

Standortsinformationen für die Bundeswaldinventur in Schleswig-Holstein

Bernd Ahrends, Paul Schmidt-Walter und Henning Meesenburg

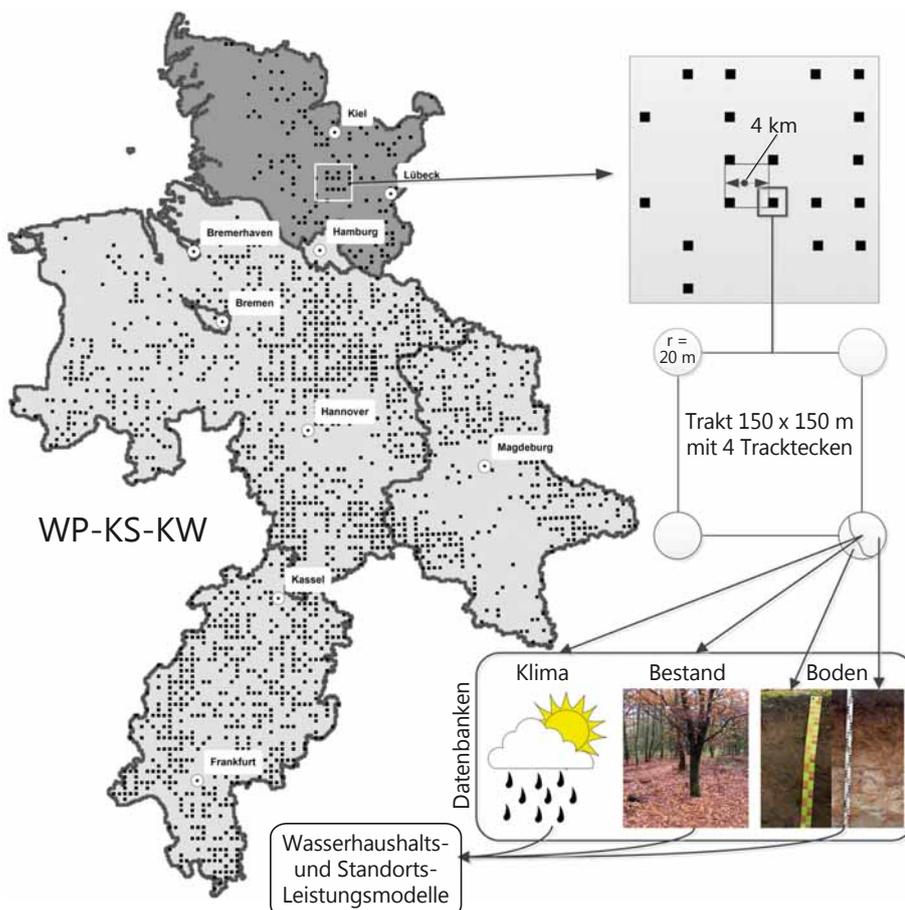
Das Projekt WP-KS-KW

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



Foto: M. Schmidt



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

aus ganz Deutschland gelungen, eine deutlich verbesserte Datengrundlage 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, welche 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. In der schleswig-holsteinischen forstlichen Standortskarte werden die Ergebnisse der Standortskartierung als

