

Standortsinformationen für die Bundeswaldinventur in Sachsen-Anhalt

Bernd Ahrends, Paul Schmidt-Walter und Henning Meesenburg

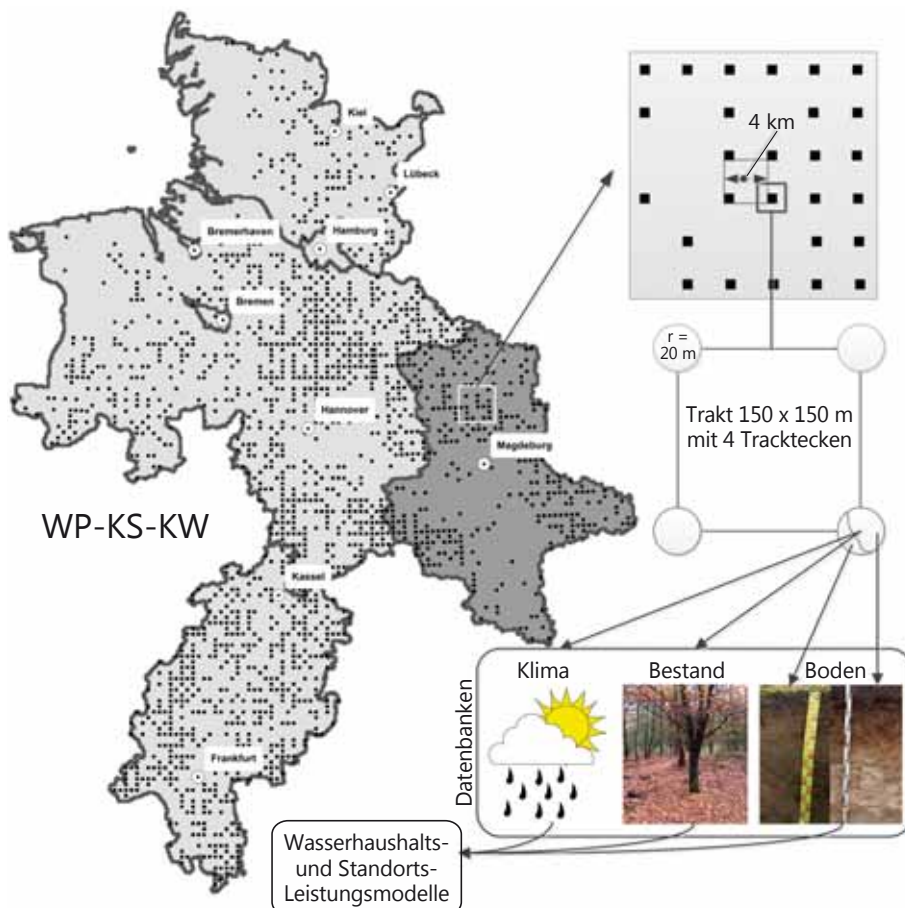
Das Projekt WP-KS-KW

Im Waldklimafonds-Projekt WP-KS-KW („Waldproduktivität-Kohlenstoffspeicherung-Klimawandel“) wurden länderübergreifend einheitliche Standortsinformationen (Klima, Boden) für die Inventurpunkte der Bundeswaldinventur (BWI) erhoben. Innerhalb des 4 km x 4 km Grundnetzes der BWI werden deutschlandweit alle 10 Jahre an ca. 26.450 Inventurpunkten eine Vielzahl von Bestandesparametern (z. B. Baumartenzusammensetzung, Holzvorräte, Zuwächse, Altersverteilungen) erhoben. Um die Produktivität, die Kohlenstoffspeicherung und weitere Ökosystemleistungen unserer Wälder verlässlicher unter sich verändernden Klimabedingungen prognostizieren zu können, sind detaillierte Standortsinformationen eine wichtige Ergänzung zu diesen Daten.

