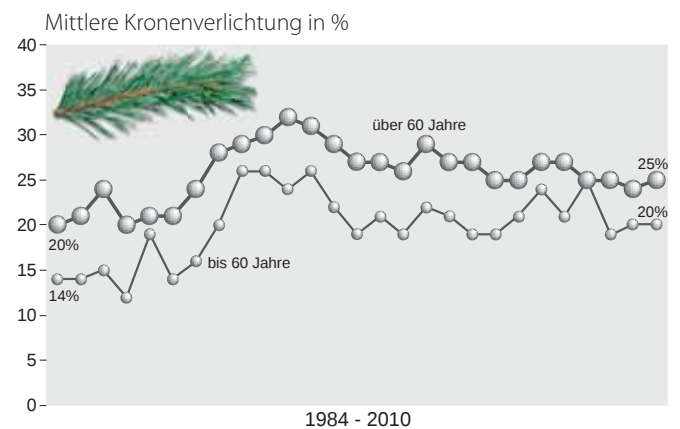
Eiche



Fichte



Kiefer



Hauptergebnisse

Waldzustand

Der Kronenzustand des hessischen Waldes hat sich 2010 mit einer mittleren Kronenverlichtung von 22 % im Vergleich zum Vorjahr mit 23 % geringfügig verbessert.

Der Wert für die älteren Bäume hat sich von 28 % (2009) auf 27 % verringert. Die Kronenverlichtung der jüngeren Bäume ist von 11 % (2009) auf 10 % zurückgegangen.

Die Baumarten

Bei der älteren Buche zeigt sich im Vergleich zum Vorjahr eine erhebliche Verbesserung des Belaubungszustandes. Die mittlere Kronenverlichtung hat sich von 33 % im Jahr 2009 auf aktuell 28 % verringert. Diese Entwicklung steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Ausbleiben der Fruchtbildung in diesem Sommer. Der Anteil fruktifizierender Buchen in der Altersstufe über 60 Jahre liegt 2010 bei unter 1%. Im letzten Jahr fruktifizierten 97 % der älteren Buchen.

Die Kronenverlichtung der älteren Eiche hat sich dagegen erhöht (2009: 24 %; 2010: 27%). Das nach dem Rückgang der Fraßschäden durch Eichenwickler und Frostspanner in den Jahren 2008 und 2009 sofortige Wiederauftreten der Fraßgesellschaft hat sich auf den Kronenzustand der Eiche insgesamt negativ ausgewirkt. Zum ersten Mal im Beobachtungszeitraum ist für die Eiche zwischen Phasen hoher Insektendichten (Gradationen) keine mehrjährige Erholungsphase eingetreten.

Die Kronenverlichtung der älteren Fichte zeigt im Vergleich zum Vorjahr eine Verbesserung (2009: 30 %; 2010: 27 %). Aufgrund der günstigen Witterungssituation war der Befall durch Borkenkäfer an der Fichte 2010 insgesamt auf einem geringen Niveau. Bei der älteren Kiefer blieb die mittlere Kronenverlichtung nahezu unverändert: 24 % (2009) gegenüber 25 % (2010).

Absterberate

Die diesjährige Absterberate (alle Bäume, alle Alter) liegt bei 0,1 % und damit auf einem insgesamt sehr geringen Niveau. Im Beobachtungszeitraum zeigen sich erhöhte Absterberaten nach Sturmwürfen, wie es das Beispiel Wiebke 1990 belegt, sowie nach Trockenjahren, wie es 2003 und die nachfolgenden beiden Jahre veranschaulichen.

Rhein-Main-Ebene

In der längerfristigen Betrachtung seit 1984 liegt insbesondere bei den jüngeren Bäumen die Kronenverlichtung in der Rhein-Main-Ebene stets höher als im hessischen Landesdurchschnitt. Die Ergebnisse zeigen zudem eine besondere Belastung der älteren Eichen: Bei nahezu gleichem Ausgangsniveau zu Beginn der Zeitreihe hat sich die Kronenverlichtung in der Region von 14 % (1984) auf 41 % (2010) erhöht, im Land Hessen dagegen von 13 % auf 27 %. Die festgestellten Belastungen der Wälder in der Rhein-Main-Ebene sind neben Säure- und Stickstoffeinträgen auch durch Grundwasserabsenkungen, besondere Witterungs- und Klimabedingungen, Gradationen des Maikäfers sowie bei der Kiefer durch die Ausbreitung der Mistel verursacht.

Witterung und Klima

Im vorangegangenen Winter 2009/2010 blieben die Niederschläge nur geringfügig unter dem langjährigen Mittel. Der Sommer 2010 erbrachte überdurchschnittliche Niederschläge (Mai: 139 %; August: 196 %) bei jeweils durchschnittlichen Temperaturen. Dadurch ergab sich für den Wald in vielen Regionen Hessens in der Vegetationszeit 2010 eine günstige Situation des Wasserhaushalts. Trotz der durchschnittlichen Temperaturen des aktuellen Jahres besteht in Hessen mittelfristig seit dem Ende der 1980er Jahre eine deutliche Tendenz zu höheren Temperaturen sowohl im Sommer- als auch im Winterhalbjahr.

Stoffeintrag und Bodenzustand

2009 betrug der Gesamtsäureeintrag im Mittel der untersuchten Buchenflächen 1,4 kmol_c/ha und 2,0 kmol_c/ha im Mittel der Fichtenflächen. Durch die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung ging der Gesamtsäureeintrag seit Ende der 1980er Jahre deutlich zurück, übersteigt jedoch nach wie vor das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte.

Die aktuellen Ergebnisse der Bodenzustandserhebung (BZE) II zeigen, dass nach wie vor in den Tiefenstufen 5-10 cm und 10-30 cm 65 % bzw. 70 % der hessischen Waldstandorte stark versauert sind. Zum Teil hat eine weitere Basenverarmung stattgefunden.

Im Gegensatz dazu haben sich seit der BZE I von 1992/93 die Basengehalte des obersten Mineralbodens in Hessen verbessert. Für die Bodenschicht 0-5 cm nahmen die basenarmen Standorte von 40 % auf 36 % ab, die der basenreichen von 22 % auf 27 % zu. Dies ist vor allem auf die in Hessen durchgeführte Bodenschutzkalkung sowie weitere waldbauliche Maßnahmen (vermehrter Laubholzanbau) zurückzuführen. Die Bodenschutzkalkung ist standortselektiv fortzuführen.

Ein Viertel der Fichten weist nach der BZE II sehr geringe bis geringe Magnesium-Gehalte in den Nadeln auf.

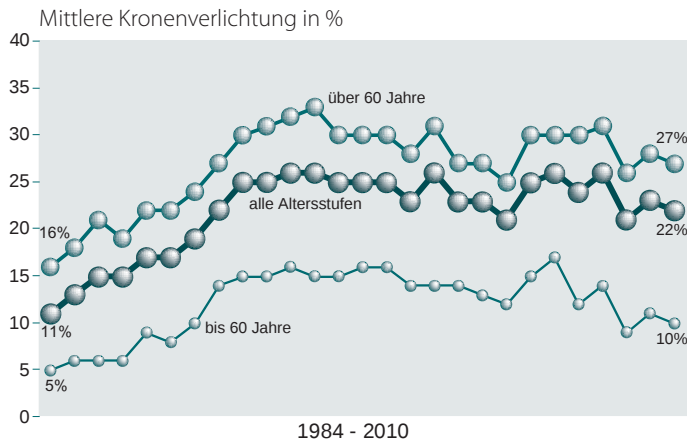
Stickstoff

Die Stickstoffeinträge verbleiben trotz einer insgesamt leicht rückläufigen Tendenz auf einem zu hohen Niveau. 87 % der Fichten weisen nach den Ergebnissen der BZE II in ihren Nadeln eine hohe bzw. sehr hohe Stickstoff-Versorgung auf. Eine Bewertung dieser Ergebnisse verdeutlicht, dass die N-Einträge in die Wälder zu hoch sind.

Fazit

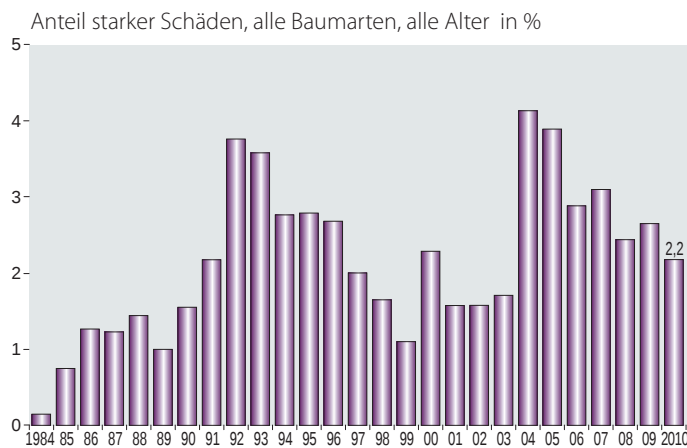
Die nun schon für über zweieinhalb Jahrzehnte vorliegende Zeitreihe der Waldzustandserhebungen stellt in Verbindung mit den Ergebnissen der Bodenzustandserhebung eine hervorragende Basislinie zur Interpretation künftiger Auswirkungen von Stoffeinträgen und Klimaveränderung auf Vitalität und Stabilität der Waldökosysteme dar. Die Dauerbeobachtung der Wälder sichert als Frühwarnsystem eine nachhaltige Entwicklung der Wälder.

Alle Baumarten



Mittlere Kronenverlichtung

Im Vergleich zum Vorjahr hat sich die durchschnittliche Kronenverlichtung (alle Bäume, alle Alter) von 23 % auf 22 % verringert. Bei den jüngeren Bäumen (bis 60 Jahre) reduzierte sie sich von 11 % (2009) auf 10 %, bei den älteren Bäumen (über 60 Jahre) von 28 % auf 27 %.



Anteil starker Schäden

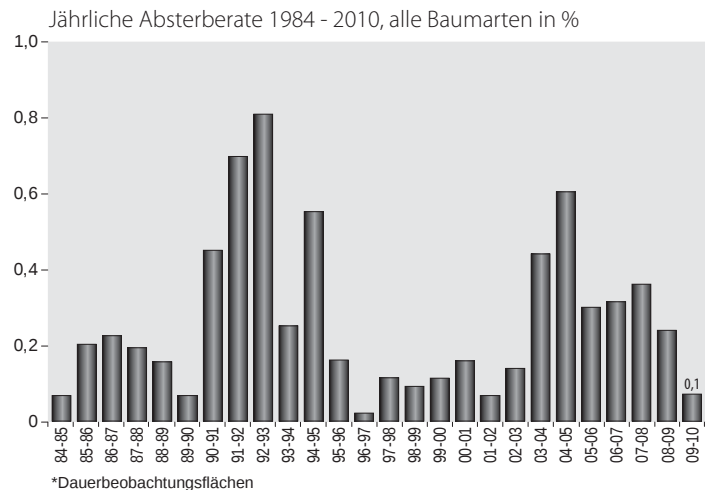
Insgesamt liegt der Anteil starker Schäden (Kronenverlichtung über 60 %) über alle Baumarten und alle Alter mit durchschnittlich 2 % auf einem geringen Niveau. Der Anteil starker Schäden hat sich bei den älteren Bäumen von 4 % (2009) auf 3 % und bei den jüngeren von 2 % (2009) auf 1 % verringert. Neben den jährlichen Absterberaten in der Übersichtserhebung kommt dem Anteil der Bäume mit starker Kronenverlichtung eine Weiserfunktion zu.



Alle Baumarten

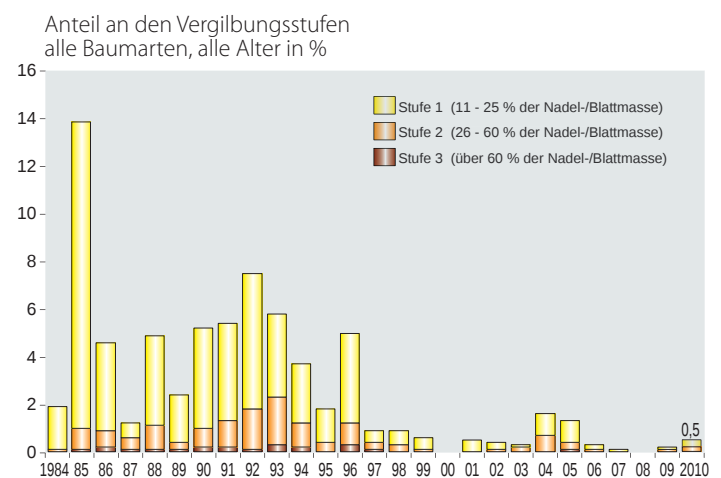
Absterberate

Die Absterberate (alle Bäume, alle Alter) liegt 2009/2010 mit 0,1 % nochmals unter der des Vorjahres (0,2 %). Im langjährigen Mittel der Jahre 1984-2010 ergibt sich mit 0,3 % eine insgesamt geringe Absterberate. Nach dem Trockenjahr 2003 waren für zwei Jahre erhöhte Werte festzustellen. Auch in Folge der gravierenden Sturmwürfe Anfang der 90er 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 90er Jahre gehen die Vergilbungserscheinungen nochmals deutlich zurück und werden nur noch vereinzelt festgestellt. Bodenschutzkalkungen haben durch das im Kalk enthaltene Magnesium in Verbindung mit waldbaulichen Maßnahmen dazu beigetragen, das Auftreten dieser Mangelerscheinung zu reduzieren.



Forstliche Umweltkontrolle in Hessen

In Hessen liegt die Forstliche Umweltkontrolle in Händen der seit nahezu fünf Jahren bestehenden Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. Ein Grund zur Freude über das gemeinsam mit den Ländern Niedersachsen und Sachsen-Anhalt in dieser Zeit Erreichte, gleichzeitig aber auch ein Zeitpunkt über veränderte Aufgaben und Fragestellungen im Forstlichen Umweltmonitoring nachzudenken.

Die Erfassung und Bewertung des Waldzustands hat vor allem zur Aufgabe, Beiträge zur Entscheidungsfindung im Forstbetrieb zu leisten.

- An erster Stelle steht hier der forstliche Standort. Wie wirken sich Umweltveränderungen auf den Boden aus, wie entwickeln sich die Bedingungen des Wasserhaushalts, der Nähr- und Schadstoffe im Boden, wie schnell treten mögliche Veränderungen ein? Wie können die an Böden einzelner Waldorte gemessenen Befunde auf die gesamte Waldfläche übertragen werden? Welche Empfehlungen können dem Waldmanagement gegeben werden, Wälder an wahrscheinliche Entwicklungen anzupassen und so eine nachhaltige Entwicklung, Leistung und Nutzung zu gewährleisten?
- Eng verbunden mit Fragen des Wasser- und Stoffhaushalts ist das Nährstoffmanagement der Wälder. Wo bestehen Engpässe in der Nährstoffverfügbarkeit? In welchem Umfang kann unter Berücksichtigung des Nährstoffhaushalts zusätzliche Biomasse aus dem Wald genutzt werden? Welche Möglichkeiten hat die Forstwirtschaft, darauf Einfluss zu nehmen? Wann und wo ist eine Fortführung der Bodenschutzkalkung erforderlich?
- An dritter Stelle werden mit dem Umweltmonitoring Ergebnisse zur Vitalität des Waldes und zur Bewertung von Risiken bei der Waldentwicklung erarbeitet. Wie reagieren Bäume auf ein begrenztes Wasserangebot? Unterscheiden sich die verschiedenen Baumarten? Welche Grenz- und Schwellenwerte können definiert werden? Welche Risiken können auf welchen Standorten entstehen? Wie können durch Baumartenwahl und Waldmanagement Risiken verringert werden? Wie können die Indikatoren weiterentwickelt werden, wie deren Bewertungsmaßstäbe? Wie können sektorale Ansätze zu einem integrierenden Frühwarnsystem für den Forstbetrieb werden?

Neben der betrieblichen Fragestellung dienen Erhebungen der Forstlichen Umweltkontrolle den Aufgaben der Daseinsvorsorge im Wald. Wald hält in Hessen einen Flächenanteil von 42 %, ist demnach ein wesentliches Element von Natur und Landschaft. Fragen der Daseinsvorsorge in Waldgebieten betreffen beispielsweise die Reinhaltung der Luft, die Qualität des Wassers, die Vielfalt der Lebewesen, den Schutz des Bodens, die Klima schützende Rolle des Waldes sowie Natur und Umwelt als Ganzes.

Zur Erarbeitung der Informationen unterhält die Abteilung Umweltkontrolle in Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt ein Netz von 29 Intensiven Monitoringflächen. Die ältesten dieser Flächen bestehen seit Ende der 60er Jahre. Auf den Flächen des Intensiven Monitorings werden Daten zu einer Vielzahl der ökologisch relevanten Prozesse erhoben. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang Wassereinzugsgebiete, die besonders gute Informationen zum Wasserhaushalt und zu seiner Modellierung ermöglichen. Ergänzt werden die

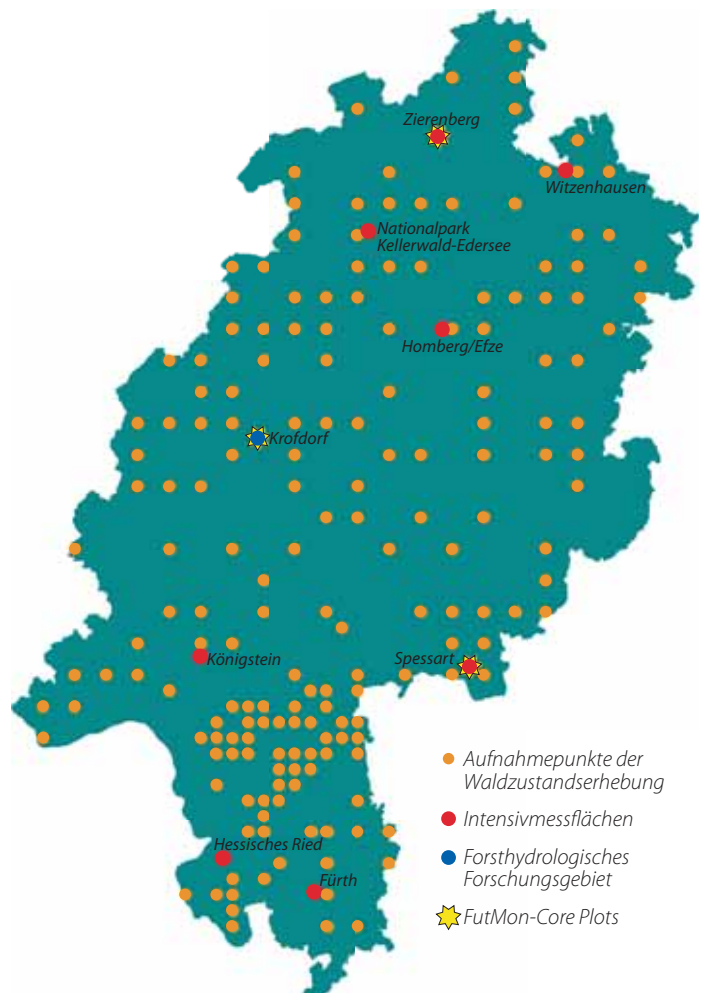
intensiven Untersuchungen durch ein Netz von Übersichtserhebungen, auf denen viele Informationen jährlich aktuell erfasst werden. Für manche Fragestellungen liegen zudem experimentelle Ansätze unter Waldbedingungen vor.

Das Umwelt-Labor der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt

Das Umwelt-Labor der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt wurde 1989 eingerichtet und führt seitdem anorganisch-chemische Analysen von Boden-, Humus-, Pflanzen- und Wasserproben durch. Es werden Proben im Rahmen von Forschungsprojekten der vier Abteilungen der Versuchsanstalt oder im Rahmen der fachlichen Beratung von Forstämtern untersucht. Der größte Teil der Proben stammt aus den Umweltmonitoring-Programmen der drei Träger-Länder und dem Niedersächsischen Bodenschutzprogramm sowie bis 2009 aus Aufträgen für die Standortskartierung des Niedersächsischen Forstplanungsamtes. Zuletzt wurden vor allem Proben für die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE II) und das europaweite FutMon-Programm untersucht.

