

Der Bodenzustand hessischer Wälder – Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II)

Uwe Paar, Jan Evers, Inge Dammann, Marcus Schmidt & Johannes Eichhorn

Einführung

Im Wald, der in Deutschland zumeist die ursprüngliche Vegetationsform darstellt, sind die Böden die Grundlage für alles Leben. Sie beeinflussen die Standortbedingungen und damit die Artenzusammensetzung der Lebensgemeinschaften und bilden zusammen mit Luftraum, Flora und Fauna das Waldökosystem.

Besonders in den letzten Jahrzehnten wirkte eine Vielzahl von unterschiedlichen Umweltfaktoren, wie z. B. Stickstoff-, Säure- und Schwermetalleinträge, auf die Böden ein. Viele Jahrhunderte liefen eher langsamere Prozesse ab, deren Dynamik die Flora und Fauna durch Anpassung folgen konnten. Dagegen sind die Böden in den letzten Jahrzehnten einer schnellen Veränderung ausgesetzt, die die Anpassungsmöglichkeiten vieler Arten und Standorte potentiell übersteigen kann.

Infolge der Klimaveränderungen sind Auswirkungen auf den Kohlenstoff-, Stickstoff- und damit den gesamten Nährstoffhaushalt der Wälder wahrscheinlich. Die vorhergesagte Erwärmung und die Verminderung der Sommerniederschläge lassen überdies deutliche Änderungen (Verschlechterungen) im Wasserhaushalt der Böden erwarten. Es ist deshalb grundsätzlich von dynamischen ökosystemaren Standortentwicklungen auszugehen (KÖLLING & FALK 2010), die auch bei der Umsetzung und Entwicklung von Naturschutzkonzepten und -strategien zu berücksichtigen sind.



Abb. 1: Humoser Oberboden auf Kalk (Foto: NW-FVA)



Abb. 2: Bodenprobenahme im Rahmen der BZE II (Foto: NW-FVA)

Methoden und Ziele der Bodenzustandserhebung

In der Zeit von 2006 bis 2008 fand in hessischen Wäldern die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung (BZE II)

statt (Abb. 1, 2). Sie folgte der ersten Waldbodenzustandserhebung (BZE I), die in Hessen in den Jahren 1992 bis 1993 durchgeführt wurde. Wie bei der

BZE I erfolgten die Erhebungen der BZE II auf den 139 Inventurpunkten des systematischen 8 km x 8 km-Rasternetzes des Forstlichen Umweltmonitorings.

Bei der BZE II wurden folgende Merkmalsgruppen erfasst:

- forstliche Daten und allgemeine Angaben (Punktdaten, raumbezogene Daten)
- Boden (Profilbeschreibung, Bodenchemie inklusive Schwermetalle und Organika sowie Bodenphysik)
- Nadel-/Blatternahrung
- Bestandesdaten
- Vitalität (Waldzustandserhebung)
- Bodenvegetation

Die Ziele der BZE II sind u. a. (WELLBROCK et al. 2006):

- Dokumentation des aktuellen Zustands der Waldböden und deren Veränderungen im Laufe der Zeit
- Identifizierung von Ursachen der Veränderungen des Bodenzustandes sowie des Einflusses von Depositionen
- Planung und Durchführung von notwendigen Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung des Bodenzustandes
- Analyse des Stickstoffstatus von Waldböden und deren Sensitivität gegenüber weiteren Stickstoffeinträgen
- Erfassung der aktuellen Kohlenstoffspeicherung und Änderungen des Kohlenstoffvorrates in Waldböden (Klimarahmenkonvention und Kyoto-Protokoll)

Bodengeologische Ausgangssituation in hessischen Wäldern

Mit Ausnahme von Basaltbereichen, wenigen Diabas- und Kalkgebieten und einigen im Wald nur kleinräumig und selten vorkommenden Standorten (Hochflutlehm, Oberer Buntsandstein, Schalstein, Zechstein, Ton, Diorit, Gabbro, Melaphyr) stockt der Wald in Hessen auf Böden, deren geologische Ausgangsgesteine im Bereich der eher mittleren bzw. schwachen Nährstoffversorgung einzuordnen sind. Hierzu zählen Buntsandstein, Lösslehm, Tonschiefer, i. d. R. die unverlehmten, schwach verlehmten und verlehmten Sande, Grauwacke, Quarzit und Granit.