Insbesondere zeitlich und räumlich hochaufgelöste Klima- und Bodendaten fehlten bislang für die Inventurpunkte der BWI oder waren in einer sehr uneinheitlichen und unbefriedigenden Auflösung vorhanden. Beispielsweise waren Wasserhaushaltssimulationen mit prozessorientierten Modellen zur Abbildung des Standortwasserhaushaltes und der Trockenstresssituation durch fehlende Informationen zu bodenphysikalischen Eigenschaften der Bodenprofile an den BWI-Traktecken bis zu diesem Projekt in einer bundesweit einheitlichen Form nicht durchführbar. Für diese Mammutaufgabe ist es den zwölf Projektpartnern aus ganz Deutschland gelungen, eine deutlich verbesserte Datengrundlage



Foto: M. Schmidt



Schematische Darstellung der Ableitung von Umweltinformationen (Klima, Boden) für Traktecken der BWI

zu schaffen. Hierdurch ist es nun möglich, für die Traktecken der BWI belastbare Erklärungen des Zusammenhangs zwischen Standort und Waldwachstum zu erhalten, z. B. durch eine genauere Ableitung von Kenngrößen des Wasserhaushaltes, die für die Standort-Leistungs-Modellierung verwendet werden können.

Boden-Leitprofile für BWI-Traktecken

Ziel war es, für jede Traktecke des Grundnetzes der BWI Leitprofile mit bodenphysikalischen Grundlagendaten zu erstellen. Eine wichtige Datengrundlage bilden hierbei die in den Bundesländern zur Verfügung stehenden Informationen aus der Standorts- und Bodenkartierung. In den jeweiligen Bundesländern erfasst jedoch die traditionelle forstliche Standortskartierung Bodeninformationen in sehr unterschiedlicher Intensität und Qualität. Diese Ausgangslage erforderte ein länderspezifisches Vorgehen, das durch einheitliche Vorgaben in einem homogenen bundesweiten Datensatz mündete.

Die forstliche Standortskartierung in den ostdeutschen Bundesländern wird seit Mitte der 1960er Jahre auf Basis der Standortserkundungsanleitung (SEA) durchgeführt. Ein Bestandteil der SEA ist die