Dank modernster Laborgeräteausstattung wird ein großer Untersuchungsumfang abgedeckt.

Verschiedenartige Aufschlüsse von Boden-, Pflanzen- und Humusmaterial werden ebenso durchgeführt wie unterschiedliche Extraktionsmethoden wie z. B. die Bestimmung der Austauschkapazität von Boden und Humus. Dazu kommen bodenphysikalische Parameter wie die Bestimmung des Feinbodenanteils, der Trockenraumdichte, des Humusvorrats und



Forstliche Umweltkontrolle in Hessen



des Wassergehaltes. In den Wasserproben sowie den entsprechenden Extrakten und Aufschlüssen können je nach Fragestellung alle wichtigen Hauptnährstoffe, die verschiedenen Kohlenstofffraktionen sowie die Alkalinität, der pH-Wert, die Leitfähigkeit und auch die Schwermetalle (Cd, Cu, Zn, Pb, Cr, Co, Ni) gemessen werden.

Die Laborabläufe werden über ein Labor-Informations- und Management-System (LIMS) gesteuert. Das System beinhaltet neben der Speicherung aller Analysedaten eine vollständige Dokumentation aller Vorbereitungs-, Untersuchungs- und Messmethoden sowie eine automatisierte Qualitätskontrolle (Datenprüfungen, Ionenbilanzen, Führung von Kontrollkarten etc.) und die Kostenabrechnung. Jährlich werden etwa 25.000 Analyseeinheiten bearbeitet.

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.

Aufnahmeumfang

Die Waldzustandserhebung erfolgt auf mathematisch-statistischer Grundlage. Auf einem systematisch über Hessen verteilten Rasternetz werden seit 1984 an jedem Erhebungspunkt 32 dauerhaft markierte Stichprobenbäume begutachtet. Die Rasterweite des landesweiten Stichprobennetzes beträgt 8 km x 8 km, derzeit gehören 139 Erhebungspunkte zum Stichprobenkollektiv. Insgesamt wurden 2010 auf diesem Netz 4159 Bäume erfasst. Der Aufnahmeumfang ermöglicht repräsentative Aussagen zum Waldzustand auf Landesebene. Aufgrund der besonderen Belastungssituation des Waldes in der Rhein-Main-Ebene wird dort eine Erhebung im 4 km x 4 km-Raster durchgeführt, um repräsentative Aussagen zum Kronenzustand in dieser Region zu erhalten. Insgesamt werden in der Rhein-Main-Ebene zusätzlich 37 Flächen aufgenommen.

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 %-Stu-

fen 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 Werte 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.

Qualitätssicherung

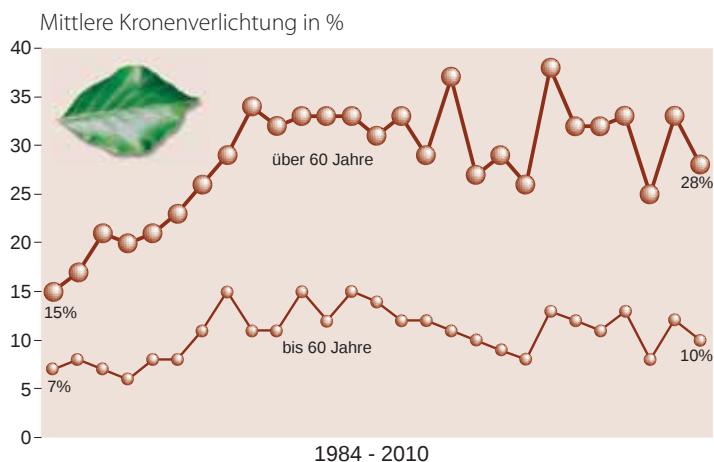
Seit 1984 besteht eine methodisch einheitliche Zeitreihe der Waldzustandserhebung in Hessen. Die Einheitlichkeit der Erhebung wird durch den Einsatz langjährig erfahrenen Fachpersonals gewährleistet. Zur Standardisierung in räumlicher und zeitlicher Hinsicht dienen bundesweit erarbeitete Bilderserien, Trainingspfade sowie nationale und internationale Abstimmungen. Seit 2006 findet zu Beginn der Erhebung im Juli eine gemeinsame Schulung der Aufnahmeteamer für die Länder Hessen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt statt. Plausibilitätsanalysen sowie Kontrollbonituren sichern die Ergebnisse der Waldzustandserhebung ab.

Ersatzbaumauswahl

Die Erfassung des Kronenzustandes der Waldbäume wird – soweit möglich – immer an denselben markierten Bäumen vorgenommen. Da die Waldbestände, in denen sich die Erhebungspunkte der Waldzustandserhebung befinden, der normalen Waldbewirtschaftung unterliegen, scheidet von einem Aufnahmejahr zum nächsten ein Teil der Stichprobenbäume aus dem Aufnahmekollektiv aus. Der häufigste Grund für das Ausscheiden von Stichprobenbäumen ist seit Beginn der Erhebungen die Entnahme aufgrund planmäßiger Holznutzung. Ausgeschiedene Stichprobenbäume werden nach einem festgeschriebenen systematischen Verfahren durch benachbarte Bäume ersetzt. Dies ist nötig, damit die Ergebnisse der Inventur immer den aktuellen Waldzustand darstellen.



Buche



Ältere Buche

Bei der älteren Buche zeigt sich im Vergleich zum Vorjahr eine erhebliche Verbesserung des Kronenzustandes. Direkt einhergehend mit dem Ausbleiben der Fruchtbildung in 2010 – 2009 fruktifizierten 97 % der älteren Buchen – hat sich die mittlere Kronenverlichtung von 33 % (2009) auf 28 % verringert.

Nach dem deutlichen Anstieg der Kronenverlichtung im Zeitraum 1984-1992, einer Stagnation auf nahezu gleichbleibendem 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.

Jüngere Buche

Bei der jüngeren Buche hat sich die mittlere Kronenverlichtung von 12 % (2009) auf 10 % verringert.

Starke Schäden

Der Anteil starker Buchenschäden (alle Alter) zeigte nach dem Trockenjahr 2003 einen sprunghaften Anstieg von 2 % auf 6 % (2004). Seit dieser Zeit verringert sich der Anteil starker Schäden wieder. In 2010 liegt der Anteil mit 3 % geringfügig über dem Niveau des langjährigen Mittels (2 %).

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 vier Erhebungsjahren ist im großen Stichprobenkollektiv keine Buche abgestorben.

Die Fruchtbildung der Buche

Für die ökosystemare Dauerbeobachtung in Wäldern ist die Fruchtbildung der Buche von besonderer Bedeutung, weil die Häufigkeit und Intensität der Fruktifikation eine Reaktion des Baumes auf die Witterung der Vorjahre wie auch auf anthropogene Umweltveränderungen darstellt. Früchte sind die Grundlage der natürlichen Verjüngung der Wälder. Zu ihrer Entwicklung werden in erheblichem Umfang Kohlenhydrate, Fette und Nährstoffe benötigt. Die Erfassung der Fruktifikation ist deshalb eine wichtige Aufgabe im Rahmen einer Bewertung der Baumvitalität.

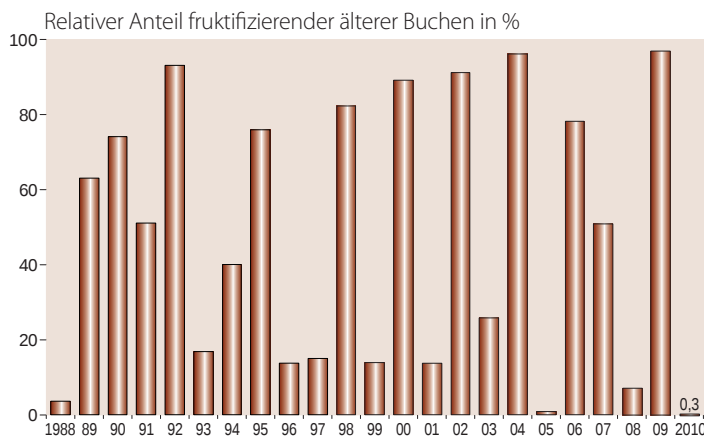


Seit 1988 wird die Fruktifikationsintensität der Buche in Hessen in einer methodisch vergleichbaren Weise bonitiert.

Häufigkeit und Intensität der Fruchtbildung an der Buche

Zeigte sich in 2009 mit 97 % der bislang höchste Anteil fruktifizierender Buchen im 26jährigen Beobachtungszeitraum, so blieb die Fruchtbildung 2010 nahezu vollständig aus. Der Anteil fruktifizierender Buchen lag unter 1%.

Die Ergebnisse seit 1989 zeigen die Tendenz, dass die Buche in kürzeren Abständen und vielfach stärker fruktifiziert, als es nach früheren Angaben zu erwarten gewesen wäre. Dies steht in Zusammenhang mit einer Häufung warmer Jahre wie auch einer erhöhten Stickstoffversorgung der Bäume. Literaturbefunde belegen im Gegensatz zu der heutigen Situation für den Zeitraum von 1850 bis in die 70er Jahre des 20. Jahr-



Buche

hunderts eine ausgeprägte Periodizität der Fruchtbildungen mit lediglich ein bis zwei guten bis sehr guten „Masten“ im Jahrzehnt.

Die Fruchtbildung der Buche ist ein Schlüsselindikator für den Nachweis von Umweltveränderungen in unseren Wäldern.

Stärkere Kronenverlichtungen und Trockenäste an freistehenden Buchen

Im Sommer 2009 wurde regional eine vorzeitige Laubverfärbung und verfrühter Blattfall bei der Buche beobachtet. Besonders betroffen waren Randbuchen und frei stehende Bäume mit sehr starker Fruktifikation. Das Phänomen des vorzeitigen Blattfalles ist im Wesentlichen auf Trockenstress,

Strahlungs- und Temperaturspitzen sowie auf einen erhöhten Wasserverbrauch aufgrund der starken Fruchtbildung zurückzuführen.

Im Herbst 2009 wurden in betroffenen Lagen von der NW-FVA zusätzlich Beobachtungsbäume ausgewählt und im Juni 2010 erneut in Augenschein genommen: Die im August 2009 stark mit Blattverfärbung und Blattfall zeichnenden Buchen haben 2010 wieder gut ausgetrieben. Teilweise waren im Juni 2010 in der Kronenperipherie aber trockene und abgestorbene Zweigspitzen zu erkennen.

Die Merkmale einer Vitalitätsschwäche der Buche sind vor allem in älteren und stark aufgelichteten Beständen zu erkennen. Auf diesen Flächen wird die Vitalitätsentwicklung der Buche in Zukunft intensiver untersucht.



Eiche

Ältere Eiche

Die Kronenverlichtung der älteren Eiche hat sich um 3 %-Punkte erhöht (2009: 24 %; 2010: 27 %).

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 80er Jahre bzw. Mitte der 90er Jahre zeigte sich seit 2004 eine erneute Periode einer ausgeprägten Gradation der sog. Eichenfraßgesellschaft.

Nach dem Rückgang der Fraßschäden durch Eichenwickler und Frostspanner in den Jahren 2008 und 2009 hat sich das sofortige Wiederauftreten der Fraßgesellschaft insgesamt negativ auf den Kronenzustand der Eiche ausgewirkt. Zum ersten Mal im Beobachtungszeitraum ist zwischen den Gradationen keine mehrjährige Erholungsphase für die Eiche eingetreten. 2008 wurden an 21 % der Eichen Fraßschäden festgestellt, in 2009 waren nur 10 % der älteren Eichen befallen. In 2010 hat sich der Anteil erkennbarer Fraßschäden an älteren Eichen direkt wieder auf 63 % erhöht. Die Fraßintensität war dabei jedoch nur schwach ausgeprägt (55 %: geringe Fraßschäden). 14 % der Eichen zeigten Mehlaufbefall.

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 8 % (2009) auf 12 % erhöht.

Starke Schäden

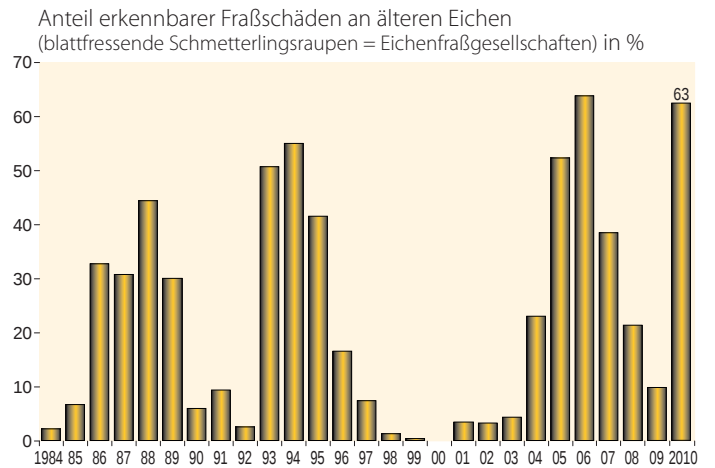
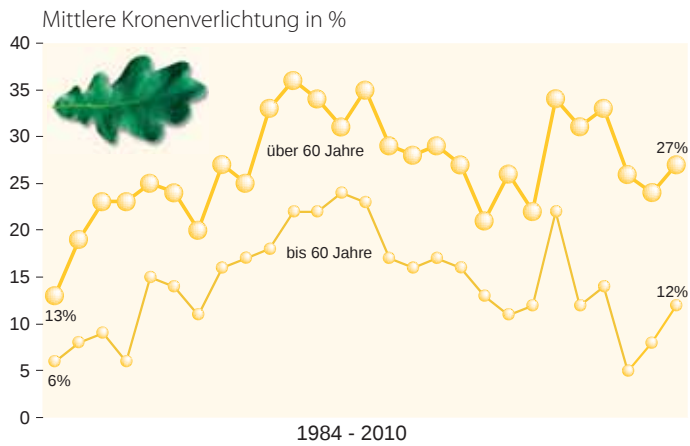
Der Anteil starker Eichenschäden liegt 2010 wie auch im langjährigen Mittel bei 2 %.

Absterberate

Auch die diesjährige Absterberate der Eiche liegt mit 0,2 % bei einem mittleren Wert der Jahre 1984-2010.



Eiche



Fichte

Ältere Fichte

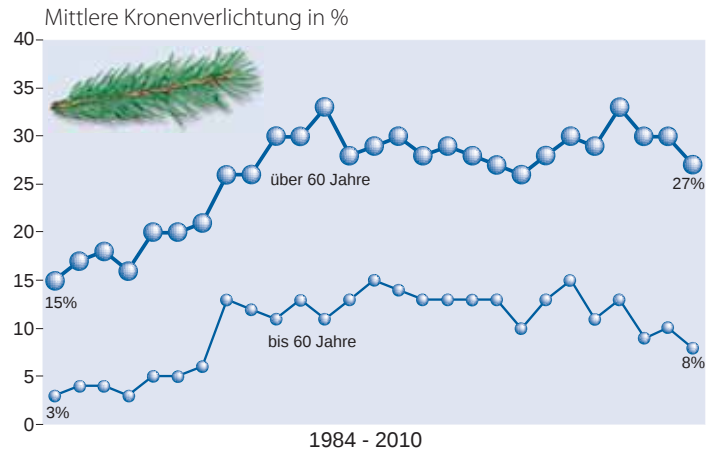
Bei der älteren Fichte hat sich die mittlere Kronenverlichtung von 30 % (2009) auf 27 % verringert. Nach dem Trockenjahr 2003, den Auswirkungen des Sturms „Kyrill“ und Befall durch Borkenkäfer zeigte sich bis 2007 ein Anstieg der Kronenverlichtung. Infolge des Abklingens dieser Stressfaktoren hat sich der Kronenzustand in den letzten 3 Jahren verbessert.

Jüngere Fichte

Auch bei der jüngeren Fichte hat sich die mittlere Kronenverlichtung von 10 % (2009) auf 8 % verringert.

Starke Schäden

Bei der Fichte war der Anteil starker Schäden nach dem Trockenjahr 2003 von 1 % auf bis zu 4 % in 2005 angestiegen. In 2010 zeigen nur noch 1% der Fichten starke Schäden.



Absterberate

Die Absterberate der Fichte liegt im Mittel der Jahre 1984-2010 bei 0,4 %. Im Anschluss an die Sturmwürfe Anfang der 90er Jahre und 2007 sowie nach dem Trockenjahr 2003 wurden für einige Jahre erhöhte Absterberaten (bis 1,8 %) ermittelt. In 2010 liegt die Absterberate bei nur 0,1 %.



Kiefer

Ältere Kiefer

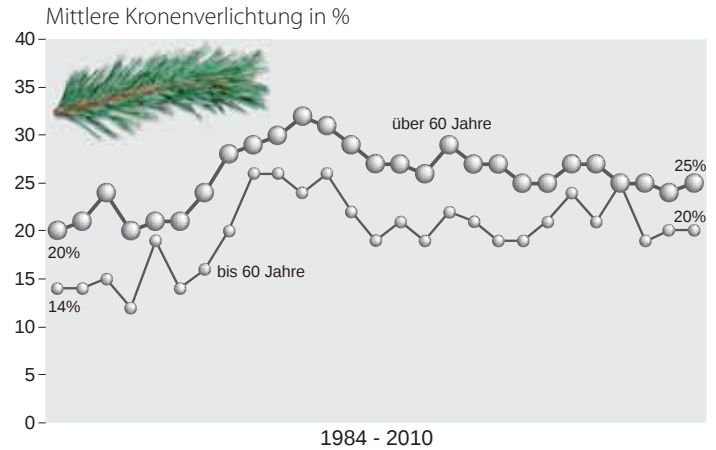
Die mittlere Kronenverlichtung der älteren Kiefer hat sich von 24 % (2009) auf 25 % geringfügig erhöht. Insgesamt zeigt die ältere Kiefer – im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten – während des Beobachtungszeitraums den geringsten Anstieg der Kronenverlichtung.

Jüngere Kiefer

Die mittlere Kronenverlichtung der jüngeren Kiefer bleibt mit einem Wert von 20 % im Vergleich zum Vorjahr unverändert.

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 noch 2 %.



Absterberate

Die Absterberate der Kiefer schwankt im Erhebungszeitraum zwischen 0 % und 1,5 %. In den letzten vier Jahren hat sich die Absterberate stetig verringert. In 2010 liegt sie bei nur 0,1 % und damit deutlich unter dem Mittel der Zeitreihe (0,5 %).



Rhein-Main-Ebene

Wald in der Rhein-Main-Ebene

Auch in der Rhein-Main-Ebene hat sich der Zustand der Baumkronen 2010 leicht verbessert.

Bei den jüngeren Bäumen verringerte sich die mittlere Kronenverlichtung von 16 % (2009) auf 15 %, bei den älteren Bäumen von 30 % auf 28 %.

Seit 1984 liegt insbesondere bei den jüngeren Bäumen die Kronenverlichtung in der Rhein-Main-Ebene deutlich höher als im hessischen Landesdurchschnitt.

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 belastete Situation.

Bei nahezu gleichem Ausgangsniveau zu Beginn der Zeitreihe hat sich die Kronenverlichtung der älteren Eiche in der Region von 14 % (1984) auf 41 % (2010) erhöht, im Land Hessen dagegen von 13 % auf 27 %.