Für die Oberbodenbildung sind in Hessen durchweg geologische Prozesse verantwortlich, die vornehmlich im Quartär (die letzten 2,6 Mio. Jahre) stattfanden. So stehen die von den Flüssen sedimentierten Auen- und Hochflutablagerungen,

die durch Wind (äolisch) abgelagerten Flugsande und -stäube (Löss, Sandlöss, Flugsand), die vulkanischen Aschen wie die Laacher-See-Tephra und die durch Frostverwitterung entstandenen Schuttdecken (Solifluktsdecken und -lagen) im Vordergrund (SABEL 2005).

Für Hessen sind drei Schuttphasen zu unterscheiden. Als ältester Schutt liegt basal ein Gesteinsschutt, der keine äolischen Komponenten hat. Es folgt darüber ein markant lössreicher Schutt, der als „Mittellage“ bezeichnet wird. Er ist wegen des Lössanteils sehr abtragungsgefährdet und daher nur noch in geschützten Relieflagen erhalten. Die jüngste Schuttbildungsphase erfolgte ganz am Ende der letzten Kaltzeit, deren Weiterentwicklung durch die Wiedererwärmung und das Aufkommen einer dichten Vegetation gestoppt wurde. Wenn kein Abtrag erfolgte, ist diese Schuttdecke als „Hauptlage“ praktisch überall verbreitet (SABEL 2005).

Substratgruppen

Durch eine Expertengruppe erfolgte für sämtliche BZE-Punkte eine Zuweisung von Substratgruppen (Abb. 3). Die Gruppierung der Waldböden (Substratgruppen) wurde nach den Merkmalen Ausgangssubstrat (Ausgangsgestein), Lagerung (Substrat-Lagerung), Bodenart, Bodenmorphologie und Bodenphysik vorgenommen. Dabei prägt das Ausgangsgestein der Bodenbildung die Substratgruppen wesentlich. In Hessen kommen an 139 BZE-Punkten insgesamt 14 Substratgruppen vor.

Für 39 BZE-Punkte (28 %) wurde die Substratgruppe Buntsandstein ausgewiesen. Buntsandstein ist für den Wald in Hessen das häufigste Ausgangsgestein. Schwerpunktmäßig liegt das osthessische Buntsandsteinvorkommen im mitteldeutschen Trias-Berg- und -Hügelland (Reinhardswald, Kaufunger Wald, Sandsteingebiet Hersfeld/Niederaula), am Ostrand des Vogelsberges (Fulda-/Haune-Bergland), in der Rhön und im Spessart. Das südlichste Buntsandsteingebiet findet sich im Odenwald (Osteil und zentraler Odenwald). Größere nordwestlich vorkommende Buntsandsteinplatten sind

im Burgwald und im Waldeck-Wolfhagener Berg- und Hügelland ausgeprägt (Schwerpunkt Osteil des Landkreises Waldeck-Frankenberg). Die Bodentypen Braunerden, podsolige Braunerden und basenarme Podsole sind im Bereich der Buntsandstein-Standorte vorherrschend. Als natürliche Waldgesellschaften finden sich hier Hainsimsen-Buchenwälder. Die Trophie der Buntsandstein-Standorte reicht von oligotroph bis mesotroph.

20 BZE-Punkte (14 %) wurden als Lösslehm-Standorte identifiziert. Auch wenn nahezu flächendeckend – mit geringer bis mittlerer Ausprägung – Lösslehmdecken die hessischen Waldstandorte überziehen, finden sich nur in Teilbereichen – vornehmlich im Tiefland des hessischen Waldes – größere zusammenhängende Einheiten mit mächtigeren Lösslehmdecken, z. B. in der Wetterau, in der Niederhessischen Senke, im Limburger oder Kasseler Becken, aber auch an der Fulda. Charakteristische Bodentypen dieser Lösslehm-Standorte sind Parabraunerden und Pseudogleye. Als natürliche Waldgesellschaften kommen vorrangig Hainsimsen- und Waldmeister-Buchenwälder vor. Die Trophie-Einstufungen liegen i. d. R. zwischen gut mesotroph und schwach eutroph.

Ebenfalls 14 % werden standörtlich von Basalt- und Diabasvorkommen bestimmt. Der Vogelsberg ist das größte zusammenhängende Basaltgebiet des europäischen Festlandes. Hier wurden Mächtigkeiten der vulkanischen Gesteine von mehr als 300 m festgestellt. Über dem Basalt finden sich quartäre Decken aus Lösslehm, Basaltverwitterungsmaterial und Bims. Weitere nennenswerte Basaltvorkommen finden sich im Westerwald, in der Rhön, im Knüllgebirge, im Habichtswald und im oberen Kinzig-Gebiet. Die Bodentypen der Basalt-Standorte sind zumeist nährstoffreiche Parabraunerden und Braunerden. Als Waldgesellschaften finden sich auf diesen Standorten Hainsimsen-, Waldmeister- und Waldgersten-Buchenwälder. Die Trophiestufen dieser Standorte liegen meist im eutrophen Bereich. Die Hauptvorkommen der Diabasgesteine befinden sich im westlichen Lahn-Dill-Bergland sowie im Norden des Wuchsbezirks Östlicher Hintertau-