Standortsinformationen für die Bundeswaldinventur in Sachsen-Anhalt

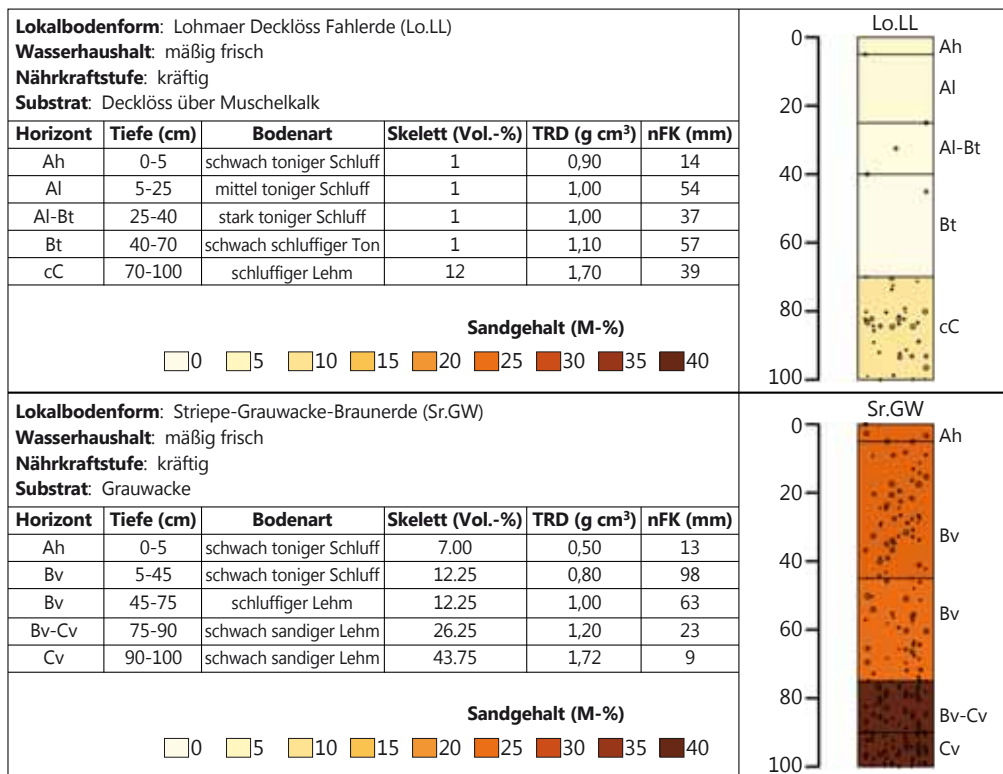


Foto: M. Schmidt

Beispielhafte Darstellung von zwei Bodenprofilen an BWI-Traktecken in Sachsen-Anhalt und verfügbare Profilinformationen (Auszug), (verändert nach Kopp et al. unveröffentlicht). TRD: Trockenrohddichte.

flächige Kartierung von Standortformen und zahlreichen so genannten Lokalbodenformen. Letztgenannte berücksichtigen die ökologisch relevanten bodenkundlichen Unterschiede der gröber gefassten Standortformen. Entsprechend wurden schon in der Vergangenheit durch umfangreiche Vorarbeiten zahlreiche Merkmalsspiegel (mittlere Bodeninformationen für die jeweilige Lokalbodenform) für flächenhaft bedeutsame Lokalbodenformen erstellt. Im Zuge des Projektes wurden auf dieser Grundlage umfangreiche Erweiterungen (Bänderungen, Grund- und Stauwasser, Lehmunterlagerungen) und Anpassungen (Skelettgehalte, Bodenarten, Humusgehalte, Profiltiefen) durchgeführt. Die so generierten Profile wurden abschließend hinsichtlich der bodenphysikalischen Parameter (Sand-, Schluff- und Ton-

gehalt, Skelettgehalt, Trockenrohddichte und Humusgehalt) anhand von Bodenprofilen der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II), von Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) und der ökologischen Waldzustandskontrolle (ÖWK) evaluiert. Hierbei zeigte sich, dass auf Grundlage der Standortkartierung die meisten bodenphysikalischen Parameter verzerrungsfrei und mit verhältnismäßig hoher Genauigkeit geschätzt werden können. Größere Abweichungen ergaben sich aufgrund ihrer hohen kleinräumlichen Variabilität erwartungsgemäß bei den Skelettgehalten. Dennoch konnten für die Standortkartierung konkrete Bodenprofile abgeleitet werden (Abb. oben), auf deren Grundlage dann für BWI-Traktecken wichtige ökologische Kennwerte, wie z. B. die nutzbare Feldkapazität oder die potenzielle Kationenaustauschkapazität, mittels so genannter Pedotransferfunktionen berechnet werden können.

Für die Zuordnung der bodenkundlichen Kartiereinheiten zu den BWI-Traktecken wurde eine Kreisfläche mit einem Radius von 20 m (vgl. Abb. Seite 22) um die Traktecke betrachtet. Innerhalb dieser Kreisfläche wurden die zwei flächenmäßig bedeutendsten Standorteinheiten (Flächenanteil > 20 %) berücksichtigt.

Klimadaten für die Bundeswaldinventur

Das Klima ist eine entscheidende Einflussgröße für das standörtliche Leistungsvermögen und das Risiko von biotischen Schädigungen der Bestände. Entsprechend sind zur Bewertung der vergangenen und zukünftigen Wachstumsbedingungen unserer Wälder räumlich und zeitlich hoch aufgelöste Klimadaten eine wichtige Grundlage. Eine klimasensitive Berechnung der Vegetationsperiode oder der Einsatz von prozessorientierten Wasserhaushaltsmodellen erfordert in der Regel Klimadaten in täglicher Auflösung.