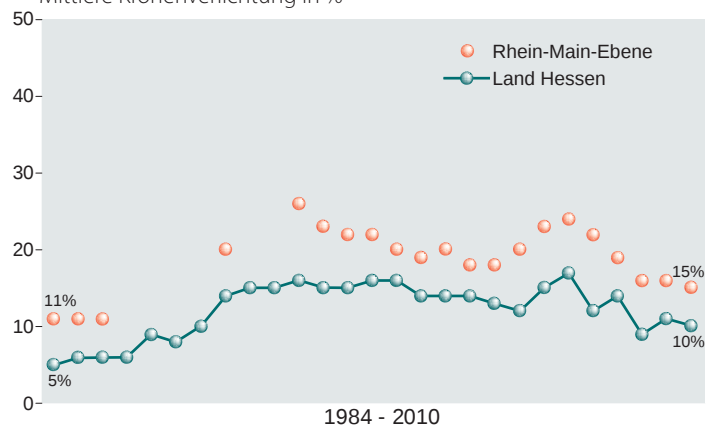
Die kritische Situation der Eiche in dieser Region zeigt sich auch am Anteil von Bäumen mit starken Kronenverlichtungen (von mehr als 60 %). Mitte der 80er Jahre lag der Anteil dieser stark verlichteten Eichen noch zwischen 0,4 % und 3,2 %. Mitte der 90er Jahre sind es bereits knapp 20 % starke Schäden. Nach einer Phase eines verbesserten Kronenzustandes 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 tritt eine Verringerung des Anteils ein. In 2009 lag der Anteil stark geschädigter älterer Eichen in der Rhein-Main-Ebene bei 13 %, in 2010 bei 11 %. Für Gesamthessen liegt der Wert in diesem Jahre dagegen bei nur 2 %.

Im Zeitraum 2002 bis 2010 erhöhte sich der Anteil von Kiefern mit Mistelbefall insgesamt von 29 % auf 39 % deutlich. Zwar ist die Mistel als natürlicher Begleiter von Wäldern anzusehen, ihr gehäuftes Vorkommen kann jedoch als Hinweis auf ökologische Ungleichgewichte interpretiert werden.

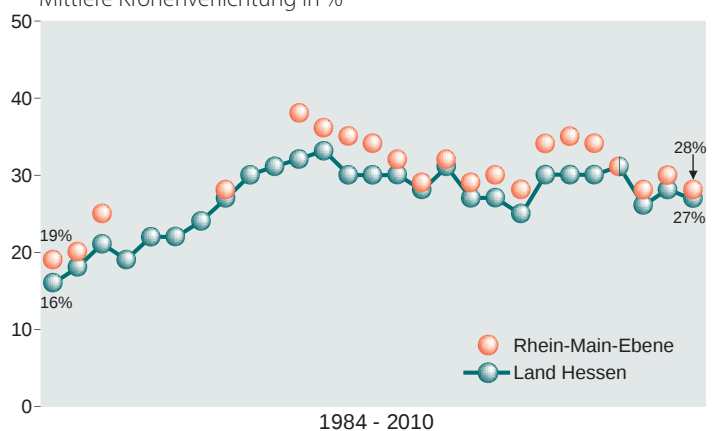
Wesentlich für die Destabilisierung der Eichenbestände in der Rhein-Main-Ebene sind Veränderungen des Wasserhaushaltes (Grundwasserabsenkungen), eine seit 1988 zu warme und zu trockene Witterung, Wasserverknappung sowie Insektengradationen der sogenannten Eichenfraßgemeinschaft und insbesondere des Maikäfers. Darüber hinaus sind Schadstoffbelastungen durch eine große Dichte von Industrieanlagen und Verkehrswegen sowie viele Randeffekte durch Waldzerschneidungen zu berücksichtigen.



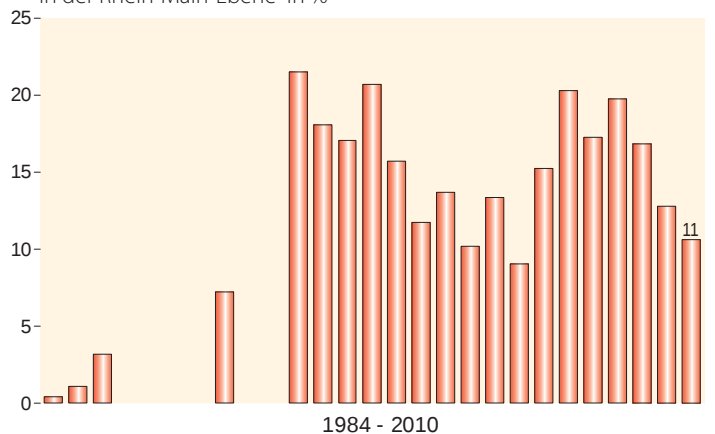
Alle Baumarten, bis 60 Jahre
Mittlere Kronenverlichtung in %



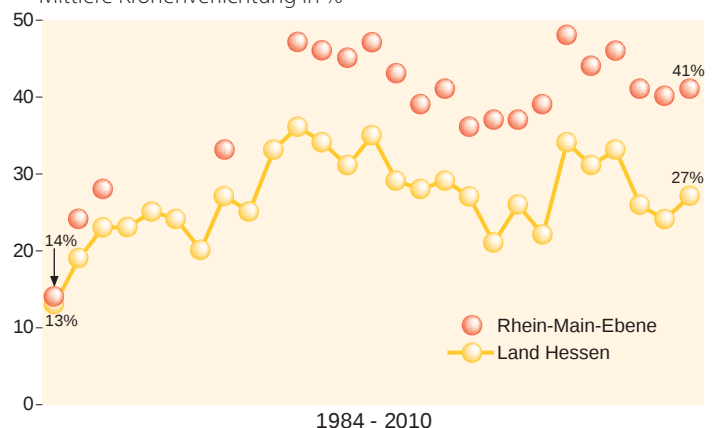
Alle Baumarten, über 60 Jahre
Mittlere Kronenverlichtung in %



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



Eiche, über 60 Jahre
Mittlere Kronenverlichtung in %



Rhein-Main-Ebene

Machbarkeitsstudie zur wasserwirtschaftlichen und technischen Realisierbarkeit einer Aufspiegelung des Grundwasserleiters in ausgesuchten Waldbereichen des südlichen Hessischen Rieds

Was wäre, wenn das Grundwasser in den Wäldern des Hessischen Rieds wieder so hoch anstünde, dass die Bäume erneut einen dauerhaften Anschluss an die Wasserversorgung aus dem Grundwasser hätten? Können bereits eingetretene Schädigungen ausgeglichen, naturschutzfachlich besonders wertvolle Strukturen und Lebensräume gesichert und zukünftige Waldschäden vermieden oder zumindest vermindert werden?

Um diesen Fragen nachzugehen, war im Juni 2009 zwischen dem Land Hessen und dem Wasserverband Hessisches Ried (WHR) eine Kooperation mit dem Ziel vereinbart worden, die Realisierbarkeit für eine Grundwasseraufspiegelung in ausgewählten Waldbereichen des südlichen und mittleren Hessischen Rieds zu prüfen. Als fachliche Grundlage diente eine Expertise des Landesbetriebs Hessen-Forst vom Juli 2007, mit der unter Berücksichtigung standörtlicher sowie forst- und

naturschutzfachlicher Gesichtspunkte acht sogenannte Aufspiegelungszentren im Gernsheimer-, Jägersburger- sowie im Lorscher- und Bürstädter Wald ausgearbeitet worden waren. Da eine großflächige Anhebung des Grundwasserspiegels mit Hilfe der Infiltration von aufbereitetem Rheinwasser wegen der benötigten Wassermengen, der technischen Umsetzbarkeit und einer großen Vernässungsgefahr für angrenzende Siedlungen und landwirtschaftliche Nutzflächen als solches nicht realisierbar ist, sollten ausgehend von den langjährigen Erfahrungen und Auswertungen der in den Infiltrationsbereichen bestehenden Betriebsreglements mit der Machbarkeitsstudie modellhaft Entwicklungsszenarien zur Sicherung grundwasserstandsabhängiger Waldstandorte und zur Sanierung von bereits geschädigten Waldbereichen erarbeitet werden.



Rhein-Main-Ebene

Die Ausarbeitung der Machbarkeitsstudie soll unter Einhaltung des forstfachlich definierten Zielgrundwasserstandes eine Abschätzung zulassen, ob sich in den ausgewählten Waldbereichen mit bestimmten Maßnahmen und bei gleichzeitiger Wahrung des Siedlungs- und Flächenschutzes vor Vernässung dauerhaft erhöhte Grundwasserstände gegenüber dem im Grundwasserbewirtschaftungsplan (GWBP) definierten Bewirtschaftungskorridor einstellen lassen können und damit ein günstiger Erhaltungszustand der Wälder im Ried erreicht werden kann. Dies soll an den vorhandenen Infiltrationsanlagen des WHR durch Optimierung der Infiltration und über die Errichtung weiterer Infiltrationsstandorte erreicht werden.

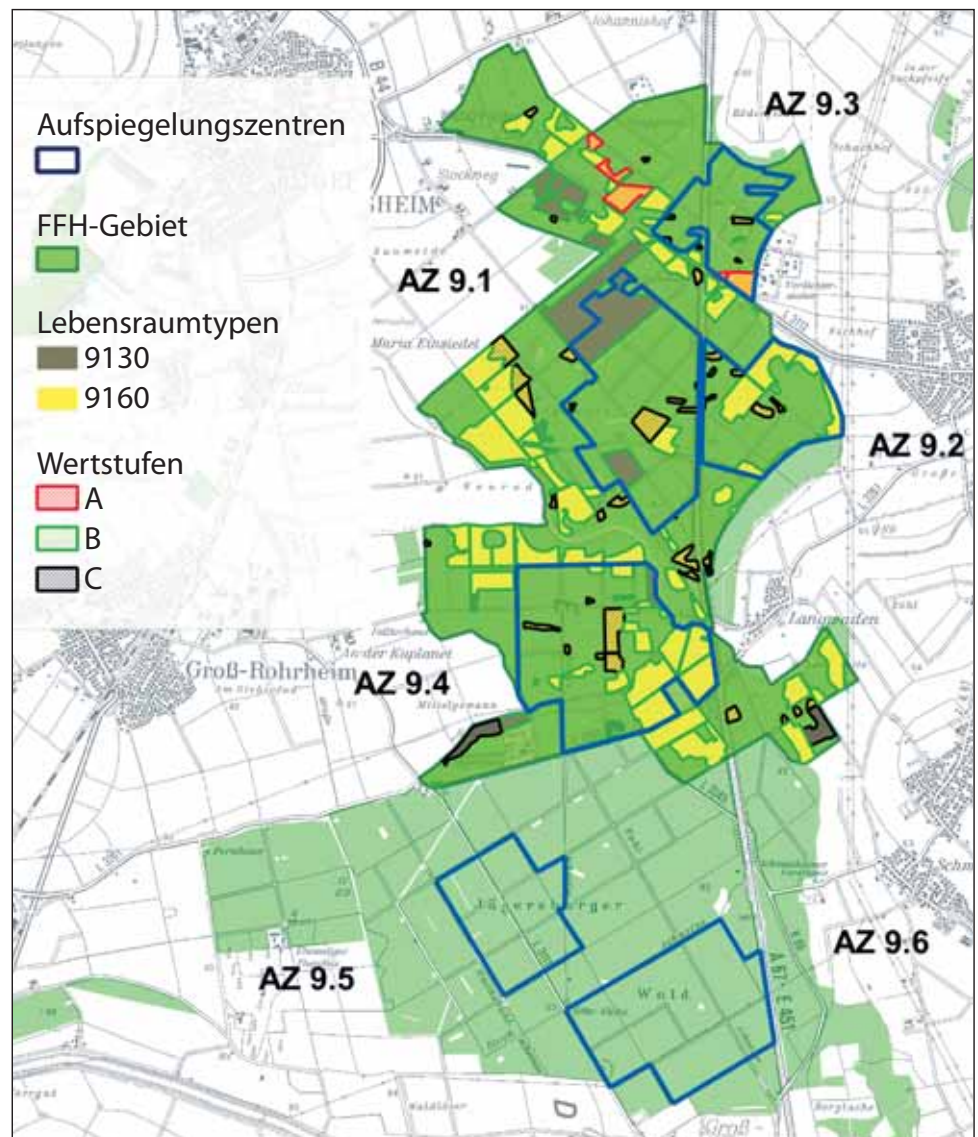
Im Rahmen der vom Land gemeinsam mit dem WHR in Auftrag gegebenen Machbarkeitsstudie werden

- die wasserwirtschaftliche Realisierbarkeit (erforderliche Infiltrationsmengen und -anlagen, Infiltrations- und Fördermengenmanagement) [1],
- die Auswirkungen auf die vorhandene Bebauung und die landwirtschaftlichen Nutzflächen einschließlich möglicher Schutzmaßnahmen gegen Vernässungsschäden [2],
- die Investitions- und Betriebskosten [3],
- sowie die Auswirkungen der Aufspiegelung auf den Wald und die Lebensraumtypen und Arten gemäß Natura 2000-Verordnung [4]

untersucht.

Die Arbeiten zu den Ziffern [1] bis [3] werden von einem Ingenieurbüro für Umweltplanung (BGS Umweltplanung GmbH in Darmstadt) durchgeführt, die Arbeiten zu Ziffer [4] von der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Göttingen. In dem forst- und naturschutzfachlichen Teil der Studie sollen die Szenarien der Waldentwicklung unter derzeitigen Standortbedingungen (bei Einhaltung der Richtwerte des GWBP) und mit den im Ergebnis erreichbaren Grundwassererhöhungen prognostiziert werden, um die Resilienz und die Klimaplastizität der Wälder davon abzuleiten.

Für die Betrachtung der Auswirkungen auf den Wald und die Lebensraumtypen soll auf der Basis der Beschreibung des Ist-Zustandes eine Prognose für die kommenden 30 sowie die nächsten 100 Jahre erfolgen. Hierzu werden computergestützte Simulationsmodelle



FFH-Gebiet und Lebensraumtypen in den Aufspiegelungszentren (AZ) 9.1 bis 9.6 (Gernsheimer und Jägersburger Wald); Lebensraumtyp 9130: Waldmeister-Buchenwälder, 9160: Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder; Wertstufe A: hervorragende Ausprägung, B: gute Ausprägung, C: mittlere bis schlechte Ausprägung

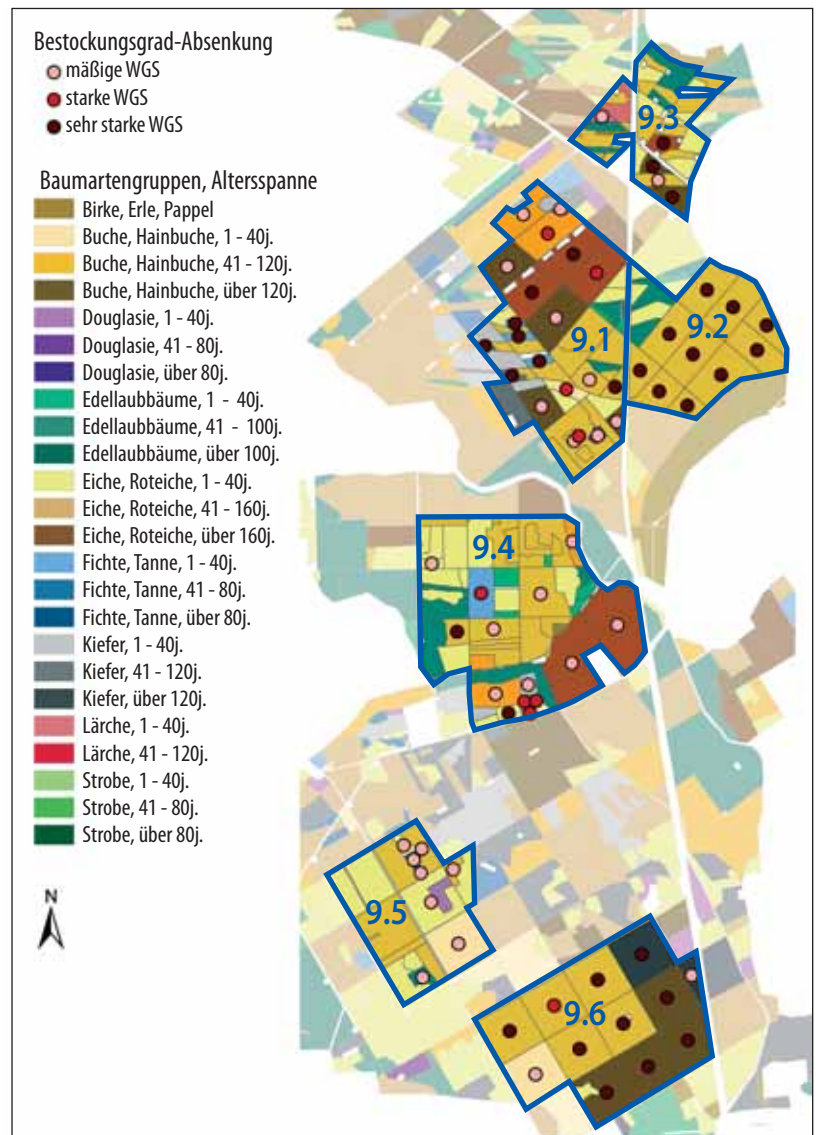
Rhein-Main-Ebene



eingesetzt, die im Rahmen des Verbundprojekts „Waldentwicklungsszenarien für das Hessische Ried“ entwickelt werden.

Die ersten, vorläufigen Ergebnisse der Machbarkeitsstudie (Stand 28.09.2010) deuten darauf hin, dass mit entsprechendem technischen und finanziellen Aufwand eine Aufspiegelung des Grundwasserspiegels grundsätzlich möglich ist und die Vernässungsgefahren durch technische Maßnahmen eingegrenzt werden können. Die Betrachtung des gegenwärtigen Waldzustandes zeigt, dass bei der Auswahl der Aufspiegelungszentren die ökologisch und ökonomisch wertvollsten Bereiche des Waldgebietes gut getroffen wurden und die Bestände, die in diesen Zentren bereits häufig starke Waldgefügestörungen aufweisen, ökologisch saniert werden müssen. Es wird erwartet, dass insbesondere die jungen und mittelalten Bestände, die durch mäßige bis starke Waldgefügestörungen geprägt sind, gut auf eine Anhebung des Grundwasserspiegels reagieren und zukünftig eine höhere Toleranz und Elastizität gegenüber anderen Umwelteinflüssen aufweisen. Dort können die unter dem Natura 2000-Gesichtspunkt besonders wertvollen Lebensräume wie z. B. Sternmieren-Hainbuchen-Stieleichenwälder gesichert bzw. entwickelt werden.

Der überwiegende Teil der sehr stark geschädigten Altbestände wird vermutlich selbst nicht mehr auf eine Verbesserung der Grundwassersituation reagieren können. Es ist davon auszugehen, dass sich der bereits begonnene Absterbe- und Auflösungsprozess in diesen Beständen weiter fortsetzt. Trotzdem dürfte sich aber auch hier eine Anhebung des Grundwasserspiegels insbesondere für den Fortbestand des Waldlebensraumtypus und die anstehende Waldverjüngung langfristig positiv bemerkbar machen.





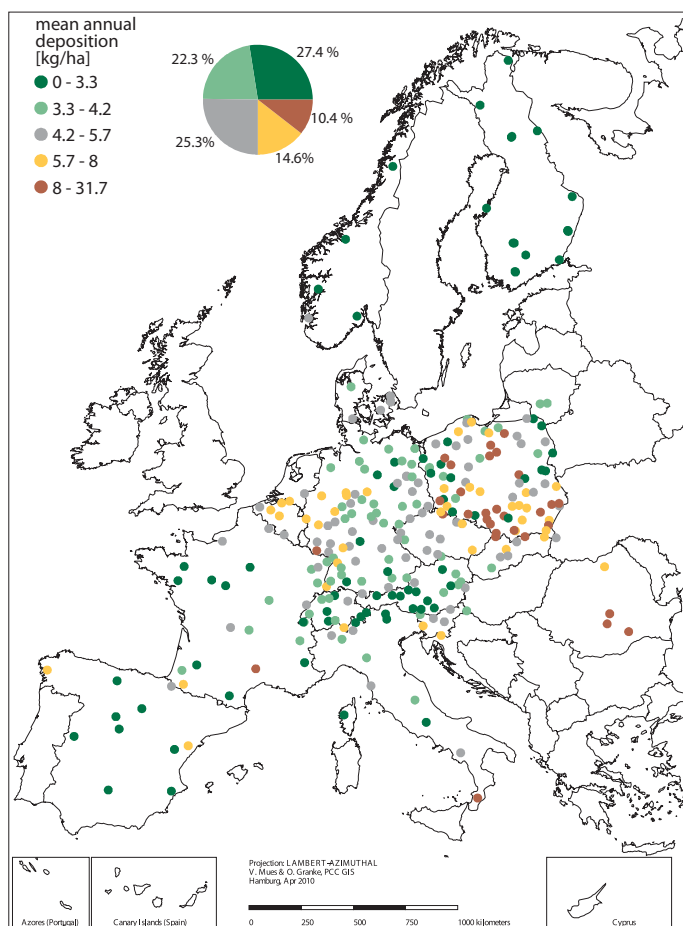
Further Development and Implementation of an EU-Level Forest Monitoring System (FutMon)

Das von der Europäischen Kommission kofinanzierte FutMon-Projekt fördert die europaweite Fortführung und Weiterentwicklung des harmonisierten Forstlichen Umweltmonitorings für die Jahre 2009 und 2010. Zu den Schwerpunkten zählen neben zahlreichen Qualitäts- und Demonstrationsteilprojekten das Extensive und das Intensive Monitoring.