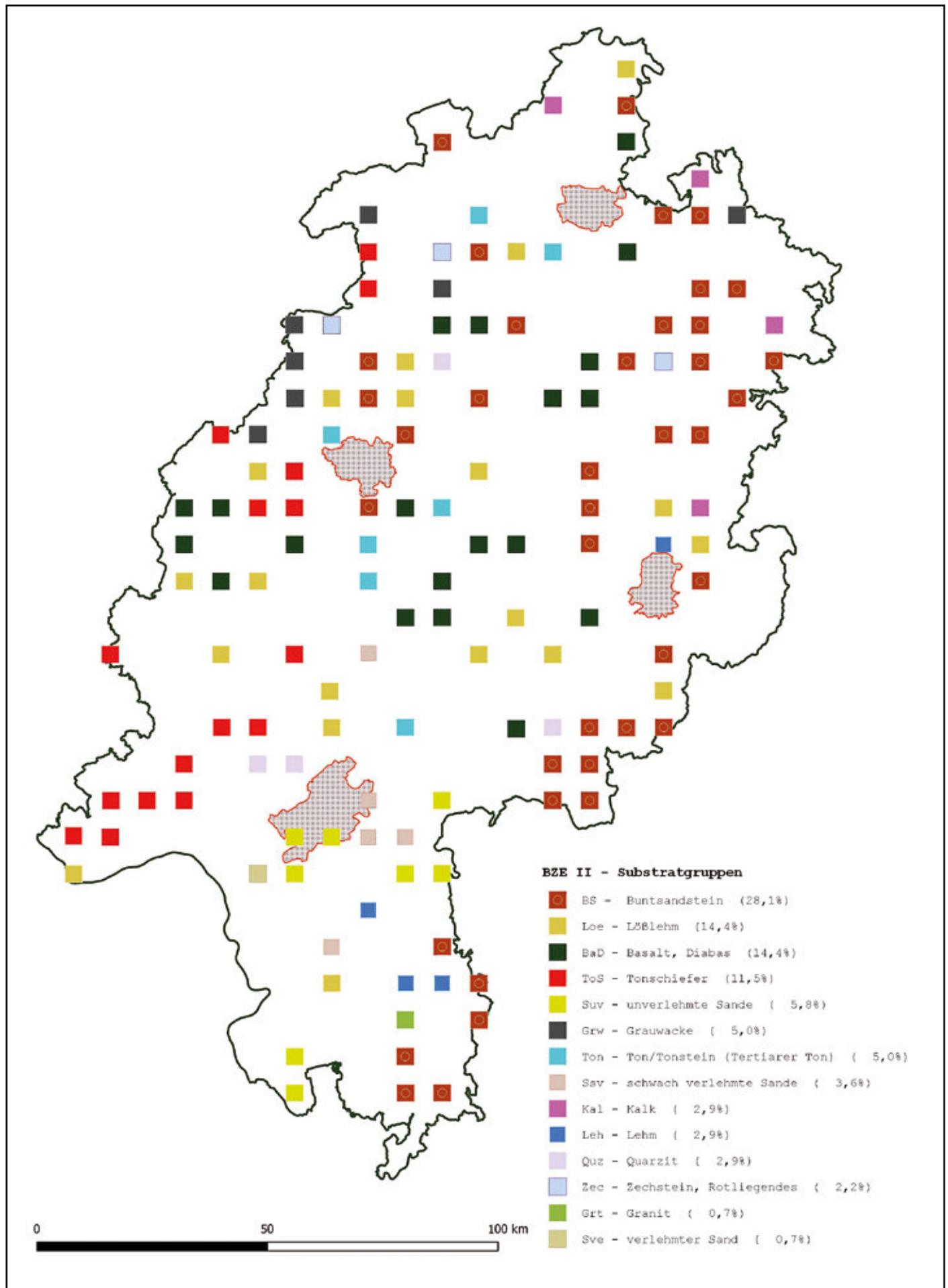


Abb. 3: Zuordnung der 139 hessischen BZE II-Punkte zu den Substratgruppen (Quelle: Paar et al. 2016)

nus. Zumeist finden sich auf diesen Standorten basenreiche Braunerden. Die Diabasflächen sind durch das Vorkommen der gleichen Buchenwaldtypen wie auf Basalt gekennzeichnet. Die Trophie dieser Standorte liegt im eutrophen Bereich.