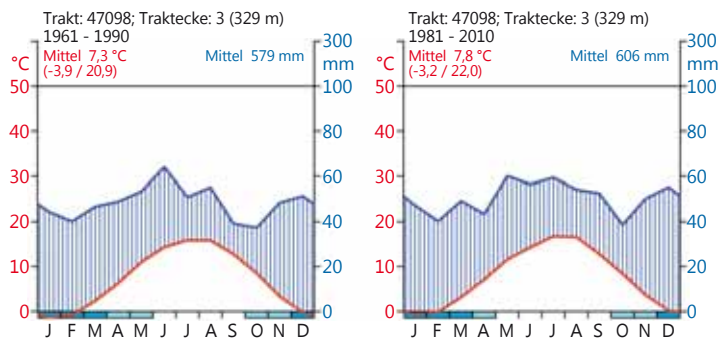
Foto: M. Spielmann

Standortsinformationen für die Bundeswaldinventur in Sachsen-Anhalt

Entsprechende Zeitreihen wurden am Institut für Geographie der Universität Hamburg an 26.450 BWI-Punkten für acht Klimagrößen entwickelt (Kawohl et al. 2017). Die Zeitreihen umfassen dabei sowohl eine retrospektive Betrachtung (ab 1961) als auch die Projektionen von mehreren Klimaszenarien bis zum Jahr 2100. Mit dieser Datengrundlage können zum einen einfache Auswertungen in monatlicher Auflösung zur klimatischen Charakterisierung der einzelnen Traktecken der BWI durchgeführt werden und zum anderen Tagesdaten als Antrieb von komplexen Modellen verwendet werden. Die Abbildung unten zeigt so genannte Walter/Lieth-Klimadiagramme beispielhaft für eine Traktecke. Es ergeben sich zwischen den beiden retrospektiven Zeiträumen (1961-1990 und 1981-2010) ein Temperaturanstieg um 0,5 °C und ein geringer Niederschlagsanstieg von 27 mm. Die Abbildung zeigt weiterhin, dass bei dieser Traktecke nicht nur die absolute Niederschlagsmenge relativ gleich geblieben ist, sondern auch die jahreszeitliche Verteilung.



Foto: M. Schmidt



Klimadiagramme auf Grundlage der generierten Klimazeitreihen für die Traktecke 3 des Traktes 47098 für die Zeiträume 1961-1990 (links) und 1981-2010 (rechts).



Foto: M. Spielmann

Die so für die BWI generierten Klimadaten können zusammen mit den Bodenprofilen verwendet werden, um mit Hilfe von hydrologischen Modellen zeitlich hochaufgelöste Kenngrößen des Wasserhaushaltes (z. B. Trockenstressindikatoren) zu ermitteln und diese mit der Wasserhaushaltseinstufung der Standortskartierung zu vergleichen (vgl. folgendes Kapitel). Außerdem bilden sie eine wichtige Grundlage für ein verbessertes Verständnis der Standort-Leistungs-Beziehungen und möglicher Prognosen im Klimawandel.