Das Extensive Monitoring (Level I) beinhaltet die jährliche Aufnahme des Kronenzustandes mit Blattverlust und Blattverfärbung sowie die Bestimmung der biotischen und abiotischen Schadfaktoren auf einem 16 km x 16 km Raster.

■ In Hessen werden dazu Untersuchungen auf 29 Flächen durchgeführt.

Die Level I-Aufnahmen vermitteln einen zeitnahen und repräsentativen Überblick über die aktuelle Situation der Vitalität der Wälder und werden europaweit vielfach als Frühwarnsystem für Störungen und Risiken genutzt. Methodisch sind diese Untersuchungen mit dem hessischen Verfahren der Waldzustandserhebung vergleichbar.



Schwefeleinträge auf europäischen Intensiv-Messflächen (Freiland-Deposition)

Das Untersuchungsprogramm des Intensiven Monitorings umfasst neben den Erhebungen zum Zustand der Waldökosysteme insbesondere Messungen der Wasser- und Stoffflüsse in Wäldern, die Aufschluss über wichtige Abläufe in Wäldern geben.

■ In Hessen werden drei Intensiv-Messstationen (Krofdorf, Spessart, Zierenberg) durch das FutMon-Projekt finanziell unterstützt.

Die Erhebungen sind innerhalb des Projektes in Teilprojekte untergliedert.

Das Basismonitoring stellt Daten für die Bereiche Baumvitalität, Zuwachs, Blatt-/Nadelanalyse, Bodenvegetation, Deposition, Luftschadstoffe (Ozon, Ammoniak, Stickstoffoxide, Schwefeldioxid), Bodeninventuren (5-jährig) sowie meteorologische Kennwerte zur Verfügung.

In zusätzlichen Demonstrationsprojekten werden Untersuchungen zu Nährstoffkreisläufen (Bodenlösung und Nährstoffgehalt der Bodenvegetation), zu kritischen Grenzwerten und deren möglichen Überschreitungen („Critical Loads“) sowie zum Wasserhaushalt (bodenphysikalische und bodenhydrologische Parameter) erhoben.

Die Abteilung Umweltkontrolle der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt ist für die EU-weite Koordinierung des Demonstrationsprojektes zur „Baumvitalität“ mit intensivierten Untersuchungen zur diesem Themenfeld, kontinuierlichen Zuwachsmessungen, Streufall, Phänologie sowie zum Blattflächenindex verantwortlich. Der Begriff der Vitalität bezieht sich dabei nicht nur auf die Belaubungsdichte der Baumkronen. Vielmehr zählen auch Wachstumsreaktionen, das Vorhandensein von Insekten oder Pilzen sowie die jeweilige Überlebenswahrscheinlichkeit der Bäume zu den Merkmalen.

Der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt obliegt neben der Koordination die Ausführung eines Teilprojektes, innerhalb dessen ausgewählte Waldbestände mit einem Laserscanner überflogen wurden, um eine dreidimensionale Darstellung von Eichen- und Buchenwäldern zu erhalten. Zudem wurden ausgewählte Flächen vom Boden aus mit Scannern digital erfasst. Mit den erhobenen Daten werden bonitierte Zustände der Baumkronen mit gemessener Information verglichen. Die Daten ermöglichen die flächenhafte Bestimmung des Blattflächenindex für die Untersuchungsgebiete. Er kennzeichnet die Laubdichte bezogen auf die Fläche des Waldbodens und ist von besonderer Bedeutung für das Verständnis von Wachstumsprozessen und vom Wasserhaushalt der Wälder.

Im von der Europäischen Kommission bewilligten LIFE+ -Projekt „FutMon“ arbeiten unter Federführung des Instituts für Weltforstwirtschaft des Johann Heinrich von Thünen-Instituts derzeit 37 Partnerorganisationen in 23 EU-Mitgliedstaaten im Waldmonitoring zusammen. Beteiligt sind auch die für das Forstliche Umweltmonitoring zuständigen Stellen der deutschen Länder.

Einflussfaktoren auf den Waldzustand

Langzeitbetrachtungen von biologischen, physikalischen und chemischen Indikatoren im Waldökosystem sind eine wichtige Erkenntnisquelle für eine objektive Bewertung von Veränderungen in Wäldern.

Wesentliche Einflussfaktoren auf Waldökosysteme sind:

Witterung und Klima

Der Witterungsverlauf wirkt sich in vielfältiger Weise auf die Vitalität der Waldbäume aus: Die Niederschlags- und Temperaturdynamik hat Auswirkungen auf die Bodenfeuchteverhältnisse und damit auf die Wasser- und Nährstoffversorgung der Waldbäume. Baumphysiologische Prozesse wie Austrieb, Blattfall, Assimilation und Fruktifikation verlaufen witterungsabhängig. Für die Entwicklung von Insekten und Pilzen sind Niederschlag und Temperatur wichtige Steuerungsgrößen. Die Witterung wirkt sich auf die Zusammensetzung und Konzentration von Luftinhaltsstoffen aus. Witterungsextreme (wie z. B. der Sturm Kyrill im Januar 2007) verursachen direkte Schäden an den Bäumen.

Stoffeinträge

Mit dem Eintrag von Schwefel- und Stickstoffverbindungen in die Wälder hat eine tief greifende Veränderung der Waldböden stattgefunden. Die erfolgreiche Verminderung der Schwefeleinträge hat die Gesamtsäurebelastung für die Wälder gesenkt, jedoch sind die Puffer-, Speicher- und Filterkapazitäten der Waldböden dauerhaft beeinträchtigt.

Insekten und Pilze

Die sorgfältige Beobachtung der Populationsdynamik biotischer Schadorganismen sowie die Entwicklung von Strategien zur Vorbeugung und zur Eindämmung von Schäden gewinnen durch die Klimaänderungen nochmals an Bedeutung. Denn die Reaktion der Insekten und Pilze auf veränderte Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse ist – ebenso wie das Risiko durch einwandernde Arten – kaum absehbar.

Bei einer Betrachtung von Ursache-Wirkungszusammenhängen in Waldökosystemen ist zu berücksichtigen, dass

- Witterung und Luftschadstoffe, aber auch biotische Schadfaktoren wie Insekten oder Pilze, gleichzeitig wirksam werden und Belastungsmuster je nach Standort unterschiedlich ausgeprägt sein können,
- diese Faktoren in komplexer Weise zusammenwirken und sowohl in mikroskopisch kleinen Bereichen (Zelle) wie auch in ganzen Ökosystemen (Wald) von Bedeutung sind,
- Einflüsse sich gegenseitig verstärken, gleichzeitig aber auch in zeitlicher Verschiebung („entkoppelt“) auftreten können,
- langlebige Waldbäume durch ihre sehr lange Entwicklungszeit auf der Erde baumindividuelle wie auch populationsdynamische Anpassungsstrategien erkennen lassen.



Witterung und Klima

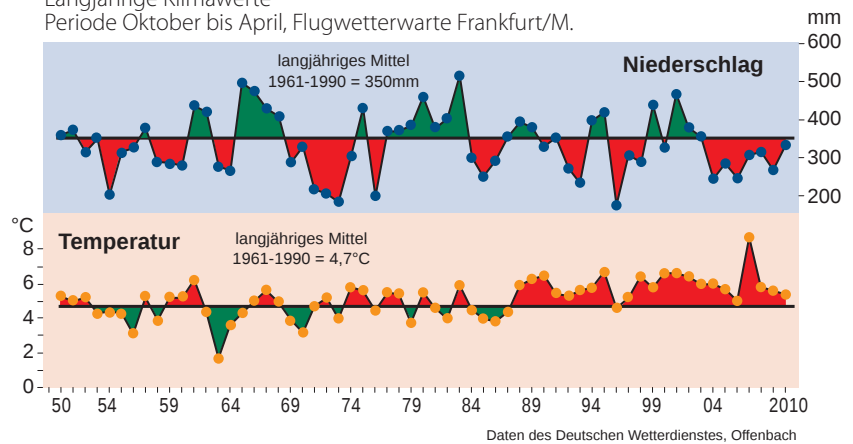
Der Witterungsverlauf für Hessen wird anhand von Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) beschrieben. Grundlage bilden zum einen die Messergebnisse der Flugwetterwarte Frankfurt, für die hessenweit seit 1949 die längsten Temperatur- und Niederschlags-Datenreihen vorliegen und zum anderen die seit 1984 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 80er Jahre. Ab 1988 wurde der langjährige Temperaturdurchschnittswert fast jedes Jahr sowohl im Sommer (Mai-September) als auch im Winter (Oktober-April) überschritten. Eine Ausnahme bildet das Jahr 1996 mit im Sommer wie im Winter hessenweit leicht unterdurchschnittlichen Temperaturen. Bei den im Zeitraum 1984-2010 gemessenen Niederschlagswerten wird weder in der Vegetations- noch in der Nichtvegetationszeit eine klare Tendenz deutlich und zwischen den einzelnen Jahren bestehen – besonders im Sommer – z. T. starke Schwankungen.

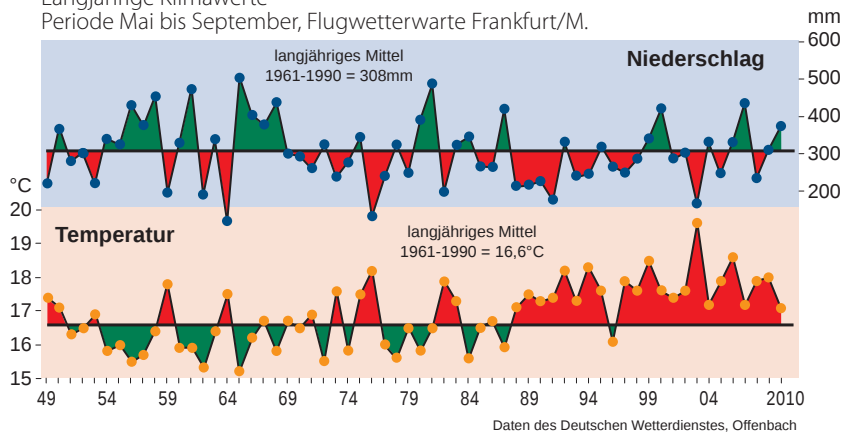
Langjährige Klimawerte

Periode Oktober bis April, Flugwetterwarte Frankfurt/M.

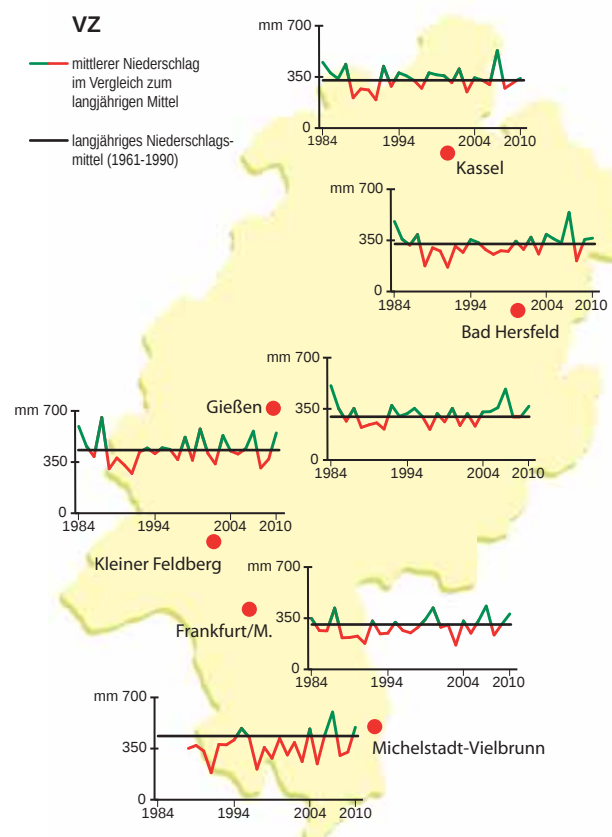
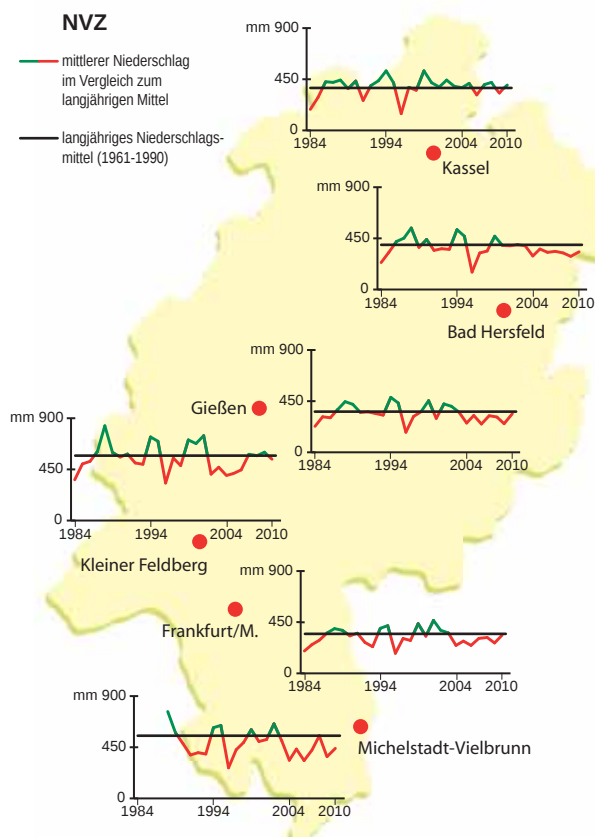


Langjährige Klimawerte

Periode Mai bis September, Flugwetterwarte Frankfurt/M.

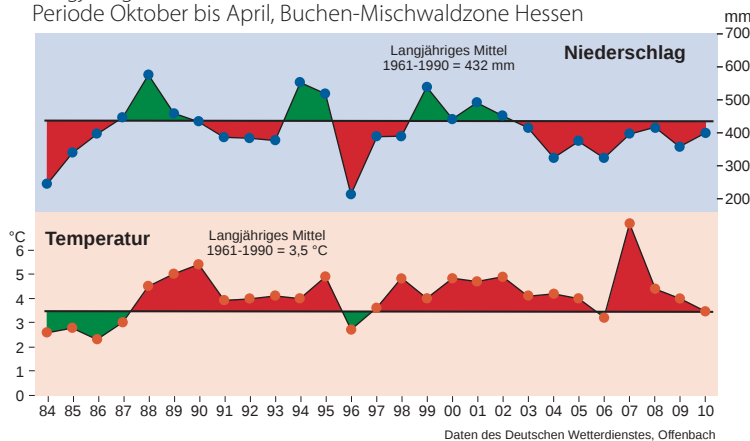


Niederschlagsentwicklung im Winter (Nichtvegetationszeit NVZ) und im Sommer (Vegetationszeit VZ)



Witterung und Klima

Langjährige Klimawerte (1984 - 2010)
Periode Oktober bis April, Buchen-Mischwaldzone Hessen



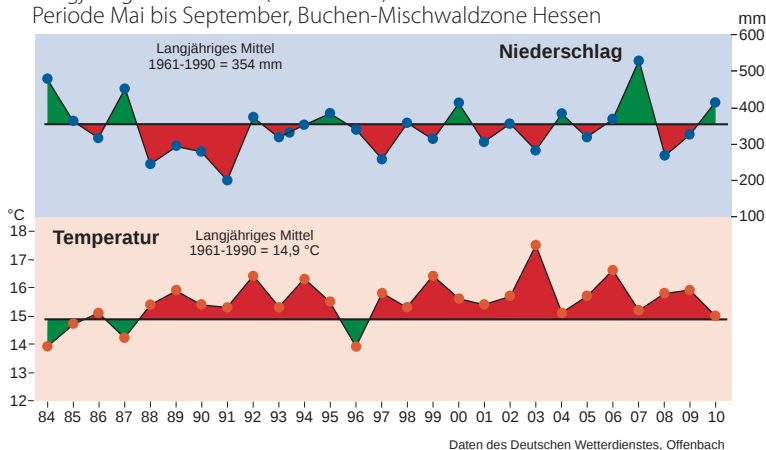
Witterungsverlauf in der Messperiode 2010

Die Nichtvegetationszeit (NVZ) 2009/2010 lag hinsichtlich der Temperatur genau im langjährigen Mittel. Dabei war der Monat Januar im Durchschnitt über 3 Grad kälter als das langjährige Mittel, während die Monate November und April deutlich zu warm waren. Hinsichtlich der Niederschlagsmengen ergaben sich über den Zeitraum von Oktober bis April beträchtliche Schwankungen. Während für die Monate November und Dezember überdurchschnittliche Niederschläge festgestellt wurden, lagen die Monate Januar (73 %), März (82 %) und April (31 %) unter dem Mittel der Referenzperiode 1961-1990. Insgesamt waren im Winter 2009/2010 die Niederschläge aber nur geringfügig niedriger als im langjährigen Mittel.

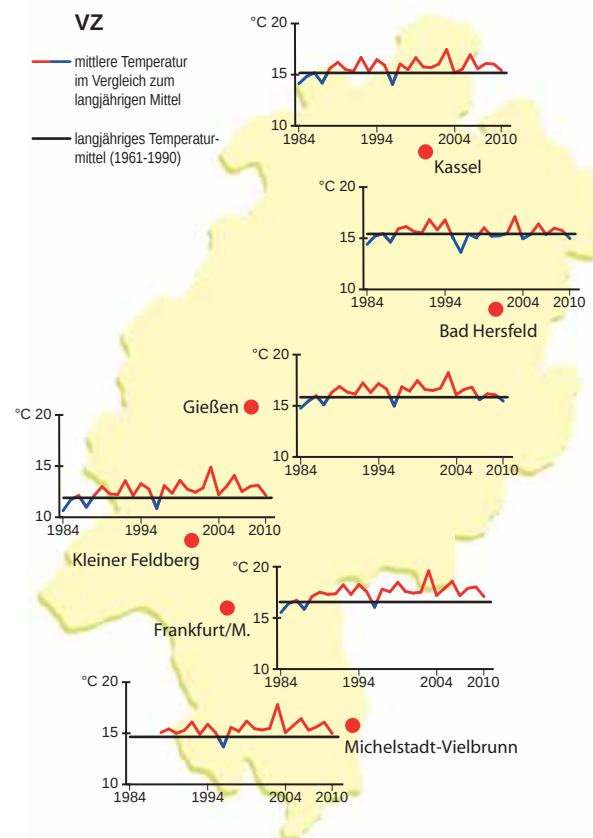
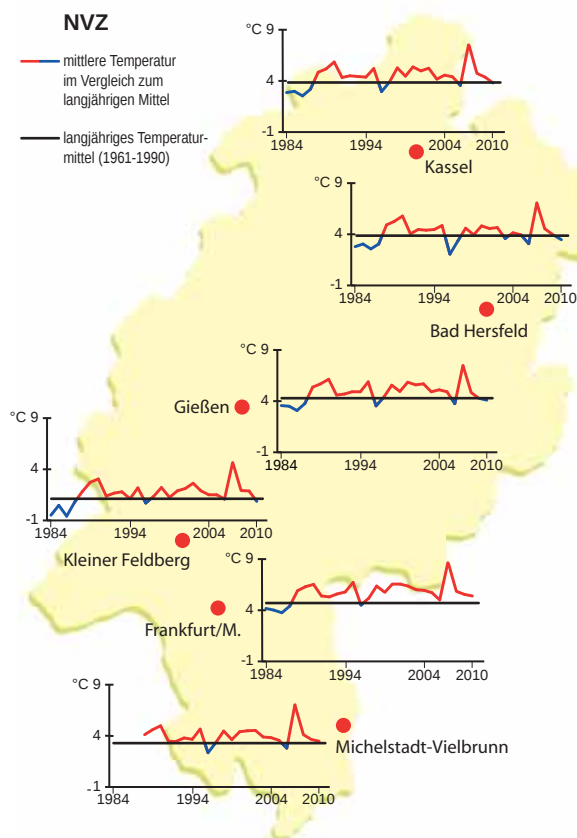
Der Sommer 2010 erbrachte insgesamt überdurchschnittliche Niederschläge (Mai: 139 %; August: 196 %) bei durchschnittlichen Temperaturen. Auch dadurch ergab sich überwiegend eine günstige Wasserhaushaltssituation in der Vegetationszeit (VZ) 2010.