Standortsinformationen für die Bundeswaldinventur in Schleswig-Holstein

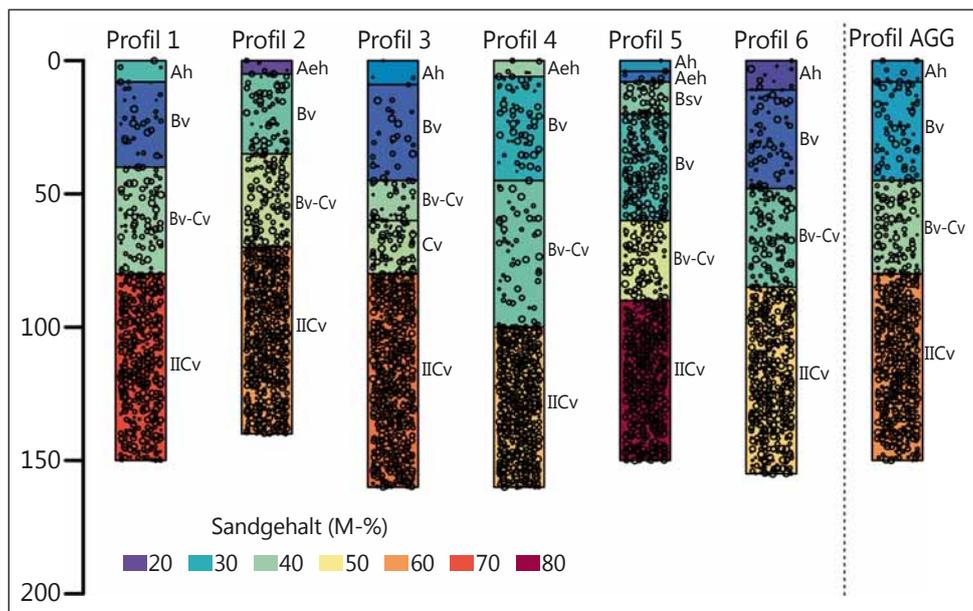
Standortstypen ausgewiesen. Diese in Kategorien eingeteilten „Standortstypen“ sind ökologische Einheiten, die Informationen zum Geländewasser- und Nährstoffhaushalt und zum Ausgangsmaterial der Bodenbildung eines Standortes zusammenfassen. Allerdings lassen sich diese Informationen im Gegensatz zu flächendeckend vorhandenen bodenkundlichen Kartenwerken nicht direkt in metrische Werte einzelner bodenphysikalischer oder -chemischer Parameter übersetzen. Solche Informationen sind jedoch notwendig, z. B. für die Ableitung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) oder von Verwitterungsraten zur Ermittlung der nachschaffenden Kraft eines Standortes.

Als Grundlage für die Erstellung von so genannten Leitprofilen für forstliche Standortstypen dienten über 4.700 Bodenprofile der Standortkartierung. Diese Profile wurden anhand des zugewiesenen forstlichen Standortstyps gruppiert und horizontbezogene Bodenparameter wie Bodenarten, Skelett- und Humusgehalte und Trockenroh-dichten aggregiert.

Die Abbildung links oben zeigt schematisch eine entsprechende Aggregation von sechs Profilen und ein sich daraus ergebendes Profil (Profil_AGG) für den jeweiligen forstlichen Standortstyp. Das Ergebnis sind konkrete Profile, wie z. B. in der Abbildung links unten dargestellt, auf deren Grundlage

dann für Standortstypen wichtige ökologische Kennwerte, wie z. B. die nutzbare Feldkapazität oder die potenzielle Kationenaustauschkapazität, mittels so genannter Pedotransferfunktionen berechnet werden können.

Für die Zuordnung der standortkundlichen Kartiereinheiten zu den BWI-Traktecken wurde eine Kreisfläche mit einem Radius von 20 m (vgl. Abb. Seite 21) um die Traktecke betrachtet. Innerhalb dieser Kreisfläche wurden die zwei flächenmäßig bedeutendsten Standorteinheiten (Flächenanteil > 20 %) berücksichtigt.



Schematische Darstellung der Ableitung von Leitprofilen (Profil_AGG) für forstliche Standortstypen in Schleswig-Holstein

Standortstyp: 42.3+3.1 Wasserhaushalt: Mäßig frische Standorte, auch mit kurzfristigem, schwachem Tageswasserrückstau im tiefen Unterboden, auch kurzfristig mäßig sommertrocken Nährstoffgehalt: Mäßig versorgt – schwach mesotroph Substrat: Schwächer und besser verlehmt Sande mit Sandunterlagerung						
Horizont	Tiefe (cm)	Bodenart	Skelett (Vol.-%)	TRD (g cm³)	nFK (mm)	
Ah	0-4	schwach lehmiger Sand	3	1,27	6	
Aeh	4-6	schwach lehmiger Sand	3	1,27	3	
Bv	6-35	schwach lehmiger Sand	3	1,39	45	
ilCv	74-180	schwach lehmiger Sand	12	1,81	121	
C	180-201	schwach lehmiger Sand	23	1,80	21	
Standortstyp: 37.4+8.3 Wasserhaushalt: Schwächer wechselfeuchte bis staufrische Standorte mit geringem bis mäßigem Wechsel zwischen Vernässung und abnehmender Feuchte bei tiefer sitzender Staunässe Nährstoffgehalt: Ziemlich gut versorgt; gut mesotroph Substrat: Kalkhaltige Lehme mit stark anlehmiger bis verlehmt Sandüberlagerung						
Horizont	Tiefe (cm)	Bodenart	Skelett (Vol.-%)	TRD (g cm³)	nFK (mm)	
Ah	0-17	schwach lehmiger Sand	1	1,32	27	
Bvh	17-26	schwach lehmiger Sand	1	1,36	14	
Bv	26-51	mittel lehmiger Sand	1	1,38	44	
Swd	51-203	mittel sandiger Lehm	2	1,35	284	
SdiCv	203-250	schwach toniger Lehm	3	1,68	55	
Cv	250-300	mittel lehmiger Sand	0	1,78	70	