Der Trockenstress nimmt zu

Für insgesamt 24.610 Traktecken der Bundeswaldinventur (BWI) wurde der Wasserhaushalt von Buchen- und Fichtenbeständen für den Zeitraum von 1961 bis 2013 berechnet. Verwendet wurde das Modell LWF-Brook90, welches die Verdunstung, die Bodenwasserflüsse einschließlich Sickerwasserspende sowie die Bodenwasserverfügbarkeit von Wäldern in täglicher Auflösung berechnet. Grundlage für die Berechnungen sind unter anderem die vorab beschriebenen bodenkundlichen und klimatischen Eingangsdaten. Für jede Traktecke wurden die Berechnungen jeweils für Modellbestände von Buche und Fichte durchgeführt, um den Einfluss der flächenhaft bedeutendsten Nadel- und Laubbaumart auf den Wasserhaushalt abzuschätzen und deren Standortseignung zu beurteilen. Aus den Modellergebnissen wurden verschiedene Trockenstressindikatoren abgeleitet, welche Einschränkungen der Wasserverfügbarkeit an den BWI-Traktecken beschreiben. Ein häufig verwendeter Indikator ist beispielsweise die relative pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicherfüllung (REW). Diese wird als Verhältnis aus aktueller Bodenwasserspeicherfüllung und der maximalen pflanzenverfügbaren Bodenwassermenge berechnet und quantifiziert somit die Bodenwasserverfügbarkeit. In zahlreichen Studien wurden Wachstumseinschränkungen in Waldbeständen beobachtet, wenn dieser Indikator 40 % der nutzbaren Feldkapazität unterschreitet (z. B. Granier et al. 1999; 2007). Um die Dauer und Intensität einer solchen Unterschreitung zu berücksichtigen, kann die Defizitsumme unterhalb des 40 %-Schwellenwertes für die Vegetationsperiode berechnet werden (DREW).

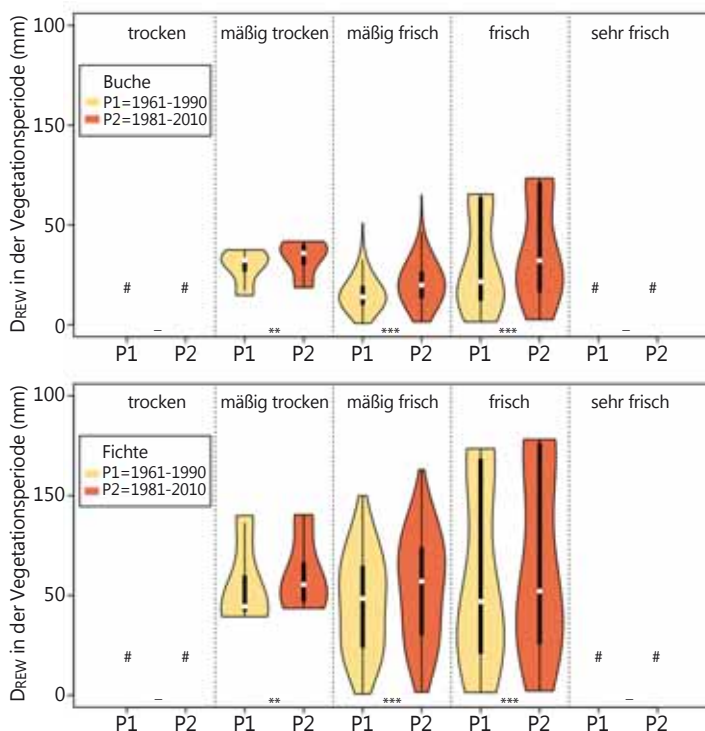
Standortsinformationen für die Bundeswaldinventur in Sachsen-Anhalt

Dieser Indikator wurde für zwei verschiedene Zeiträume der jüngeren Vergangenheit für Sachsen-Anhalt ausgewertet (vgl. Abb. unten), da neuere Untersuchungen darauf hindeuten, dass Abweichungen von den langjährigen Witterungsbedingungen eine zentrale Bedeutung für das bestandspezifische Trockenstressrisiko haben (Choat et al. 2012). Die Defizitsumme REW bei Unterschreitung der 40 %-Grenze korrespondiert schwach mit der Einstufung des Wasserhaushaltes für terrestrische Standorte. Bäume auf mäßig trockenen Standorten haben demnach im Mittel ein größeres Trockenstressrisiko als Bäume auf frischen Standorten. Auf der anderen Seite gibt es anscheinend viele mäßig frische und frische Standorte, die in einigen Jahren in der Vegetationsperiode ein hohes Trockenstressrisiko aufweisen. Dieses kann auf die verhältnismäßig geringen Niederschläge zurückgeführt werden, die bei diesen Standorten nicht ausreichen, um den Wasserbedarf hinreichend zu decken. Bei diesen Standorten dürfte in Zukunft eine weitere Differenzierung nach der Substratfeuchtestufe vermutlich noch klarere Ergebnisse liefern. Die Fichte weist in allen Feuchtestufen insgesamt höheren Trockenstress auf als die Buche. Das Muster der Feuchtestufen ist jedoch vergleichbar. Des Weiteren wird ersichtlich, dass die mittlere Defizitsumme bei beiden Baumarten im Zeitraum 1981 bis 2010 gegenüber 1961 bis 1990 in allen ökologischen Feuchtestufen signifikant angestiegen ist und sich somit das mittlere Trockenstressniveau erhöht hat. Bei den mäßig frischen Standorten ist der Anstieg des Trockenstresses für die Fichte so stark, dass diese Standorte