Langjährige Klimawerte (1984 - 2010)
Periode Mai bis September, Buchen-Mischwaldzone Hessen



Temperaturentwicklung im Winter (Nichtvegetationszeit NVZ) und im Sommer (Vegetationszeit VZ)



Witterung und Klima

INKLIM A

Klimaprognosen sagen für die nächsten Jahrzehnte eine Erwärmung sowie eine Zunahme von Witterungsextremen voraus, die für die hessischen Waldökosysteme weitreichende Folgen haben könnten.

Um eine hessische Anpassungsstrategie an den Klimawandel zu konzipieren, wurde das Fachzentrum Klimawandel Hessen im Oktober 2008 im Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie in Wiesbaden eingerichtet. Durch die frühzeitige Entwicklung von Anpassungsstrategien und -maßnahmen sollen drohende Beeinträchtigungen und Schäden begrenzt und gegebenenfalls Handlungskorridore aufgezeigt werden. Seit 2010 bearbeitet die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt in Göttingen im Auftrag des Fachzentrums Klimawandel ein Projekt zur Untersuchung der Anpassungsfähigkeit hessischer Buchenwälder an veränderte Klimabedingungen. Im Rahmen dieses Projektes wird eine Analyse der Auswirkungen einer klimawandelbedingten Erhöhung des Trockenstressrisikos auf die Vitalität und Leistungsfähigkeit von Buchenwäldern durchgeführt.

Projekthintergrund

Hessen liegt im Zentrum des europäischen Buchenvorkommens. Die Buche ist mit einem Anteil von 31 % die häufigste Baumart in hessischen Wäldern. Für die Forstwirtschaft sind neben der Boden pflegenden Wirkung dieser Baumart, ihre Naturnähe, ihr natürliches Verjüngungspotenzial, die vielfältigen Optionen in der Mischung mit anderen Baumarten sowie die Holznutzung von großer Bedeutung. Der für die Zukunft erwartete steigende Bedarf an erneuerbaren Energieträgern erfordert eine zunehmende Nutzung der Baumart Buche.

Die Buche zeichnet sich durch eine hohe Konkurrenzkraft auf

vielen unterschiedlichen Standorten aus. Ihre Verbreitung wird vor allem durch die Bodenwasserverfügbarkeit begrenzt. Im Zuge des Klimawandels werden eine geringere Wasserverfügbarkeit sowie die Häufung von Trockenperioden während der Sommermonate erwartet. Beide Faktoren können die Buche in ihrer Vitalität und Produktivität empfindlich beeinträchtigen. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen deshalb die Stabilität und die Funktionalität von Buchenwäldern in Hessen auf unterschiedlichen Standorten. Die Standorte werden durch Klima, Vegetation und Boden mit den Elementen Wuchszone, Klimafeuchte, Geländewasserhaushalt und Nährstoffversorgung beschrieben. Zwei der vier Standortsparemeter, die Wuchszone und die Klimafeuchte, sind klimasensitiv, worin sich die herausragende Bedeutung des Klimas hinsichtlich der Baumartenwahl und möglicher waldbaulicher Maßnahmen zeigt. Für die in langen Zeiträumen produzierende Forstwirtschaft stellt der Klimawandel folglich eine besondere Herausforderung dar.

Projektziele

Ziel der Untersuchung ist die Bewertung der Anpassungsfähigkeit und der Bewirtschaftungsoptionen der Baumart Buche unter künftig veränderten Klimabedingungen.

Ziel eines ersten Teilprojektes ist es, die durch den erwarteten Klimawandel bedingte Änderung der Komponenten des Wasserhaushalts von Buchenbeständen zu analysieren.

Die Analyse besteht aus der Anpassung eines Wasserhaushaltsmodells an den Intensiv-Monitoringflächen mit Buchenbestockung, der Rekonstruktion des Bestandeswachstums der letzten 50, auf einzelnen Flächen sogar der letzten 100 Jahre mit Hilfe des Waldwachstumsprogramms WaldPlaner sowie der retrospektiven Simulation des Wasserhaushalts bis ca. 1960 respektive bis ca. 1910. Die langjährigen Datenreihen von 13 Buchenflächen des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings und des forsthydrologischen Forschungsgebietes Krofdorf sowie die Ergebnisse der Bodenzustandserhebungen (BZE I und II) bilden dabei eine wesentliche Grundlage für die Kalibrierung der Modelle.

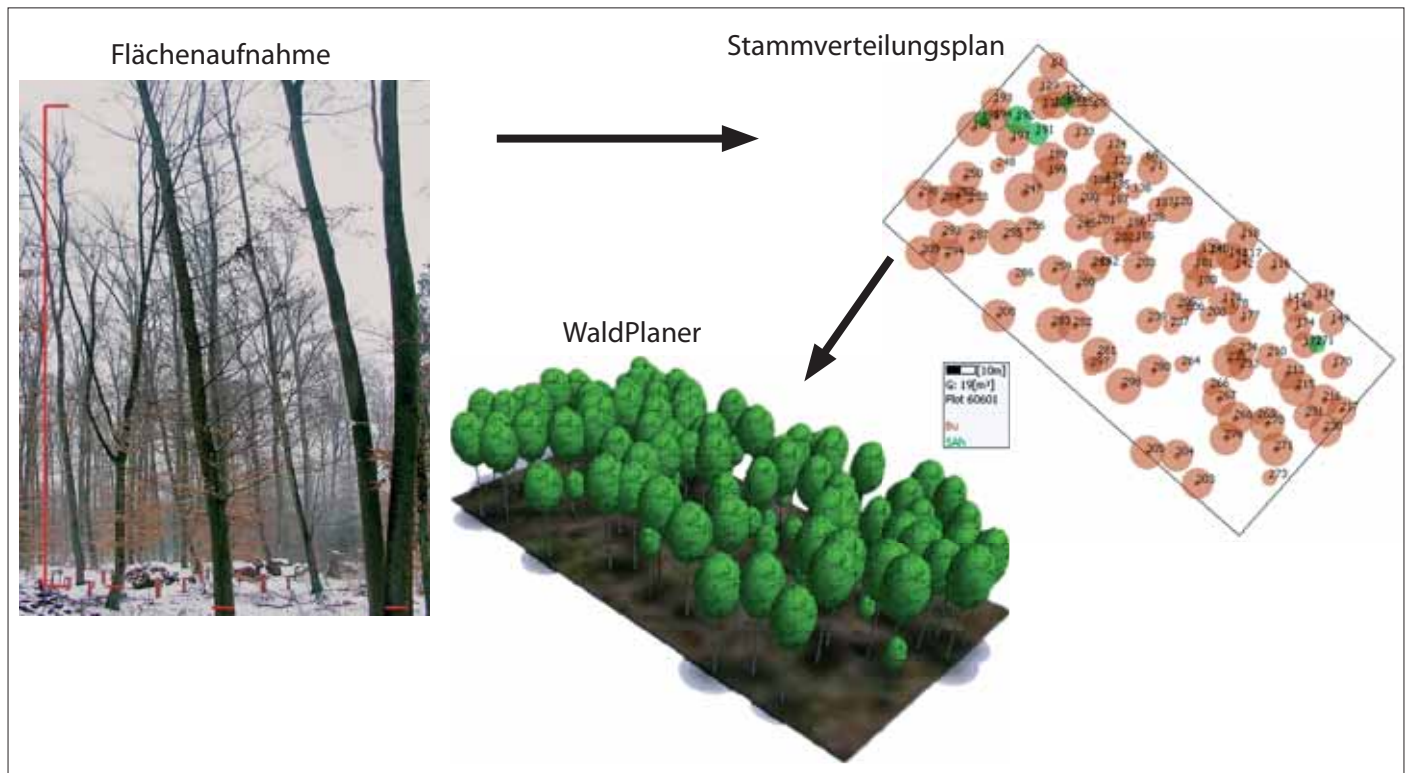
Vorliegende Jahrringanalysen erlauben eine retrospektive Betrachtung der Wachstumsreaktion der untersuchten Buchen zum Beispiel auf längere Trockenperioden bis zu 100 Jahren.

Der WaldPlaner

Für die Rekonstruktion und Simulation von Wachstumsverläufen auf den untersuchten Flächen sowie die Berechnung verschiedener, vom verwendeten Wasserhaushaltsmodell benötigter Bestandesparameter (z. B. Blattflächenindex, Überschirmungsgrad) kommt der WaldPlaner zum Einsatz. Mit diesem System kann das Wachstum unterschiedlich strukturierter Bestände unter Berücksichtigung waldbaulicher Maßnahmen abgebildet werden. Im Zuge der Simulation der Bestandesentwicklung werden neben dem Einzelbaumzuwachs auch Prozesse wie Mortalität und Einwuchs sowie forstliche Eingriffe abgebildet. Das verwendete Programm ist zusätzlich mit einer optional aktivierbaren Rückkopplung zum Wasserhaushalt ausgestattet. So können bei der Wachstumsmodellierung klimatische Einflüsse und Extremereignisse berücksichtigt werden.



Witterung und Klima



Aufbau der Modellbestände am Beispiel der Fläche Zierenberg

Das Wasserhaushaltsmodell

Mit dem Wasserhaushalts-Simulations-Modell (WaSiM-ETH, ETH Zürich 2005) werden beispielhaft für die Intensiv-Monitoringflächen mit Buchenbestockung alle Prozesse und Einflussgrößen abgebildet, die für den Wasserhaushalt von Wäldern von Bedeutung sind.

Ergebnisse

Mit Hilfe des WaldPlaners wurden aus den vorliegenden waldwachstumskundlichen Ausgangsdaten virtuelle Bestände, sogenannte dreidimensionale Modellbestände, aufgebaut. Diese Modellbestände bilden jeden einzelnen Baum mit Informationen zu seinem Brusthöhendurchmesser, der Baumhöhe und der Kronendimension ab.

Für den Standort Spessart wurde exemplarisch ein Vergleich der gemessenen Jahrringbreiten (Durchmesserzuwachs) mit den Ergebnissen der Wasserhaushaltssimulation durchgeführt. Interessant ist der Vergleich der Jahre 1976 und 2004. Während der trocken-heiße Sommer 1976 im selben Jahr zu einem Durchmesserzuwachseinbruch führt, reagieren die Buchen auf der Intensiv-Monitoringfläche im Spessart auf den trockenen Sommer im Jahr 2003 erst ein Jahr später mit deutlichen Zuwachseinbußen. Im Unterschied zu den Jahren 1975/76 waren der Winter und das Frühjahr 2003 sehr feucht, so dass die Böden weitgehend mit Wasser gesättigt waren und damit das Defizit des nachfolgenden Sommers kompensieren konnten. Da die Niederschläge im Winter 2004 nicht ausreichten, um den Bodenwasserspeicher aufzufüllen, reagierten die Buchen erst ein Jahr verspätet auf das extreme Trockenereignis im Jahr 2003. Im Jahr 1976 stellten sich die Witterungsverhältnisse anders dar. Bereits der Winter 1976 war nicht besonders niederschlagsreich, so dass der Boden-

wasserspeicher die extreme Trockenheit im darauf folgenden Sommer nicht ausgleichen konnte. Der Wachstumseinbruch erfolgte somit im Jahr der Trockenheit und nicht um ein Jahr verzögert.

Ausblick

Trockenheit stellt ein wesentliches Risiko für die Bestandesstabilität von Buchenbeständen dar. Hohe Wasserbilanzdefizite während der Vegetationszeit können nur bedingt durch das pflanzenverfügbare Bodenwasser ausgeglichen werden. Innerhalb der Wachstumsperiode wirkt sich Trockenstress sowohl auf das Pflanzenwachstum als auch auf die Vitalität aus. In Zeiten ausgeprägt negativer Wasserbilanzen reagieren Bäume in erster Linie mit einer Einschränkung des Durchmesserwachstums. Je nach Zeitpunkt der Trockenperiode kann aber auch die Anlage der Knospen und somit das Höhenwachstum für das darauf folgende Jahr beeinträchtigt werden. Die Fruchtbildung kann bereits im Trockenjahr qualitativ und quantitativ beeinträchtigt werden. Ein nachhaltiger Effekt von Trockenstress ist die Verminderung der Vitalität, die sich in einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber Schadorganismen in den kommenden Jahren ausdrückt. Die Auswirkungen von extremer Trockenheit können bis zu 10 Jahre andauern.

Bis zu einem gewissen Grad sind Bäume je nach Herkunft, Standort und Vitalität in der Lage, sich an Trockenstress anzupassen. Diese Fähigkeit erschwert es, auf Grundlage von Wasserbilanzen und Standortseigenschaften auf Zuwachseinbußen oder Mortalitätsgefährdung der Bäume zu schließen. Erste Auswertungen der Wasserhaushaltsmodellierung auf den Intensiv-Monitoringflächen lassen darauf schließen, dass in trockenen Jahren die untersuchten Buchenbestände in Hessen mit einem verminderten Durchmesserwachstum reagieren.

Insekten und Pilze

Ein Verständnis der Vitalität von Bäumen und Beständen 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 erfordert weitergehende Untersuchungen, die von der Abteilung Waldschutz der NW-FVA geleistet werden.

Eichenfraßgesellschaft

Im Rahmen der Beobachtungen zur Eiche wurden neben den spätsommerlichen Bonituren der Waldzustandserhebung auf ausgewählten Flächen bereits Anfang Juni 2010 Fraßbonituren zur Eichenfraßgesellschaft durchgeführt. Die Frühjahrsuntersuchungen ergaben, dass Blattfraß im Vergleich zum Vorjahr in stärkerem Umfang stattfand.

Die Bonituren erlauben, den Anteil der Blattverluste zu schätzen, der auf Insekten zurückzuführen ist. Auf den hessischen Beobachtungsflächen waren durchschnittliche Blattverluste durch Fraß von bis zu 15 % zu verzeichnen. Nur einzelne Eichen erreichten Werte um 25 %. Es fand somit verbreitet Blattfraß statt, der jedoch nicht sehr intensiv war.

Maikäfer im Hessischen Ried

Wie alle vier Jahre wieder, so war auch 2010 ein Hauptflugjahr des Waldmaikäfers im Hessischen Ried. Obwohl dabei regional extrem starke Vorkommen beobachtet werden konnten, blieb witterungsbedingt die sichtbare Aktivität des Waldmaikäfers hinter den Erwartungen zurück.

Seit Anfang der 1980er Jahre, seit jetzt knapp 30 Jahren, ist diese auffällige Käferart wieder in einer Massenvermehrung. Dabei treten lokal in vielen Waldbeständen des Hessischen Rieds derart hohe Käferdichten auf, dass es zu erheblichen Ausfällen in Kulturen und Jungbeständen, aber auch zu nennenswerten Wachstumsstörungen und Ausfällen in älteren Waldbeständen kommt. Der Waldmaikäfer schädigt den Wald nicht nur in seiner adulten Form des Käfers, sondern vor allem als im Boden lebender Engerling. In diesem Stadium frisst er unterirdisch an den Wurzeln der Waldbäume und bringt diese bei ausreichender Engerlingsdichte auch zum Absterben. Im Hessischen Ried tritt der Waldmaikäfer auf den vorhandenen 30.000 Hektar Wald inzwischen auf mehr als 13.500 Hektar auf. Dabei gilt seine Dichte auf mehr als 3.000 Hektar als kritisch. Gesundheitliche Untersuchungen der Maikäferpopulation lassen keine nennenswerte Parasitierung erkennen. Daher muss davon ausgegangen werden, dass die Maikäferpopulation weiterhin an Dichte und Fläche zunimmt.



Schwammspinner

Die Überwachung des Schwammspinners mit Pheromonfallen in sechs hessischen Forstämtern des Regierungsbezirks Darmstadt und im Stadtwald Frankfurt wurde für 2010 abgeschlossen. Der letztjährige Trend ansteigender Falterfänge hat sich nicht fortgesetzt. Die Falterfänge in den Pheromonfallen waren 2010 überwiegend rückläufig. Ein Zusammenhang mit dem regnerischen Wetter im August ist wahrscheinlich.

Fraßschäden durch Schwammspinnerraupen wurden 2010 auf einer Fläche von 350 ha im Forstamt Darmstadt registriert. Hier handelte es sich aber um einen Blattfraß, der aus einem gemischten Befall von Schwammspinnern und anderen Arten der Eichenfraßgesellschaft hervorging.

Eichenprozessionsspinner (EPS)

In Südhessen setzt sich der Anstieg der Eichenprozessionsspinnerpopulation fort. Aus dem Forstamt Groß Gerau wurden ca. 660 ha Schadfläche gemeldet; zum Teil ist es zu sehr starkem Fraß bis Kahlfraß gekommen. Aus Darmstadt und Lampertheim wurden zusammen 100 ha Schadfläche gemeldet. Inzwischen wird sein Vorkommen auch in Forstämtern nördlich der Mainlinie beobachtet (Königstein, Hanau-Wolfgang).

Der Schmetterling gefährdet mittlerweile durch mehrmaligen Kahlfraß Eichenbestände existenziell. Zudem kommt er in bebauten Gebieten und an Straßenbäumen in einer derart hohen Dichte vor, dass Risiken für die Gesundheit von Menschen bestehen.

Eschentriebsterben

In weiten Teilen Europas sind Eschen jeden Alters durch eine neuartige Erkrankung, das so genannte „Eschentriebsterben“, bedroht, das durch verschiedene Pilzarten verursacht wird. Bislang ist (in Deutschland) keine Abschwächung des Krankheitsgeschehens zu verzeichnen. Auch in Hessen ist nach momentanem Kenntnisstand von einer weiteren Ausbreitung des Befalls auszugehen. Sehr stark an den Trieben geschädigte Bäume in Jungwüchsen können im Wuchs zurück bleiben und absterben. Reine Eschenbestände scheinen stärker betroffen zu sein als Mischbestände.

Diplodia-Triebsterben der Kiefer

Seit einigen Jahren tritt das Diplodia-Triebsterben verstärkt in Kiefernbeständen auf. Die Erkrankung wurde auch bereits an Douglasie und an anderen Nadelbäumen nachgewiesen.

Die Erkrankung wird durch einen Wärme liebenden Schlauchpilz hervorgerufen.

Wahrscheinlich tragen Klimaveränderungen, Witterungsstress und milde Wintertemperaturen zur Krankheitsentstehung und zum Krankheitsausbruch bei.

Fichtenborkenkäfer

Aufgrund der günstigen Witterungssituation (überdurchschnittliche Niederschläge bei durchschnittlichen Temperaturen) für die Fichte blieb der Befall durch Borkenkäfer in 2010 auf einem geringen Niveau.