Auf weiteren 16 BZE-Punkten (12%) findet sich Tonschiefer. Größere Tonschiefervorkommen in hessischen Wäldern gibt es im Taunus und in den Wuchsbezirken Südlicher Rothaargebirgsausläufer sowie im Rothaargebirge Hochsauerland (Waldecker Upland). Auf den Tonschiefer-Standorten sind zumeist Parabraunerden und Braunerden ausgeprägt. Als natürliche Waldgesellschaften finden sich auf diesen Standorten Hainsimsen-Buchenwälder, in geringer flächenmäßiger Ausdehnung sogar Waldmeister-Buchenwälder. Die Trophie der Tonschiefer-Standorte kann von schwach mesotroph bis schwach eutroph reichen. Eine Vielzahl der Standorte zeigt mesotrophe Verhältnisse.

Grauwacken-Standorte kommen mit einem Anteil von fünf Prozent vor. Das Hauptvorkommen karbonischer Grauwacken-Standorte liegt im nördlichen hessischen Schiefergebirge und hier insbesondere in den Bereichen östlicher Rothaargebirgsausläufer (Raum Franckenberg), Wildunger Bergland (Nationalpark Kellerwald-Edersee) und östliches Lahn-Dill-Bergland. Auf diesen Standorten finden sich vor allem Braunerden und podsolige Braunerden. Als natürliche Waldgesellschaft dominiert der Hainsimsen-Buchenwald. Die Standorte sind vorwiegend als mesotroph bis schwach mesotroph zu charakterisieren.

Ebenfalls einen Anteil von fünf Prozent haben Ton(stein)-Standorte. Es handelt sich i. d. R. um tertiäre Tone. Die Standorte finden sich überwiegend im Nordosthessischen Bergland und im Wuchsgebiet Wetterau/Gießener Becken. Auf diesen Standorten dominieren Hainsimsen- und Waldmeister-Buchenwälder. Überwiegend zeigen sich gut mesotrophe bzw. eutrophe Verhältnisse.

Das Vorkommen von Sand-Standorten verteilt sich auf acht BZE-Punkte (6%)

mit unverlehmten Sanden, fünf (4%) mit schwach verlehmten Sanden und einem mit verlehmten Sand. Nährstoffarme Terrassen- und Flugsande (i. d. R. unverlehmte bzw. schwach verlehnte Sande) finden sich im Maingebiet und im südlichen Hessischen Ried. Hier sind vorwiegend sandige Bänder-Braunerden ausgeprägt. Von Natur aus kämen in diesen Standortsbereichen artenarme Buchen- und Eichenwälder vor. Auf sehr armen Sandböden ist auch ein natürlicher Kiefernanteil im Dünenbereich nicht auszuschließen. Die Standorte werden, wenn nicht kalkhaltig beeinflusst, als mesotroph oder schwach mesotroph eingestuft. In den lehmigeren Hochgestaden haben als standörtliche Besonderheit Ausfällungen von kalkhaltigem Grundwasser Kalkanreicherungszone gebildet, die nährstoffreich sind und als Rheinweiß bezeichnet werden.

Die Substratgruppen Granit, Zechstein/Rotliegendes, Quarzit, Lehm und Kalk sind mit Anteilen von ein bis drei Prozent vertreten.

Ausgewählte Hauptergebnisse zum chemischen Bodenzustand der Haupt-Substratgruppen

Buntsandstein

Die Buntsandsteine (Abb. 4) gehören zu den ärmeren Standorten in Hessen. Mit einer Austauschkapazität (Summe der austauschbaren Ionen) von rund 400 kmol_c/ha (summiert bis 90 cm Bodentiefe) liegen die Böden der Substratgruppe Buntsandstein im mittleren Bewertungsbereich. Die durchschnittliche Basensättigung (Anteil der basisch wirkenden Kationen an der Kationenaustauschkapazität) von knapp 20% auf Profilebene (BZE II) liegt an der Grenze des geringen zum gering-mittleren Bewertungsbereich.

Durch die Bodenschutzkalkung haben sich einige bodenchemische Kennwerte verändert. In den gekalkten BZE II-Profilen ist die Basensättigung seit der BZE I um neun Prozentpunkte auf 24% angestiegen. Bei den ungekalkten Profilen gab es in diesem Zeitraum eine Abnahme der Basensättigung um sieben Prozentpunkte

auf 10%, diese erreichen damit nur den Bewertungsbereich gering. In den einzelnen Tiefenstufen ist der Einfluss der Waldkalkung bis in 60 cm Bodentiefe mit signifikant höheren Werten der Basensättigung bei der BZE II im Vergleich zur BZE I feststellbar (Abb. 5).