Beispielhafte Darstellung von zwei Bodenprofilen an forstlichen Standorteinheiten in Schleswig-Holstein und verfügbare Profilinformatio-nen (Auszug). TRD: Trockenroh-dichte

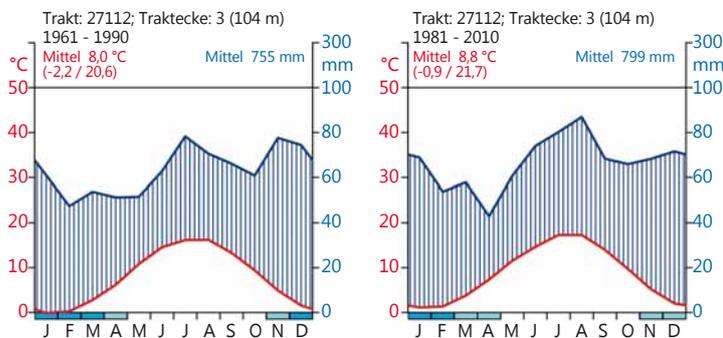


Foto: M. Schmidt

Standortsinformationen für die Bundeswaldinventur in Schleswig-Holstein

Klimadaten für die Bundeswaldinventur

Das Klima ist häufig 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. 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 Projektion 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 retrospektiven Zeiträumen (1961-1990 und 1981-2010) ein Temperaturanstieg von 0,8 °C und ein leichter Niederschlagsanstieg von 44 mm. Die Erhöhung der Niederschlagsmenge macht sich vor allem in den Sommermonaten (Juni bis August) bemerkbar, so dass ein höherer Verdunstungsanspruch durch die Temperaturerhöhung in der Vegetationsperiode kompensiert werden kann.



Klimadiagramme auf Grundlage der generierten Klimazeitreihen für die Traktecke 3 des Traktes 27112 für die Zeiträume 1961-1990 (links) und 1981-2010 (rechts)



Foto: M. Spielmann



Foto: M. Schmidt

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

Der Trockenstress nimmt erstmal ab

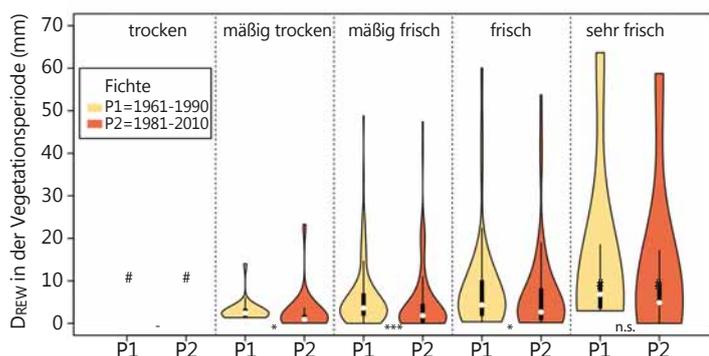
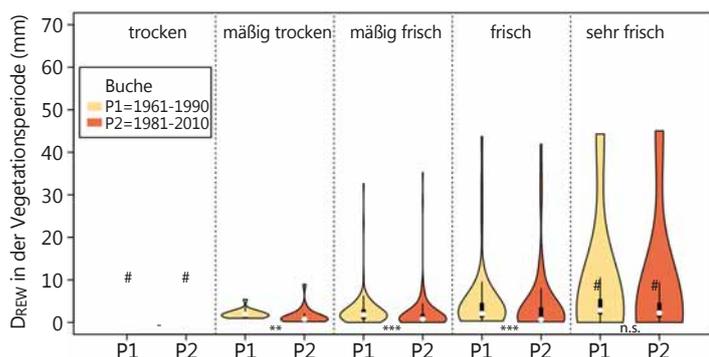
Für insgesamt 24.610 Traktecken der Bundeswaldinventur (BWI) wurde der Wasserhaushalt von Buchen- und Fichtenbeständen für den Zeitraum von 1961 bis 2013 berechnet. Verwendet wurde das Modell LWF-Brook90, welches die Verdunstung, die Bodenwasserflüsse einschließlich Sickerwasserspense sowie die Bodenwasserverfügbarkeit 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 maximal 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 Schleswig-Holstein