Stoffeinträge

Mit der Nutzung fossiler Energie werden seit Jahrzehnten Schadstoffe an die Atmosphäre abgegeben. Die anthropogen verursachten Stoffeinträge von Sulfatschwefel und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) liegen in Wäldern deutlich über denen anderer Landnutzungsformen, da Wälder durch die auskämmende Wirkung ihrer großen Kronenoberflächen zusätzlich zu den Stoffeinträgen mit dem Niederschlag auch durch Stoffeinträge aus trockener Deposition (Gase und Partikel) belastet werden. Je höher die Gas- und Partikelkonzentration der entsprechenden Schadstoffe in der Luft ist, desto größer ist die zusätzliche Belastung der Waldökosysteme. Seit 1984 werden in Hessen die Stoffeinträge mit der Kronentraufe im Rahmen des Messprogramms der Forstlichen Umweltkontrolle erfasst.

Die positiven Folgen umfassender Maßnahmen zur Luftreinhaltung und die damit verbundene Entlastung der Wälder lassen sich besonders gut am Beispiel von Fichtenbeständen aufzeigen, die aufgrund ihrer ganzjährigen Benadelung und der damit verbundenen hohen trockenen Deposition besonders hohe Schwefeleinträge aufwiesen.

Betrug der Schwefeleintrag 1984 in Witzenhausen unter Fichte noch 68,5 kg/ha bzw. das 3,9-fache des Freilandniederschlags, war er 2009 mit 10 kg/ha nur noch doppelt so hoch wie im Freiland. Im Mittel der hessischen Fichtenbestände sank der Stoffeintrag von 61 kg/ha (1984) auf 8,3 kg/ha (2009), im Mittel der untersuchten Buchenbestände im selben Zeitraum von 34 kg/ha auf 6,0 kg/ha.

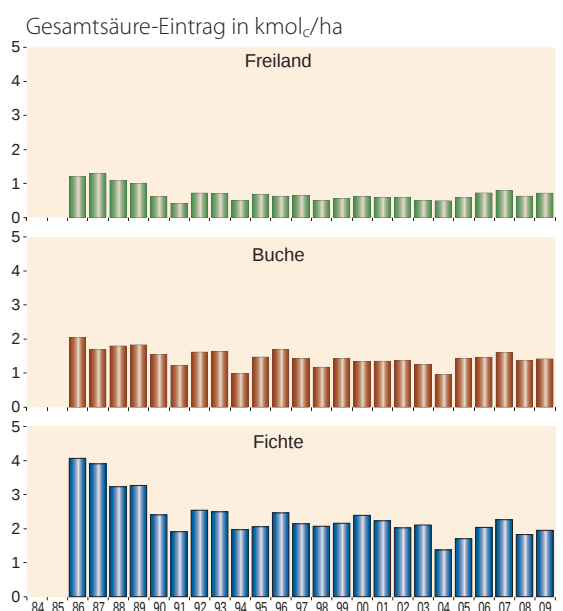
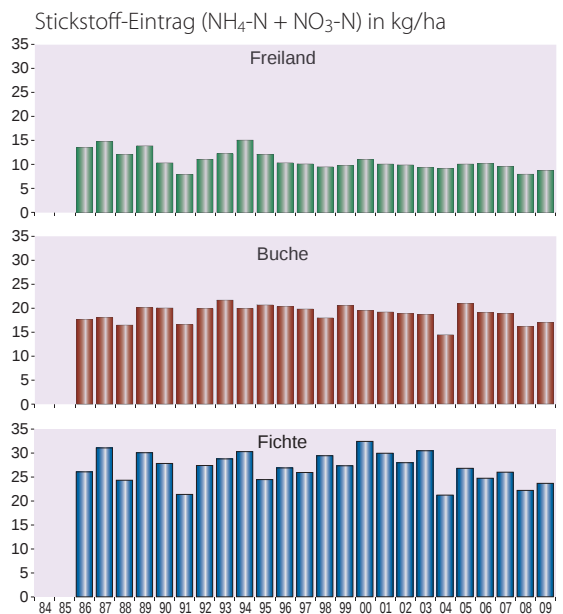
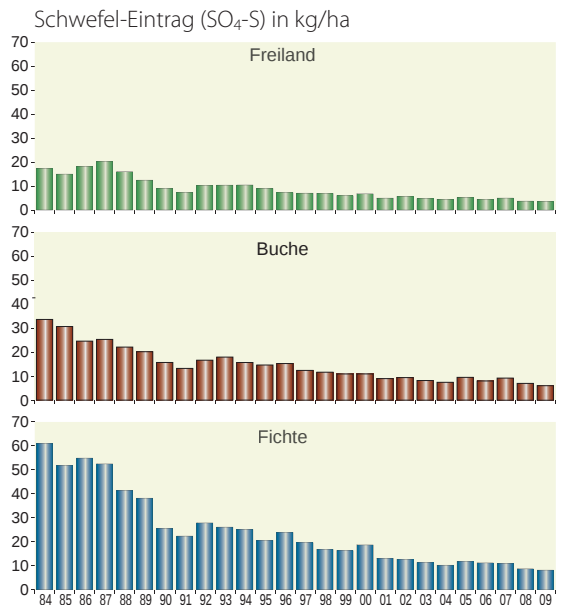
Stickstoff, ein Hauptnährstoff der Pflanzen, wird sowohl in oxidiert Form als Nitrat (Quellen: Kfz-Verkehr, Verbrennungsprozesse) als auch in reduzierter Form als Ammonium (landwirtschaftliche Quellen) in das Ökosystem eingetragen. Sowohl im Freiland (6 von 9 Flächen) als auch in der Kronentraufe von Fichte (3 von 4 Flächen), Buche (4 von 8 Flächen), Eiche und Kiefer (je 1 Fläche) nimmt der Nitratreintrag signifikant ab.

Der Ammoniumeintrag ist hingegen nach wie vor durch starke jährliche Schwankungen ohne Trend gekennzeichnet. Auf einer Buchenfläche (Zierenberg) und einer Fichtenfläche (Witzenhausen) steigt der Ammoniumeintrag signifikant an.

Im Mittel der hessischen Fichtenbestände betrug der Nitratstickstoffeintrag 2009 unter Fichte 12,9 kg/ha, unter Buche 8,2 kg/ha und im Freiland 4,3 kg/ha. Der Ammoniumstickstoffeintrag belief sich auf 10,7 kg/ha unter Fichte, 8,9 kg/ha unter Buche und 4,5 kg/ha im Freiland. Damit lag der Stickstoffeintrag 2009 in den meisten Gebieten unter dem jeweiligen langjährigen Mittel. Mit 23,6 kg/ha unter Fichte sowie 17,1 kg/ha unter Buche wurde dennoch mehr anorganischer Stickstoff mit dem Niederschlag in den Wald eingetragen, als die Bäume und die Waldbodenpflanzen für ihr Wachstum benötigen.

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.

2009 betrug der Gesamtsäureeintrag im Mittel der acht Buchenflächen 1,4 kmol_c/ha und 2,0 kmol_c/ha im Mittel der vier Fichtenflächen. Zwar reduzierte sich der Gesamtsäureeintrag im Vergleich der 5-jährigen Mittel 1986-1990 und 2005-2009 auf den untersuchten Flächen unter Buche um bis zu 28 % und unter Fichte um 31 bis 50 %, übersteigt jedoch nach wie vor das nachhaltige Puffervermögen der meisten Waldstandorte. Eine standortsangepasste Bodenschutzkalkung zum Schutz der Waldböden und ihrer Filterfunktion bleibt daher weiter notwendig.



Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Die hessischen Wälder stocken meistens auf Standorten, die sich weniger gut für die landwirtschaftliche Nutzung eignen. Sie sind häufig nährstoffärmer und haben im Gegensatz zu landwirtschaftlich genutzten Böden keine Kompensation der Nährstoffverluste durch Ernteentzug und Sickerwasser erfahren. Als Folge von voreiszeitlichen Verwitterungsprozessen und von Übernutzung in vorindustrieller Zeit sind die Waldböden häufig versauert. Dies trifft vor allem für die Oberböden zu.

Mit der Industrialisierung in Mitteleuropa und der damit einhergehenden zusätzlichen hohen luftbürtigen Säurebelastung in der jüngsten Vergangenheit und in der Gegenwart ist die Versauerung in die Unterböden vorgedrungen. Dieser Prozess wurde regional noch verstärkt durch die früher weit verbreitete Entnahme von Waldstreu für die Versorgung der Bevölkerung mit Stickstoff für landwirtschaftliche Produkte.

Infolge der anthropogenen Versauerung sind die Filter- und Regulationsfunktionen des Bodens gestört und die Stabilität der Waldökosysteme beeinträchtigt. Die Belastung der Böden durch den Schwefeleintrag ist aufgrund der Luftreinhaltemaßnahmen deutlich zurückgegangen; allerdings sind in den Böden noch erhebliche Säuremengen (Altlasten) gespeichert. Der luftbürtige Eintrag von säurewirksamem Stickstoff ist weiterhin hoch. Regelmäßige Bodenuntersuchungen im Rahmen von Übersichtserhebungen und des intensiven Monitorings sowie auf Versuchsflächen der Forstlichen Umweltkontrolle sind deshalb von besonderer Wichtigkeit, um Bodenveränderungen und –prozesse zu dokumentieren, zu verstehen und Therapiemaßnahmen zu empfehlen.

Im Zeitraum von 2007 bis 2009 fand in hessischen Wäldern die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE II) statt. Sie folgte der ersten Waldbodenzustandserhebung (BZE I), die in Hessen in den Jahren 1992 bis 1993 durchgeführt wurde. Wie bei der BZE I fanden die Erhebungen der BZE II auf den 139 repräsentativen Dauerbeobachtungsflächen der Forstlichen Umweltkontrolle statt. Voraussetzung dafür, dass Veränderungen ermittelt werden können, ist, dass bei Folgeinventuren grundsätzlich die gleichen Erhebungsprinzipien (hier insbesondere Erhebungsraster, Stichprobenkonzept und Methoden) angewendet werden. Bei der konzeptionellen Ausgestaltung der BZE II wurden daher möglichst viele methodische Vorgaben aus der BZE I übernommen. Im Hinblick auf länderübergreifende Vergleiche ist des Weiteren von Bedeutung, unterschiedliche Definitionen der Standortselemente der Länder zu vereinheitlichen. Darüber hinaus musste die Vergleichbarkeit von Analyseverfahren und eine Angleichung unterschiedlicher Tiefenbeprobungen vorgenommen werden.

Ziele

Die Ziele der ersten Waldbodenzustandserhebung (BZE I) gelten auch grundlegend für die BZE II:

Danach hat die BZE die Aufgabe, zuverlässige, flächenrepräsentative und bundesweit vergleichbare Informationen zu liefern

- über den aktuellen Zustand der Waldböden und deren Veränderungen im Laufe der Zeit in Verbindung mit Informationen der Erhebung des Waldzustands,

- diese Ergebnisse der Waldbodenforschung auf größere Waldgebiete zu übertragen,
- zur Identifizierung von Ursachen der Veränderungen des Bodenzustandes sowie des Einflusses von Depositionen,
- zur Einschätzung von Gefahren, die sich für den derzeitigen Waldbestand und für die nächste Waldgeneration aus dem Bodenzustand ergeben,
- zur Einschätzung von Risiken für die Qualität von Grund-, Quell- und Oberflächenwasser sowie
- zur Planung und Durchführung von notwendigen Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung des Bodenzustandes sowie des Nährstoffangebotes im Boden und der Nährstoffaufnahme durch die Baumwurzeln.

Neue Erkenntnisse, politische Anforderungen und neue gesetzliche Aufgaben machten es notwendig, in der Zielsetzung der BZE II weiterführende Aspekte zu berücksichtigen. Die BZE II soll deshalb auch Beiträge liefern zu:

- Schadstoffbelastung,
- Stickstoffsättigung,
- Kohlenstoffspeicherung
- und zum Wasserhaushalt unter veränderten Klimabedingungen.

Innerhalb der vorgenannten Themen soll mit der BZE II

- ein zentrales Inventar der relevanten Bodeneigenschaften erstellt werden,
- ein Beitrag zum besseren Verständnis ökosystemarer Zusammenhänge geleistet werden, insbesondere zu den Fragen: Wie wirken verschiedene Bodeneigenschaften auf Waldernährung, Waldwachstum, Kronenzustand und Sickerwasserqualität? Welche Ursachen sind für die Eigenschaften von Waldböden verantwortlich?
- Ergebnisse von Intensiv-Messflächen aus dem Level II-Programm oder anderen Fallstudien mit Hilfe von Schlüsselparametern der BZE auf die Fläche übertragen werden.

Merkmalsgruppen

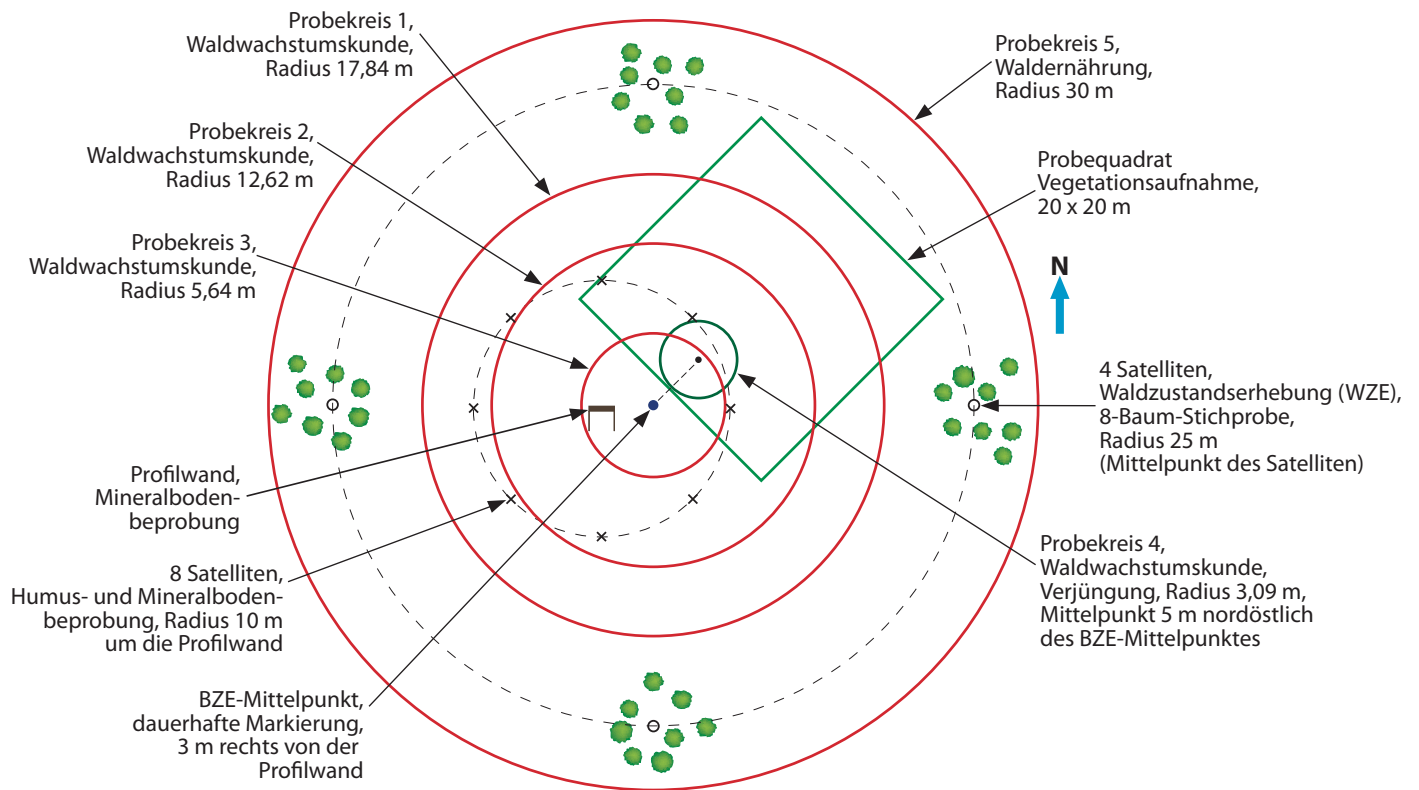
Bei der BZE II wurden folgende Merkmalsgruppen erfasst:

- Titeldaten (Punktdaten, Georeferenzierung, Daten zur Aufnahmesituation, forstliche Daten und Boden verändernde Ereignisse),
- Boden (Profilbeschreibung, Bodenchemie inkl. Schwermetalle und Organika) getrennt nach Mineralboden sowie Humusauflage, Bodenphysik getrennt nach Mineralboden sowie Humusauflage,
- Nadel-/ Blattproben,
- Bestandesdaten,
- Vitalität (Waldzustandserhebung),
- Bodenvegetation.

Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Untersuchungsdesign einer BZE II-Fläche

Das nachfolgend dargestellte Untersuchungsdesign für die verschiedenen Untersuchungsobjekte wurde auf sämtlichen BZE- Untersuchungsflächen in Hessen umgesetzt.



Erste Ergebnisse zur Veränderung des chemischen Bodenzustandes

Eine wichtige Aufgabe der BZE II ist es, die Veränderungen des chemischen Bodenzustandes seit der letzten Waldbodenzustandserhebung (1992/1993) zu dokumentieren und zu analysieren. Wie sauer sind die Waldböden in Hessen, wie haben sie sich in den letzten ca. 15 Jahren entwickelt, wie haben sich Kalkungsmaßnahmen ausgewirkt, welche Einflüsse haben verringerte aber anhaltende Säureeinträge und deren Folgewirkungen. Die im Folgenden dargelegten ersten Ergebnisse zur BZE II konzentrieren sich auf die Befunde zur Veränderung der Basensättigung hessischer Waldböden.

Die Basensättigung ist ein zentraler Indikator für die Güte des chemischen Bodenzustandes. Sie bestimmt zusammenfassend die Nährstoffversorgung des Mineralbodens und damit wesentlich die Ernährungsbedingungen der Waldbäume. Die Basensättigung drückt aus, wie hoch der relative Anteil der wichtigen Nährstoffkationen Calcium, Magnesium, Kalium und Natrium im Vergleich zu anderen Kationen ist, die an negativen Tonmineralteilchen sowie der organischen Substanz im Boden gebunden sind. Eine Bewertung ist anhand der Forstlichen Standortskunde (2003) möglich: Danach gilt in Böden die Basensättigung als gering bei Werten unter 20 %. Es sind dies die am stärksten versauerten Waldböden. Für Böden mittlerer Nährstoffgüte ist eine Basensättigung zwischen 20 % und 50 % definiert und bei gut nährstoffversorgten Standorten erreicht die Basensättigung Werte von über 50 %.



Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

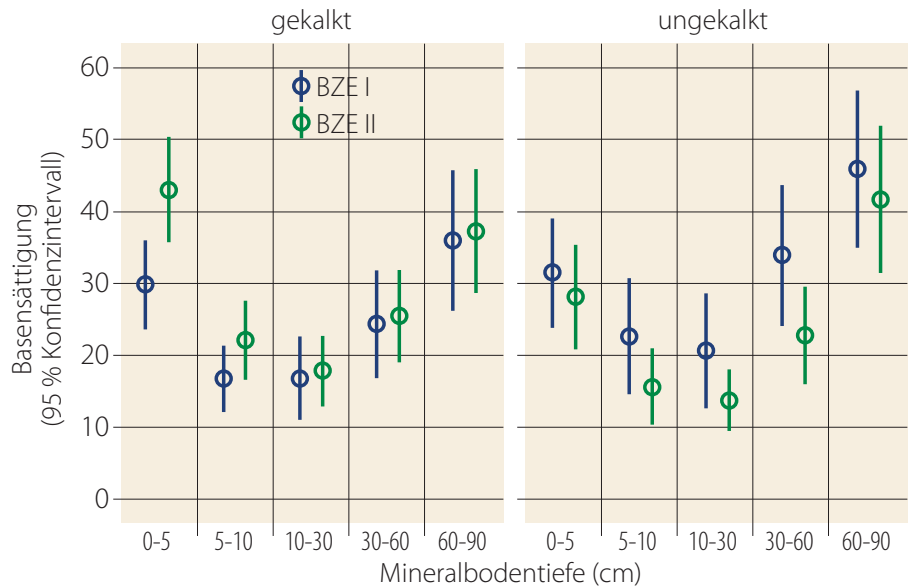
Die Ergebnisse belegen für die oberste Schicht des Mineralbodens (0-5 cm) eine positive Entwicklung: Lagen 1992/1993 (BZE I) noch 40 % der hessischen BZE-Punkte (Plots) in der Bewertungsstufe „basenarm“, so befinden sich zum Zeitpunkt der BZE II nur 36 % der Plots in dieser Kategorie.