Damit zeigt sich für die Substratgruppe Buntsandstein bereits sehr deutlich, dass sich ohne eine Bodenschutzkalkung der schon kritische bodenchemische Zustand im Hauptwurzelraum bis 90 cm Bodentiefe weiter verschlechtert hat.

Lösslehm

Die Substratgruppe Lösslehm zeigt insgesamt eine große Spannweite der bodenchemischen Parameter. Mit rund 950 kmol_c/ha Austauschkapazität summiert bis 90 cm Bodentiefe liegen die Böden der Substratgruppe Lösslehm im mittel-hohen Bewertungsbereich und damit über dem Durchschnitt für Hessen insgesamt. Die durchschnittliche Basensättigung (41%) liegt im mittel bis hohen Bewertungsbereich und entspricht dem Landesmittel. Die Nährstoffversorgung ist gut.

Basalt / Diabas

Die Substratgruppe Basalt/Diabas gehört in Hessen mit den Ton(stein)en zu den am besten mit Nährstoffen versorgten Standorten. Mit Werten um 1.300 kmol_c/ha Austauschkapazität bis 90 cm Bodentiefe zählen die Basalte/Diabase zu den Standorten mit den höchsten Austauschkapazitäten in Hessen. Auf Profilebene liegt die durchschnittliche Basensättigung bei 83% und damit im hohen Bewertungsbereich. Wesentliche chemische Veränderungen gegenüber der BZE I haben nicht stattgefunden. Die Basalt/Diabas-Standorte sind nicht für eine Kalkung vorgesehen.

Tonschiefer

Auf den Tonschiefer-Standorten in der hessischen BZE-Stichprobe sind mittlere chemische Verhältnisse vorherrschend. Die BZE-Punkte dieser Substratgruppe sind bis auf zwei Ausnahmen gekalkt worden. Der Tonschiefer liegt mit einem Median von 310 kmol_c/ha im mittleren



Abb. 4: Braunerde aus Lösslehm über Buntsandstein (Foto: NW-FVA)

Bewertungsbereich der Austauschkapazität. Die Basensättigung liegt bei der BZE II auf Profilebene bei knapp 30% und fällt damit in den gering-mittleren Bewertungsbereich. Die Waldkalkung kann als plausible Erklärung für die signifikante Zunahme der Basensättigung um 17 Prozentpunkte in der Tiefenstufe 0–5 cm angesehen werden.

Sande

Unverlehmte Sande

Die untersuchten Bodenparameter weisen für die Standorte der unverlehmten Sande weit unterdurchschnittliche chemische Verhältnisse aus. Die Wertespanssen sind gering. Die unverlehmten Sande im BZE II-

Kollektiv liegen mit einer Austauschkapazität zwischen 160 und 350 kmol_c/ha (Mittel: 220 kmol_c/ha) an der Grenze der gering-mittleren und mittleren Bewertungsbereiche. Sie zählen mit rund 15% durchschnittlicher Basensättigung bis 90 cm Bodentiefe zu den Standorten mit den geringsten Werten in Hessen und fallen in den geringen Bewertungsbereich. Signifikante Veränderungen seit der BZE I sind in dieser Substratgruppe nicht aufgetreten.

Schwach verlehmte Sande

Die Mittelwerte für die schwach verlehmten Sande zeigen deutlich bessere Bodenverhältnisse an als die der unverlehmten Sande, sie bleiben aber im Vergleich zum

Mittel in Hessen insgesamt ebenfalls unterdurchschnittlich. Die Austauschkapazität der schwach verlehmten Sande liegt mit rund 400 kmol_c/ha bis 90 cm Bodentiefe im Mittel fast doppelt so hoch wie die der unverlehmten Sande, aber nur halb so hoch wie der Mittelwert der BZE II-Profile in Hessen. Die Basensättigung bis 90 cm Bodentiefe beträgt 32% (mittlerer Bewertungsbereich). Wie bei den unverlehmten Sanden sind auch für die schwach verlehmten Sande in Hessen keine Veränderungen gegenüber der BZE I festgestellt worden. Nur einem BZE II-Punkt in Hessen wurde die Substratgruppe verlehmter Sand zugewiesen. Dieser Standort weist 300 kmol_c/ha Austauschkapazität auf (mittel) und liegt mit 48% Basensättigung im oberen mittleren Bewertungsbereich. Die Sande gehören in Hessen nicht zur Kalkungskulisse.