Dieser Indikator wurde für zwei verschiedene Zeiträume der jüngeren Vergangenheit für die BWI in Schleswig-Holstein ausgewertet (vgl. Abb. unten), da neuere Untersuchungen darauf hindeuten, dass Abweichungen von den langjährigen Witterungsbedingungen eine zentrale Bedeutung für das bestandsspezifische Trockenstressrisiko haben (Choat et al. 2012). Im Vergleich mit anderen Bundesländern sind alle Feuchtestufen durch geringe Defizitsummen gekennzeichnet, so dass im Mittel eigentlich keine gravierenden Unterschiede zwischen den Feuchtestufen zu erkennen sind. Die Fichte weist in allen Feuchtestufen insgesamt leicht höheren Trockenstress auf als die Buche. Des Weiteren wird ersichtlich, dass die mittlere Defizitsumme bei beiden Baumarten im Zeitraum 1981 bis 2010 gegenüber 1961 bis 1990 in den



Foto: M. Schmidt



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, (*) < 0.05); #: 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.



Foto: T. Ullrich

meisten ökologischen Feuchtestufen signifikant gesunken ist und sich somit das mittlere Trockenstressniveau verringert hat. Bei den mäßig trockenen, mäßig frischen und frischen Standorten geht die Reduzierung so weit, dass Trockenstress nur noch sehr vereinzelt auftritt. Bei den sehr frischen Standorten bestätigt sich diese Tendenz. Der geringe Stichprobenumfang führt jedoch dazu, dass die Änderungen nicht signifikant sind. Diese Entwicklung in Schleswig-Holstein ist gegenläufig zu einer bundesweiten Entwicklung des retrospektiven Trockenstress (vgl. Schmidt-Walter et al. 2017). Für Schleswig-Holstein zeigt sich, dass die Temperaturerhöhung in diesem Zeitraum durch eine höhere Niederschlagsmenge (insbesondere in der Vegetationsperiode) mehr als kompensiert werden konnte. Ob sich dieser Trend im Klimawandel wieder umkehrt, ist noch Gegenstand von laufenden Auswertungen. Sollten jedoch die Sommerniederschläge, wie für den Klimawandel in Schleswig-Holstein projiziert, deutlich abnehmen, ist auch für Schleswig-Holstein bei einer weiteren Temperaturerhöhung mit einem erhöhten Trockenstressrisiko zu rechnen. Aufgrund der Meeresnähe und dem damit verbundenen dämpfenden Einfluss ist jedoch insgesamt eine etwas weniger starke Erwärmung als in den kontinentaleren Bundesländern zu erwarten.

Fazit

Im Projekt WP-KS-KW konnten für die Traktecken im 4 km x 4 km Grundnetz der Bundeswaldinventur umfangreiche Datensätze mit Umweltdaten 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 Standortskartierung kann hinsichtlich ihrer Konstanz bzw. Dynamik bewertet werden. Die durch die Klimaänderungen der jüngeren Vergangenheit ausgelösten Trockenstressereignisse sind im Gegensatz zu Niedersachsen, Hessen und Sachsen-Anhalt leicht zurückgegangen. Wie sich diese Entwicklung im Zuge des Klimawandels fortsetzen wird, kann mit den generierten Grundlagendaten in aktuell laufenden Auswertungen genauer untersucht werden.