Der Anteil „basenreicher“ Plots hat sich im Gegenzug von 22 % (BZE I) auf 27 % erhöht. Der Anteil von BZE-Punkten mit „mittlerer Basensättigung“ ist nahezu gleich geblieben.

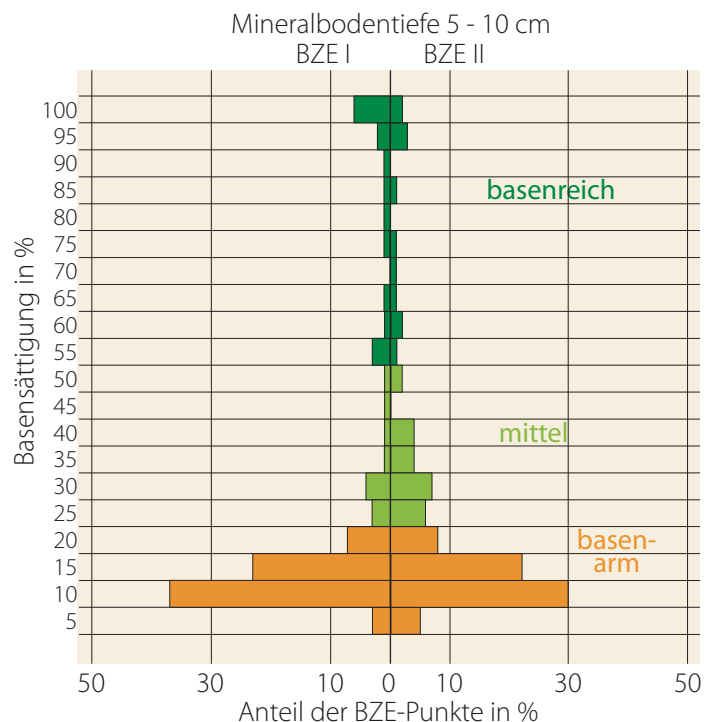
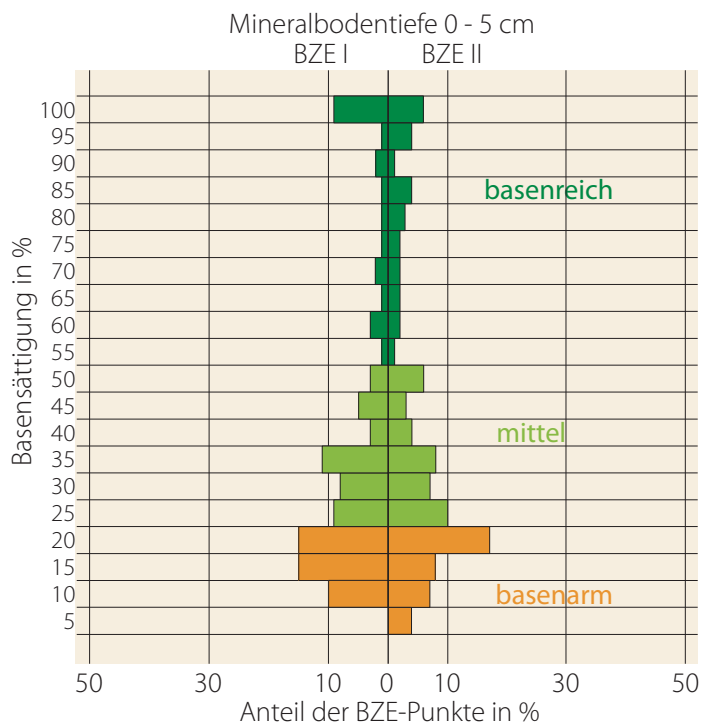
In den Tiefenstufen 5-10 cm und 10-30 cm sind die hessischen Waldstandorte nach wie vor am stärksten versauert. Dabei sind die Muster der Häufigkeitsverteilungen für diese Tiefenstufen insgesamt sehr ähnlich. 65 % (BZE I: 70 %) bzw. 70 % (BZE I: 71 %) der Waldböden sind in der Tiefe 5-10 cm bzw. 10-30 cm auch heute als „basenarm“ einzustufen. Der Anteil von Punkten, der in diesen Tiefenstufen eine „mittlere“ Basensättigung aufweist, hat sich von 11 % auf 23 % bzw. von 8 % auf 15 % erhöht. Der Anteil „basenreich“ verringerte sich dagegen um 5 %- bzw. 11 %-Punkte.

In der Tiefenstufe 30–60 cm sind 54 % der hessischen Waldstandorte sowohl bei der BZE I als auch bei der BZE II als „basenarm“ einzustufen. Der Anteil mit mittlerer Basensättigung hat sich um 8 % erhöht (BZE I: 12 %; BZE II: 20 %), der Anteil basenreicher Plots von 33 % (BZE I) auf 28 % verringert.

Vergleich BZE I und BZE II
Vergleich der Basensättigung auf gekalkten und ungekalkten Flächen nach Tiefenstufen (ohne Ausgangssubstrat: Kalkstein, Diabas und Basalt)



Vergleich BZE I und BZE II: Basensättigung in 5 %-Stufen - Verteilung der BZE-Punkte

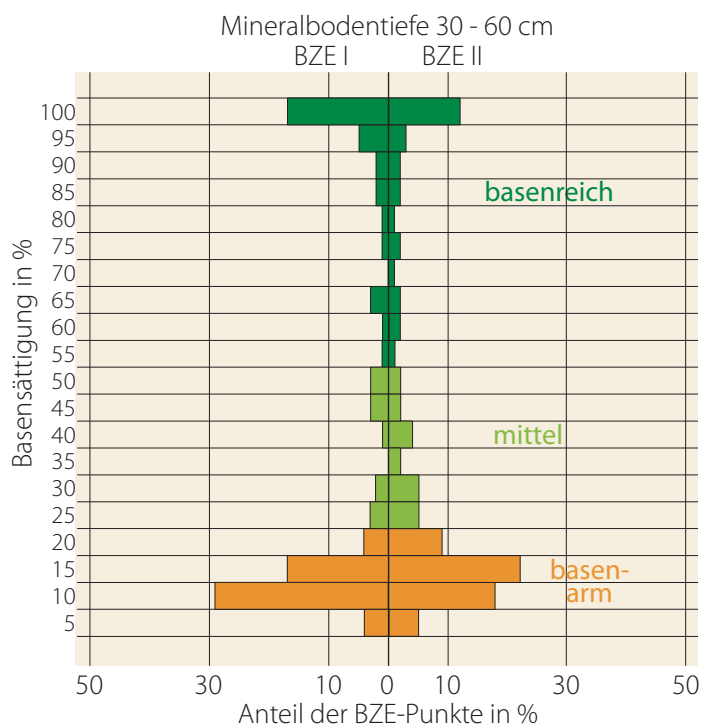
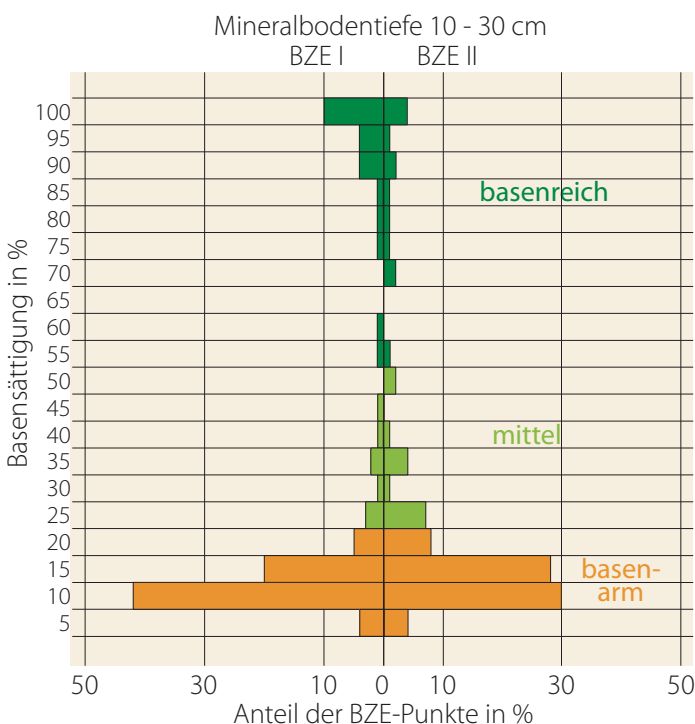


Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Diese Befunde sind ein Hinweis dafür, dass durch die Kalkung (48 % der hessischen BZE-Punkte wurde bis zur BZE II gekalkt) weiträumig eine Verbesserung der Basensättigung in den für die Wurzeln der Waldbäume besonders wichtigen obersten Bodenschichten erreicht wurde. Ab der Tiefenstufe 10-30 cm haben sich die positiven Effekte der Kalkung nur in geringerem Umfang eingestellt, zum Teil hat sogar eine weitere Basenverarmung stattgefunden.

Analysiert man die Entwicklung der Tiefenverteilung der Basensättigung von BZE I zu BZE II getrennt nach gekalkten und ungekalkten Flächen, so ergeben sich weiterführende Erkenntnisse. Die Auswertung umfasst dabei sämtliche Standortseinheiten (81 % der BZE-Punkte) mit Ausnahme der nicht kalkungsbedürftigen Kalk-, Diabas- und Basaltflächen. Für die gekalkten Flächen zeigt sich im Vergleich BZE I zu BZE II im Mittel eine deutliche Anhebung der Basensättigung in 0-5 cm Bodentiefe, ein Anstieg in 5-10 cm und ein nahezu gleich bleibendes Niveau in den tieferen Bodenschichten. Auch hier ist zu erkennen, dass sich die Wirkung der Kalkung vorrangig im oberen Mineralboden zeigt. Auf den ungekalkten Flächen zeigt sich im Mittel für alle Tiefenstufen eine Abnahme der Basensättigung, wobei die stärksten mittleren Abnahmen für die Tiefen 10-30 cm und 30-60 cm festzustellen sind. Dies bestätigt, dass auf Teilen der ungekalkten hessischen Waldstandorte in den letzten 15 Jahren ein weiteres Fortschreiten der Tiefenversauerung eingetreten ist.

Für solche Standortseinheiten ist es dringend erforderlich, durch Kalkungsmaßnahmen die fortschreitende Versauerung zu stoppen. Darüber hinaus ist es erforderlich, den Erholungsprozess schwach nährstoffversorgter Böden durch die Ausbringung mild wirkender Kalke zu unterstützen, damit eine tiefgründige Entsauerung und ein stabiler Zustand erreicht werden kann. Um diese Empfehlung möglichst standortsgenau umzusetzen, entwickelte die NW-FVA ein methodisches Konzept und eine Entscheidungshilfe für die Praxis.



Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Erste Ergebnisse zur Waldernährung

Die Ergebnisse von Nadel- und Blatt-Analysen im Rahmen der BZE II geben Auskunft über die Versorgung der Waldbäume mit Nährstoffen und die Belastung mit Schadstoffen. Diese waldernährungskundlichen Daten sind eine wichtige Grundlage für die Bewertung von Bodenveränderungen durch Versauerung und Eutrophierung, für die Erfolgskontrolle von Luftreinhaltemaßnahmen und Waldkalkungen sowie für die Waldbewirtschaftung (z. B. Energieholznutzung).

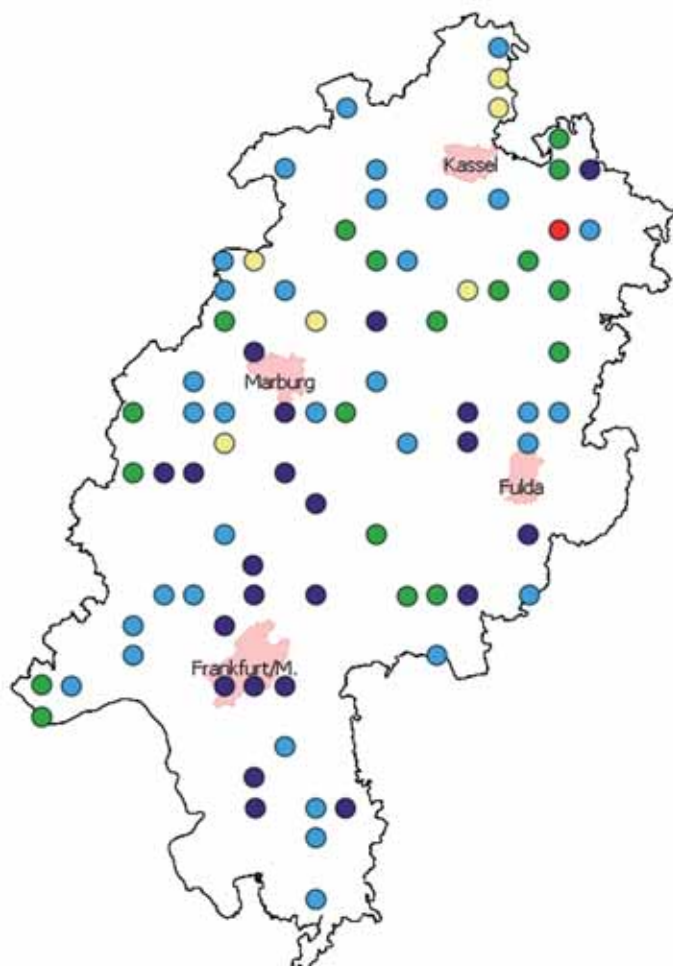
Die im Rahmen der BZE II durchgeführten Analysen von Nadeln und Blättern liefern einen Überblick über die Ernährungssituation der Hauptbaumarten in Hessen. An 137 Inventurpunkten der BZE II wurden Nadeln und Blätter aus der Oberkrone von drei Probestäumen je Baumart als Mischprobe chemisch analysiert. Nur an zwei BZE-Punkten wurde auf eine Beprobung verzichtet, weil hier der Bestand durch Windwurf zerstört bzw. keine der Hauptbaumarten vertreten war. Die Beprobung der Laubbäume fand im Juli 2007 statt, die Nadelbäume wurden im Winter 2007/2008 beprobt. Nachfolgend werden für die Baumarten Buche und Fichte erste Ergebnisse zur Stickstoff- und Magnesiumernährung vorgestellt. Bei der Fichte wurden die Elementgehalte (mg/g Trockensubstanz) des jüngsten Nadeljahrgangs verwendet, weil dieser die aktuelle Versorgungslage am besten repräsentiert, bei der Buche die voll ausgereiften Blätter. Der Ernährungszustand wurde anhand der fünfstufigen Klassifizierung des Arbeitskreises Standortkartierung (2003) bewertet.

Stickstoff (N) ist ein essenzieller Nährstoff für das Wachstum von Pflanzen, da er insbesondere zum Aufbau von Proteinen und Nukleinsäuren benötigt wird. In der Vergangenheit hat Stickstoffmangel das Wachstum von Waldbeständen häufig begrenzt. Aufgrund atmosphärischer N-Einträge hat sich dieses Bild in den letzten Jahrzehnten jedoch grundlegend gewandelt und die über den Bedarf der Waldökosysteme hinausgehenden N-Frachten werden nun sogar zum Problem. Unter anderem treiben sie die Auswaschung von basischen Nährstoffen und die Versauerung im Boden weiter voran, bei Stickstoffsättigung wird das Trinkwasser belastet. Ein erhöhtes Stickstoffangebot bewirkt Nährstoffungleichgewichte in der Pflanze.

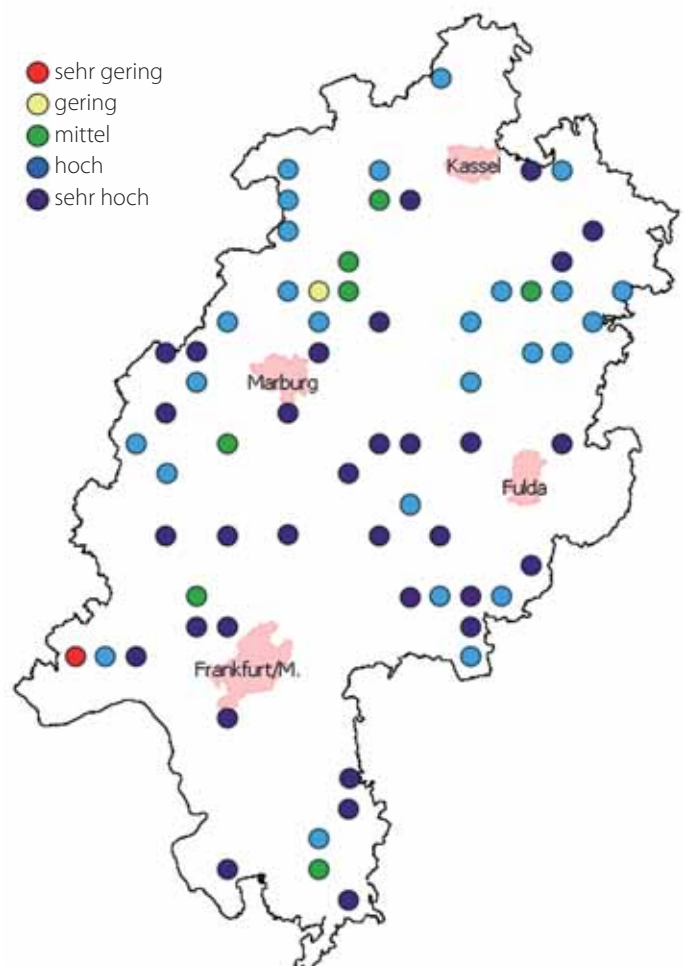
Die anhaltend hohen N-Einträge in den Wald spiegeln sich in der N-Versorgung von Fichte und Buche an den BZE II- Punkten wider. Bei der Fichte befinden sich 87 % der Aufnahmepunkte im Bereich hoher und sehr hoher N-Versorgung. Lediglich an zwei Inventurpunkten fielen die N-Gehalte in den Bereich geringer bzw. sehr geringer Versorgung. Bei der Buche zeigt sich etwas abgeschwächt ein ähnliches Bild: an 69 % der Inventurpunkte war die N-Versorgung hoch bis sehr hoch, lediglich für 9 % der Buchenpunkte zeigte sich eine unzureichende (sehr geringe bis geringe) N-Versorgung.

Die überwiegend hohen bis sehr hohen N-Gehalte in den Buchenblättern und in den Fichtennadeln machen deutlich, dass die Stickstoff-Einträge in die Wälder zu hoch sind und hier eine Abhilfe notwendig ist.

Stickstoff-Gehalte in Buchenblättern



Stickstoff-Gehalte in Fichtennadeln



Ziele und erste Ergebnisse der BZE II

Die Stickstoff- Versorgung der Bäume wurde unter dem Einfluss hoher N-Einträge nivelliert.

Im Gegensatz dazu erweist sich die Magnesium (Mg)-Ernährung der Waldbäume als sehr heterogen. An 27 % der Fichtenpunkte ist eine schlechte (sehr geringe bis geringe) Mg-Versorgung festzustellen, 25 % der Fichtenpunkte weisen hohe Mg-Werte auf, sehr hohe Mg-Gehalte sind selten (4 %). Bei der Buche waren 16 % der Punkte nicht ausreichend (sehr gering bis gering) mit Mg versorgt, an 67 % wurden die Mg-Gehalte als hoch bis sehr hoch eingestuft.

Die dargelegte Variation der Mg-Versorgung hat mehrere Ursachen. Unterschiede sind ganz wesentlich durch die unterschiedliche Ausstattung des Ausgangsgesteins mit Mg bedingt, denn eine Hauptquelle für pflanzenverfügbares Mg ist die Verwitterung von Gesteinen. Außerdem haben die Säure bildenden Stoffeinträge (z. B. N-Einträge) die Auswaschung von basischen Nährstoffen bewirkt. Dies hat auf vielen Standorten zu Mg-Mangel geführt. Die seit Anfang der 80er Jahre durchgeführte Bodenschutzkalkung mit Mg-haltigen Kalken hat wiederum zu einer Verbesserung der Mg-Versorgung beigetragen.