Grauwacke

Die Grauwacke-Standorte weisen überwiegend geringe bis mittlere Verhältnisse auf. Mit 160 und 440 kmol_c/ha (Mittel: 300 kmol_c/ha) liegt die Austauschkapazität noch im mittleren Versorgungsbereich. Die Basensättigung beträgt 33% (mittlerer Bewertungsbereich). Signifikante Veränderungen zur BZE I konnten nicht nachgewiesen werden. Vier der sieben Grauwacke-Standorte bei der BZE II-Stichprobe sind gekalkt worden. Für die gekalkten Punkte stieg die Austauschkapazität bis 30 cm Bodentiefe an. Das gekalkte Kollektiv zeigt tendenziell höhere Basensättigungen in den oberen beiden Tiefenstufen und einen leicht erhöhten Durchschnitt auf Profilebene. Die Grauwacke-Standorte gehören zur Kalkungskulisse.

Ton(stein)

Die Substratgruppe Ton(stein) besteht in Hessen vorrangig aus Standorten mit tertiären Tonen als Ausgangsmaterial der Bodenbildung. In dieser Substratgruppe befinden sich die untersuchten Bodenkennwerte meist im hohen Bewertungsbereich und übersteigen die Mittelwerte für ganz Hessen. Die Austauschkapazität liegt bei rund 1.600 kmol_c/ha und damit im hohen Bewertungsbereich. Die