Foto: M. Schmidt

im Zeitraum von 1981 bis 2010 im Mittel ein höheres Trockenstressrisiko aufweisen als noch im Zeitraum von 1961 bis 1990 die mäßig trockenen Standorte. Da das Klima die einzige veränderliche Größe in den Wasserhaushaltssimulationen ist, kann der Anstieg des Trockenstressniveaus auf die Klimaänderungen, insbesondere auf die angestiegenen Temperaturen innerhalb der letzten 50 Jahre, zurückgeführt werden. Es ist zu erwarten, dass sich im Zuge des prognostizierten Klimawandels die Trockenstresssituation an vielen BWI-Traktecken durch trockenere und wärmere Bedingungen weiter verschärft und somit die bisher im Rahmen der Standortkartierung erfolgte statische Wasserhaushaltsanpassung einer Anpassung bedarf. Weiterhin erscheint die Berücksichtigung der Substratfeuchte unbedingt erforderlich.



Mittlere Defizitsumme (DREW) des relativen pflanzenverfügbaren Bodenwassers bei Unterschreitung von 40 % der nutzbaren Feldkapazität in der Vegetationsperiode der Buche (oben) und Fichte (unten) für zwei Zeiträume gruppiert nach ökologischen Feuchtestufen. Signifikant verschiedene Werte zwischen den Zeiträumen sind durch Sternchen gekennzeichnet. Die Anzahl der Sterne beschreibt das Signifikanzniveau (*** < 0.001, ** < 0.01); #: äußerst geringer Stichprobenumfang). Das „Violinen“-Diagramm ist sehr ähnlich zum Boxplot. Die Breiten der „Violine“ zeigen zusätzlich an, wie viele Fälle in dem jeweiligen Wertebereich vorliegen.

Fazit

Im Projekt WP-KS-KW konnten für die Traktecken im 4 km x 4 km Grundnetz der Bundeswaldinventur umfangreiche Datensätze mit Umweltinformationen erhoben und abgeleitet werden. Diese Datengrundlagen erlauben eine Analyse des Zusammenhangs zwischen Standort und Waldwachstum und somit eine bessere Einschätzung der zukünftigen Waldentwicklung. Aber auch die Wasserhaushaltseinstufung der Standortkartierung kann hinsichtlich ihrer Konstanz bzw. Dynamik bewertet werden. Die durch die Klimaänderungen der jüngeren Vergangenheit bedingte Zunahme der Trockenstressintensität zeigt, wie wichtig eine klimasensitive Einschätzung des Standortwasserhaushalts zur Anpassung unserer Wälder an den Klimawandel zukünftig sein wird. Dies muss bei der Baumartenwahl und der Bewirtschaftung der Bestände berücksichtigt werden. Die Dynamik des Bodenwasserregimes und die damit verbundenen Einschränkungen der Wasserverfügbarkeit stehen direkt mit der Produktionsfunktion unserer Wälder und der zukünftigen Standortseignung der Baumarten in Verbindung. Die im Projekt erarbeiteten Wasserhaushalts- und Trockenstressgrößen eröffnen nun erstmals die Möglichkeit, Zusammenhänge zwischen Produktionsfunktion und Wasserverfügbarkeit großflächig zu analysieren.