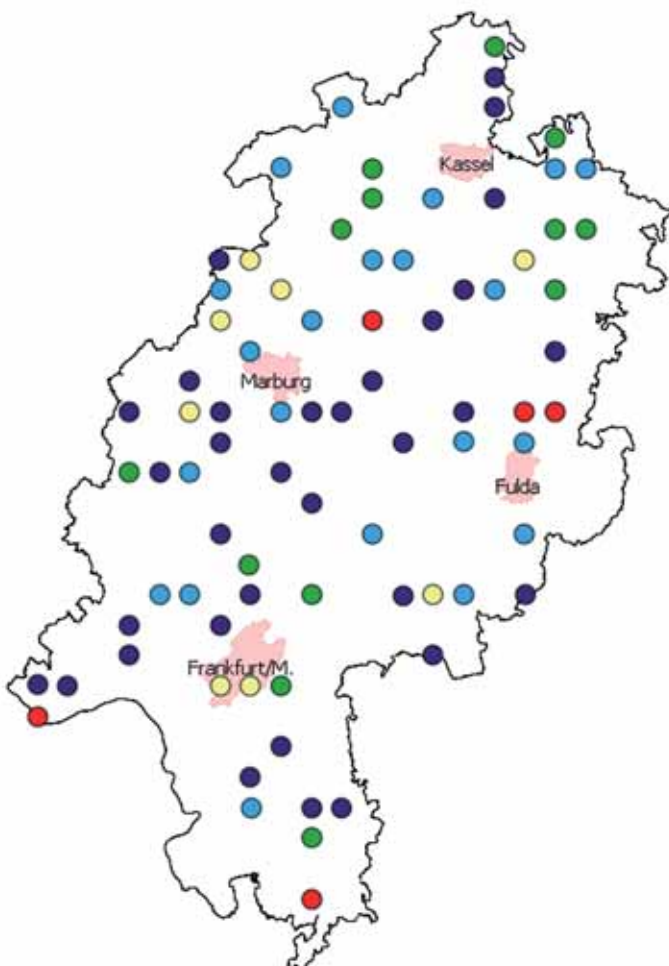
Auf Versuchsflächen zur Kalkung zeigt sich eine deutliche Anhebung der Mg-Gehalte in den Buchenblättern und den Fichtennadeln nach Kalkung (vgl. Seite 34/35). Dieser Effekt zeigt sich auch an den Inventurpunkten der BZE II, die sowohl in gekalkten als auch in ungekalkten Wäldern liegen. An BZE II-Punkten mit Buntsandstein und Grauwacke als Ausgangsgestein (Standortsverhältnisse, für die vorrangig eine Kalkung

vorgesehen ist) sind bei Buche und Fichte die Mg-Gehalte der Blätter und Nadeln an den gekalkten Punkten signifikant höher als an den ungekalkten. Da Mg eine wichtige Rolle bei der Bildung des Chlorophylls in Pflanzen spielt, sind Vergilbungen der Blätter und Nadeln typische Mg-Mangelsymptome. So zeigen die Ergebnisse der Waldzustandserhebungen bis in die Mitte der 1990er Jahre Vergilbungsmerkmale auf. Diese treten in den letzten Jahren aber kaum noch in Erscheinung.

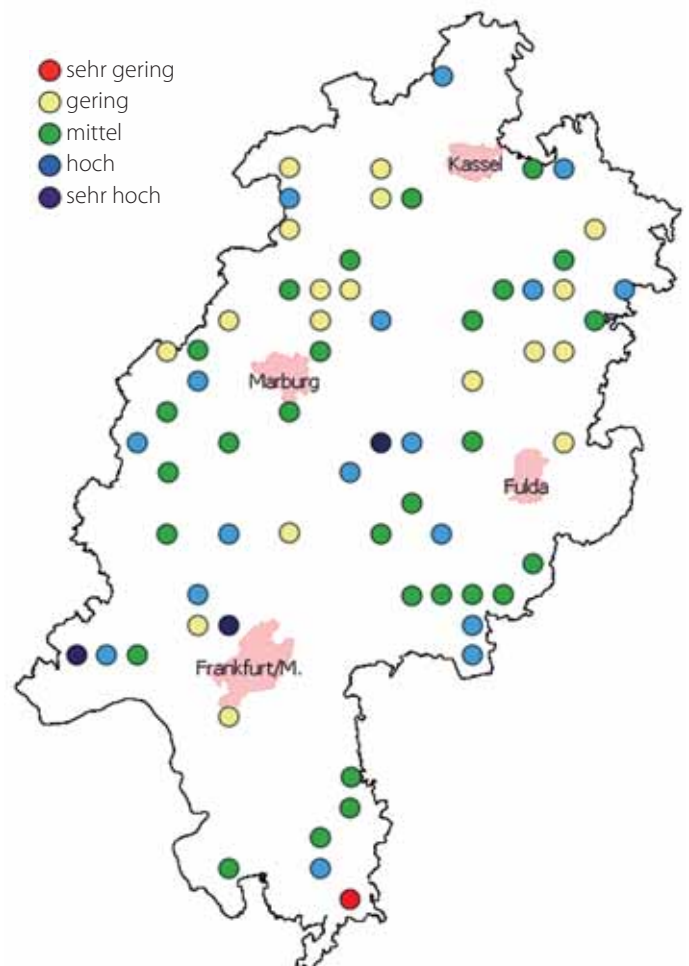
Auch der Befund der Magnesiumversorgung der Waldbäume in Hessen belegt das Erfordernis der Fortführung einer standortsangepassten Bodenschutzkalkung. Die räumlich sehr heterogene Mg-Ernährung zeigt, dass bei der Planung der Restholznutzung zur Energiegewinnung eine Differenzierung nach Standorten erforderlich ist, um die standörtliche Nachhaltigkeit auch in Zukunft sicherzustellen.



Magnesium-Gehalte in Buchenblättern



Magnesium-Gehalte in Fichtennadeln



Waldkalkung

Ergebnisse aus Langzeituntersuchungen

Neben Übersichtserhebungen (LEVEL I) wie der WZE und der BZE dienen Flächen des intensiven Monitorings (LEVEL II) und experimentelle Versuchsflächen dem Verständnis der ökologischen Waldentwicklung und der Analyse von Ursache-Wirkungsbeziehungen.

Die Kalkung in den Forstbetrieben wird deshalb seit Beginn der 80er Jahre in wissenschaftlichen Versuchen begleitet. Hierbei werden unter vergleichbaren Standortverhältnissen in zeitlich höherer Auflösung auf direkt benachbarten gekalkten und ungekalkten Parzellen Daten zur Bodenchemie, Bodenphysik, Walder-nährung und zum Waldwachstum erhoben. Die Kalkmengen auf den gekalkten Flächen werden dabei variiert. Dieser Versuchsansatz ermöglicht eine genaue Analyse von Kalkungseffekten. Die Befunde aus experimentellen Untersuchungen stehen im Einklang mit vergleichenden Ergebnissen der BZE II.

Im Folgenden werden Ergebnisse zur Waldernährung und zur Bodenchemie aus langjährigen Dauerbeobachtungen dargestellt.

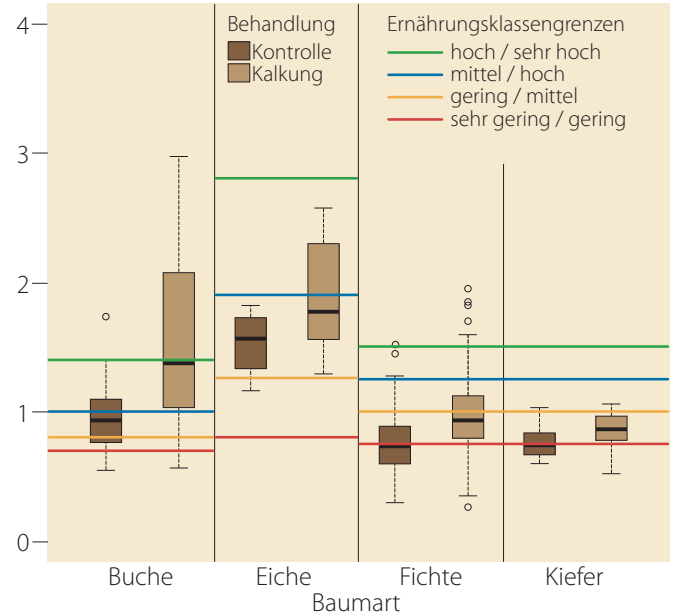
Die Blatt- und Nadelanalysen hessischer, niedersächsischer und schleswig-holsteinischer Untersuchungsflächen zeigen signifikant erhöhte Calcium- und Magnesiumgehalte nach der Kalkung bei Buche, Eiche und Fichte. Die Nadelgehalte der Kiefer änderten sich dagegen nur geringfügig. Die Wirkung der Kalkung auf die Ernährung war besonders bei der Buche sehr ausgeprägt. Die Calcium- und Magnesiumgehalte der Buchenblätter stiegen um ca. 1,5 Ernährungsklassen (Bewertung für Buche, Fichte und Kiefer nach Arbeitskreis Standortkartierung (2003), für Eiche nach Krauss und Heinsdorf (2005)).

Die bodenchemische Auswertung belegt, dass im Mittel ca. 70 % des mit dem Kalk zugeführten Calciums im Boden bis 40 cm Tiefe gespeichert wurden. Die Kalkung führte zu einer Erhöhung der Calciumvorräte in der Auflage und im Mineralboden bis 40 bzw. 60 cm. Dabei nahmen die Differenzen zwischen den Calciumvorräten der gekalkten und der ungekalkten Parzellen mit der Tiefe stark ab. Durch die Kalkung stieg ebenfalls die Basensättigung des Mineralbodens an. Auch hier ist ein Tiefengradient erkennbar.

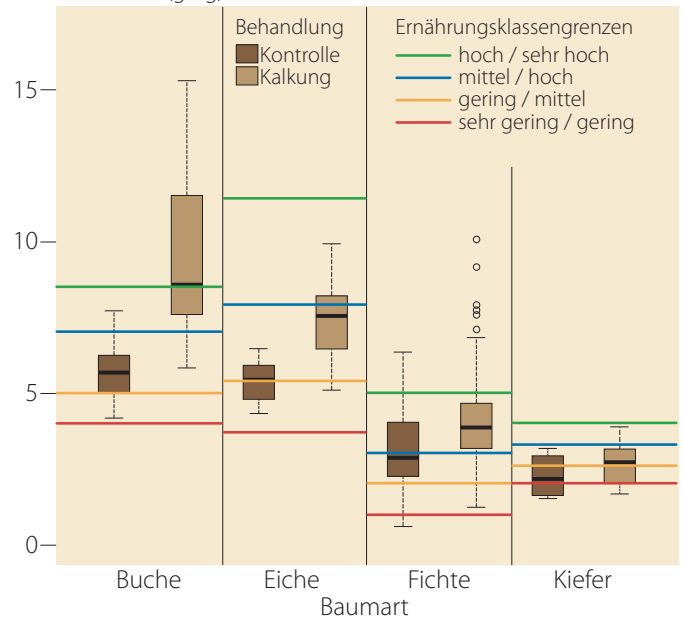
20 Jahre nach der Kalkung ist die Basensättigung bis in 60 cm Tiefe erhöht. Die angestrebte Basensättigung von 15-20 % ist jedoch nur bis max. 20 cm Tiefe erreicht. Auch im Rahmen der BZE II-Untersuchungen wurde eine Erhöhung der Basensättigung durch die Kalkung, vor allem in den obersten Boden-

Calcium- und Magnesiumgehalte in den Blättern und Nadeln (1. Nadeljahrgang) von Buche (n=29), Eiche (n=16), Fichte (n=155) und Kiefer (n=13), zusammengefasst für den Zeitraum von 1-26 Jahre nach der 1. Kalkung.

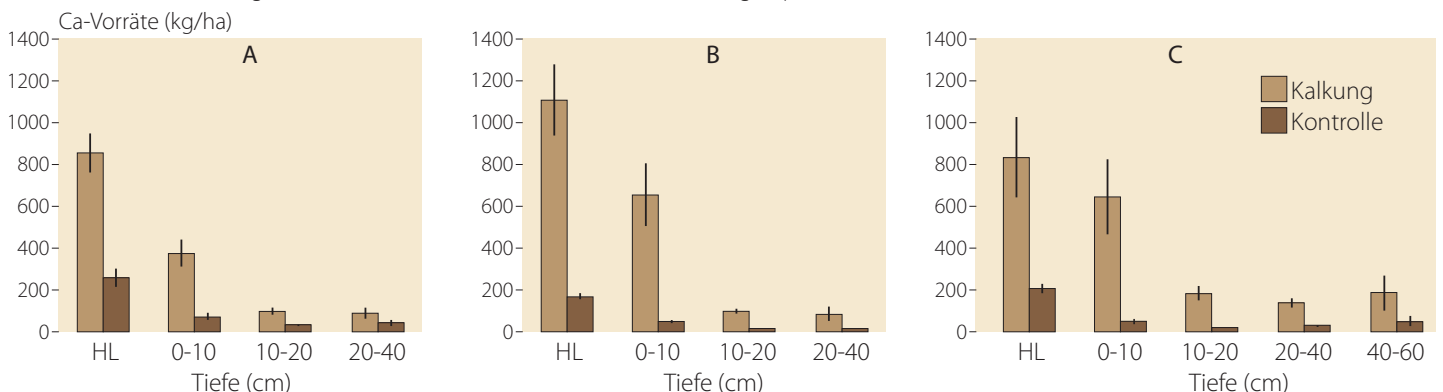
Mg-Gehalte (g/kg) in Nadeln und Blättern



Ca-Gehalte (g/kg) in Nadeln und Blättern



Calcium (Ca)-Vorräte in der Humusauflage (HL) und in verschiedenen Tiefen des Mineralbodens für Flächen die A) mit 3-5 t/ha gekalkt und 2-9 Jahre nach der Kalkung beprobt wurden, B) 2x mit 3-5 t/ha gekalkt wurden und 10-17 Jahre nach der 1. Kalkung beprobt wurden und die C) 2x mit 3-5 t/ha gekalkt wurden und 21-23 Jahre nach der 1. Kalkung beprobt wurden.



Waldkalkung

schichten, festgestellt. Um die Basensättigung in größeren Tiefen weiter zu erhöhen, müssen erneut Kalkungsmaßnahmen erfolgen. Zudem ist die fortschreitende Tiefenverlagerung des Kalkes im Zeitverlauf und dessen Auswirkungen weiterhin zu beobachten.

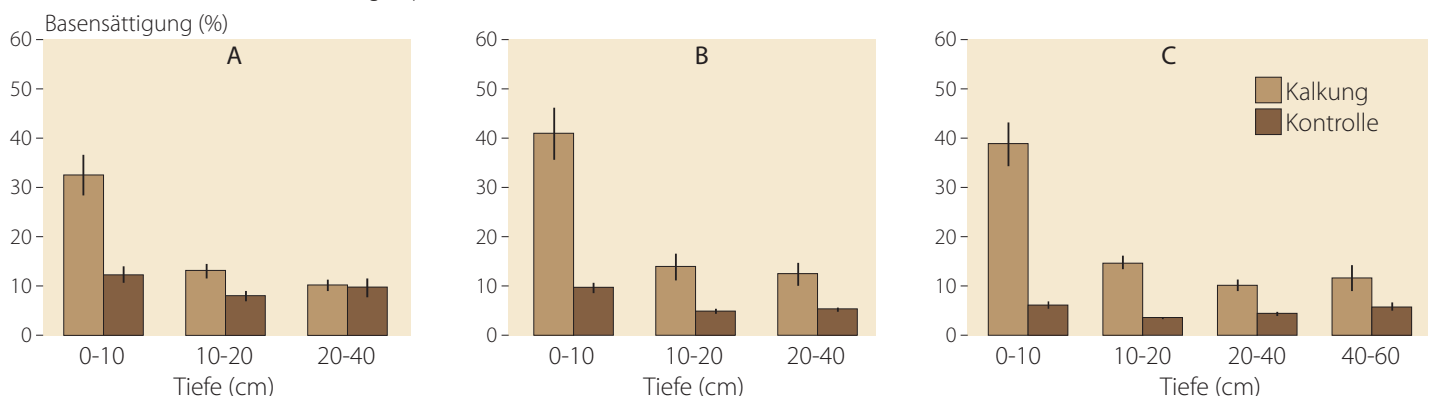
Mittels mathematischer Modelle wurde versucht, die Haupteinflussfaktoren auf die Erhöhung der Calciumvorräte und der Basensättigung in 20-40 cm Bodentiefen zu identifizieren. Es zeigte sich, dass die Speicherung von Calcium in dieser Tiefe in Böden mit geringer Kationenaustauschkapazität niedriger ist. Dort wird das ausgebrachte Calcium verstärkt in der Auflage gebunden. Die Austauschkapazität der Böden ist vom geologischen Substrat bestimmt. Für die Erhöhung der Basensätti-

gung spielt der jeweilige Ausgangswert der Basensättigung eine entscheidende Rolle. Je geringer diese ist, desto stärker ist der Effekt der Kalkung. Die Erhöhung der Calciumvorräte und der Basensättigung wird zudem von der Anzahl der Kalkungen beeinflusst, welche die Kalkmengen und die Einwirkzeit widerspiegelt.

Bei der Fortführung der Kalkung werden das Ausgangsgestein sowie bisher erfolgte Kalkungen als Eingangsgrößen bei der Kalkungsplanung genutzt, um die Kalkung standörtlich differenziert durchführen zu können. Des Weiteren werden die aktuelle Säurebelastung und die Säurealtlasten im Boden berücksichtigt.



Basensättigung (BS) in verschiedenen Tiefen des Mineralbodens für Flächen die A) mit 3-5 t/ha gekalkt und 2-9 Jahre nach der Kalkung beprobt wurden, B) 2x mit 3-5 t/ha gekalkt wurden und 10-17 Jahre nach der 1. Kalkung beprobt wurden und die C) 2x mit 3-5 t/ha gekalkt wurden und 21-23 Jahre nach der 1. Kalkung beprobt wurden.





Impressum:

Ansprechpartner

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Abteilung Umweltkontrolle

Sachgebiet Waldzustand und Boden

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

Bearbeitung

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

mit Beiträgen von:

Witterung: Schwerdtfeger, O.; Paar, U.

Klimaprojekt InKlim A: Scheler, B.; Suttmöller, J.; Spellmann, H.; Eichhorn, J.

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

Waldschutz: Bressen, U.; Habermann, M.; Krüger, F.; Hurling, R.

Sonderprojekt Rhein-Main-Ebene: Rohde, M.; Spellmann, H.

Forstliches Umweltmonitoring: Eichhorn, J.; König, N.

FutMon: Eichhorn, J.; Albrecht, M.; Mölder, I.

Bodenzustandserhebung (BZE II), Bodenzustand: Evers, J.; Paar, U.; Schmidt, W.

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

Kalkung: Guckland, A.; Meiwes, K.J.; Paar, U.; Dammann, I.; Evers J.

Fotos: Maassen, S. (Titelbild); Eichhorn, J.; Evers, J.; Friedhoff, T.; Hammes, W.; Heile, H.; Hessen-Forst; Janssen, T.; Kasel, H.; Köpsell, R.; Schmidt, W.; Schmidt, M.; Ullrich, T.; Wendland, J.; Weymar, J.; Abt. Waldschutz

Graphik und Layout: Paar, E.; Guckland, A.; Evers, J.

Herstellung:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Druck:

Printec Offset Kassel

Der Waldzustandsbericht 2010 ist abrufbar unter

www.nw-fva.de und

www.hmuelv.hessen.de

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

Prof. Dr. Johannes Eichhorn
Abteilungsleiter
Umweltkontrolle



Dr. Uwe Paar
Sachgebietsleiter Waldzustand
und Boden, 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



Wolfgang Schmidt
Außenaufnahmen und Kontrollen



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-, Bundes-, tags-, 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.