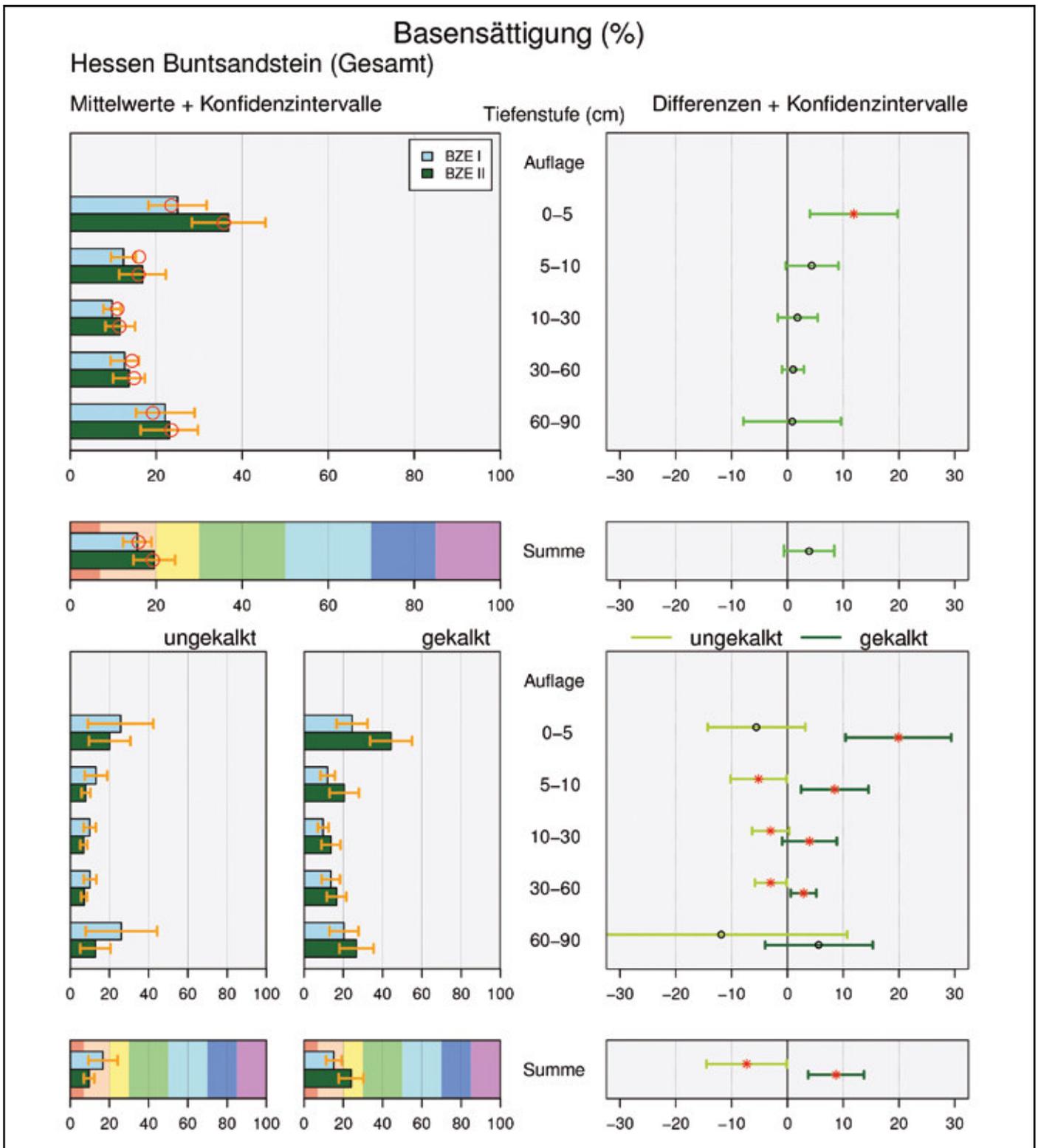


Abb. 5: Basensättigung in Prozent der Substratgruppe Buntsandstein ($n = 39$) in hessischen Waldböden als Mittelwert für die BZE I und II (linke Spalte) und Differenz (BZE II–BZE I) (rechte Spalte) nach Tiefenstufen und Summe bis 90 cm, jeweils als Gesamtergebnis (obere 4 Grafiken) und nach ungekalkt ($n = 11$) und gekalkt ($n = 27$) (untere 6 Graphiken). Rote Sternchen kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede. (Quelle: Paar et al. 2016)

Werte der Basensättigung zeigen eine weite Spanne von mittel bis hoch bis zu sehr hoch. Der Mittelwert liegt bei 65%. Veränderungen seit der BZE I wurden nicht festgestellt. Die Ton(stein)e gehören nicht zur Kalkungskulisse.

Kalk-Standorte

Waldböden auf Kalkstein zeigen überdurchschnittliche Werte bei den untersuchten Bodenparametern. Sie kommen auf drei Prozent der hessischen Waldfläche vor. Hinsichtlich der Austauschkapazität

bis in 90 cm Bodentiefe liegen die Kalk-Standorte in Hessen mit $930 \text{ kmol}_c / \text{ha}$ im mittel-hohen Bereich. Mit annähernd 100% Basensättigung über alle Tiefenstufen hinweg haben die Kalke die höchsten Werte im BZE II-Kollektiv.

Signifikante Änderungen von der BZE I zur BZE II wurden nicht festgestellt. Die Kalk-Standorte gehören nicht zur Kalkungskulisse.

Kohlenstoff

Die Notwendigkeit, den Ausstoß der Treibhausgase zu vermindern, hat hohe internationale Priorität und umfasst ein umfangreiches Portfolio von Maßnahmen (IPCC 2014). Neben der Vermeidung von CO₂-Emissionen ist die Speicherung von Kohlenstoff ein wichtiges klimapolitisches Ziel.

Für das hessische BZE-Kollektiv mit 139 Stichprobenpunkten ergeben sich entsprechend der bundesweiten methodischen Vorgaben zur Durchführung der BZE mittlere Kohlenstoffvorräte von ca. 80 t/ha (Auflagehumus und Mineralboden) zum Zeitpunkt der BZE II. Dieser Kohlenstoffvorrat belegt eine langfristige Kohlenstoff-Nettospeicherung in Hessens Waldböden, die damit eine wichtige Kohlenstoffsénke darstellen.

Sowohl im ungekalkten als auch im gekalkten Kollektiv der hessischen BZE-Punkte verringerten sich die Kohlenstoffvorräte in der Humusaufgabe zwischen BZE I und BZE II. Auf den gekalkten Flächen zeigte sich dieser Befund deutlicher. Der Abbau von Trockenmasse im Auflagehumus war auf den gekalkten Flächen deutlich größer als auf ungekalkten. Während sich auf ungekalkten Standorten die Kohlenstoffvorräte im Oberboden nicht signifikant verändert haben, sind für das gekalkte Kollektiv bis 30 cm Tiefe deutliche Kohlenstoffanreicherungen festzustellen, die die Verluste im Auflagehumus bei weitem kompensieren. Es ist anzunehmen, dass die infolge der Kalkung verbesserte Streuzersetzung bzw. Bioturbation zur Kohlenstoffanreicherung im oberen Mineralboden geführt hat.

Vegetation

Neben Bodenkenngrößen wurde an allen Aufnahmepunkten der BZE II auch die Waldvegetation auf einer 400 m² großen Stichprobefläche erfasst. Die direkte Gegenüberstellung der BZE II-Vegetations-

daten und der auf den Stichprobenpunkten erhobenen bodenchemischen Kenngrößen ermöglicht Analysen der Zusammenhänge zwischen der Pflanzenartenzusammensetzung der Waldbestände und dem chemischen Bodenzustand. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse konnten Zeigerarten identifiziert werden, die unter anderem operationale Hilfestellungen für die Trophieeinschätzung hessischer Waldstandorte bieten. Dabei handelt es sich um Indikatorarten, die – im Unterschied zu einigen Arten in der Liste der ökologischen Artengruppen der Forstlichen Standortaufnahme (AK STANDORTSKARTIERUNG 2003) – in den Waldökosystemen Hessens weit verbreitet und daher gut anwendbar sind.

Für den oligotrophen bis schwach mesotrophen Bereich (Basensättigungswerte im Oberboden <20%) konnten beispielsweise auf der Basis statistischer Analysen folgende Indikatorarten eindeutig identifiziert werden: Besenheide, Gewelltes Gabelzahnmoos, Harzer Labkraut, Hasenfuß-Segge, Pillen-Segge, Roter Holunder, Rotstengelmoos, Schmalblättriges Weidenröschen, Sparriger Runzelpeter und Wald-Frauenhaar. Für den eutrophen Bereich (Basensättigungswerte im Oberboden >70%) wurden folgende Arten ausgewiesen: Blut-Ampfer, Gewöhnliche Knoblauchsrauke, Gewöhnliches Rispengras, Kleinblütiges Weidenröschen, Waldgerste, Wald-Veilchen, Samt-Kurzbüchsenmoos und Waldbingelkraut.

Der vollständige Waldbodenzustandsbericht für Hessen (PAAR et al. 2016) ist als freie Onlineversion über die Homepage der NW-FVA (www.nw-fva.de → Publikationen → Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt) erreichbar.

Kontakt

Dr. Uwe Paar, Dr. Jan Evers,
Inge Dammann, Dr. Marcus Schmidt,
Prof. Dr. Johannes Eichhorn
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt
Grätzelstraße 2
37079 Göttingen
www.nw-fva.de
Uwe.Paar@nw-fva.de

Literatur

AK STANDORTSKARTIERUNG (2003): Forstliche Standortaufnahme. Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. Arbeitskreis Standortkartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung. 6. Auflage. Eching. 352 S.

IPCC (2014): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: EDENHOFER, O.; PICHs-MADRUGA, R.; SOKONA, Y.; FARAHANI, E.; KADNER, S.; SEYBOTH, K.; ADLER, A.; BAUM, I.; BRUNNER, S.; EICKEMEIER, P.; KRIEMANN, B.; SAVOLAINEN, J.; SCHLÖMER, S.; STECHOW, C. v.; ZWICKEL, T.; MINX J. C. (Hrsg.). Cambridge, New York.

KÖLLING, C.; FALK, W. (2010): Heute reichlich, morgen knapp: Wasser im Wald. LWF aktuell 78: 15–17.

PAAR, U.; EVERS, J.; DAMMANN, I.; KÖNIG, N.; SCHULZE, A.; SCHMIDT, M.; SCHÖNFELDER, E.; SCHELER, B.; ULLRICH, T.; EICHHORN, J. (2016): Waldbodenzustandsbericht für Hessen. Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). Beitr. NW-FVA 15: 1–456.

SABEL, K.-J. (2005): Die Bodenlandschaften Hessens. Mitt. Dt. Bodenkundl. Gesellsch. 105: 21–27.

WELLBROCK, N.; AYDIN, C.-T.; BLOCK, J.; BUSSIAN, B.; DECKERT, M.; DIEKMANN, O.; EVERS, J.; FETZER, K. D.; GAUER, J.; GEHRMANN, J.; KÖLLING, C.; KÖNIG, N.; LIESEBACH, M.; MARTIN, J.; MEIWEs, K. J.; MILBERT, G.; RABEN, G.; RIEK, W.; SCHÄFFER, W.; SCHWERHOFF, J.; ULLRICH, T.; UTERMANN, J.; VOLZ, H.-A.; WEIGEL, A.; WOLFF, B. (2006): Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). Arbeitsanleitung für die Außenaufnahmen. BMELV (Hrsg.). Berlin, 413 S.

Naturschutz

in Hessen

JAHRBUCH

Band 17 / 2018

HERAUSGEBER

Nordhessische Gesellschaft für Naturkunde und Naturwissenschaften (NGNN) e. V.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch Naturschutz in Hessen](#)

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Paar Uwe, Evers Jan, Dammann Inge, Schmidt Marcus, Eichhorn Johannes

Artikel/Article: [Der Bodenzustand hessischer Wälder – Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald \(BZE II\) 72-78](#)