

FVA-einblick

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
Nr. 1, April 2009, Jahrgang 13

ISSN 1614-7707

Seite 2:

Das weiterentwickelte
Forstliche Gutachten in
Baden-Württemberg

Seite 5:

PEP 2.0 – Entscheidungs-
hilfe für die Pflanzung
und Pflanzüberführung

Seite 6:

Räumliche Muster im
Wasserhaushalt von
Waldstandorten

Seite 11:

Datenbank zu
hydraulischen
Eigenschaften der
Waldböden in Baden-
Württemberg



Das weiterentwickelte Forstliche Gutachten in Baden-Württemberg

von Sandra Calabrò und Rudi Suchant

Eine Grundlage zur Rehwild-Abschussplanung 2010/12

Seit 1983 wird das in § 27 Abs. 3 Landesjagdgesetz verankerte Forstliche Gutachten in Baden-Württemberg als eine Grundlage zur behördlichen Rehwildabschussplanung erhoben. Darüber hinaus wird es auch in den Revieren erhoben, die am Modellprojekt „Rehwildbewirtschaftung ohne behördlichen Abschussplan“ (RobA) teilnehmen. Turnusgemäß steht in diesem Frühjahr die Erstellung des Forstlichen Gutachtens durch die zuständigen unteren Forstbehörden

(UFB) für den Rehwildabschussplan 2010-2012 an. Im Auftrag des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum (MLR) wurde das Verfahren zum Forstlichen Gutachten weiterentwickelt. Die wesentlichen Neuerungen werden im Folgenden vorgestellt.

Ziel

Beim Forstlichen Gutachten geht es nicht um die Bewertung eines monetären Wildschadens im Sinne eines Wildschadenersatzverfahrens, sondern vielmehr um eine Bewertung der Höhe und der Entwicklungs-

tendenz der bestehenden Verbissbelastung im Hinblick auf die Gefährdung waldbaulicher Verjüngungsziele.

Durch das Forstliche Gutachten sollen die Belange der Forstwirtschaft in den Abschussplanungsprozess eingebracht werden. Das Forstliche Gutachten liefert dem Vertreter der Grundeigentümer (Verpächter), dem Jagdausübungsberechtigten sowie dem Kreisjagdamt somit eine wichtige Entscheidungshilfe bei der Aufstellung bzw. Bestätigung/ Festsetzung des Abschussplanes für den konkreten Jagdbezirk/-bogen. Für die Beteiligten bietet das Gutachten darüber hinaus die Chance, in einen problem- und lösungsorientierten Dialogprozess einzutreten und idealerweise bevor es zu einem waldbaulichen, bzw. monetären Schaden im Jagdrevier kommt, zu erkennen, ob, wo und wie intensiv gehandelt werden muss.

Ausgangssituation

In Baden-Württemberg ist das Forstliche Gutachten ausdrücklich als ein jagdrevierbezogenes, subjektives Schätzverfahren konzipiert. Es ist auf eine leichte Handhabbarkeit vor Ort, Transparenz, geringen Zeit- und Kostenaufwand sowie rasche Verfügbarkeit der Ergebnisse ausgelegt. Wichtigster Erhebungsparameter ist bisher die dreistufige Einschätzung der Verbissbelastung sowie deren Entwicklungstendenz seit dem letzten Gutachten. Der Erfolg des Verfahrens basiert im Wesent-



Strukturreicher Waldbestand



Auch wenn nach dem weiterentwickelten Forstlichen Gutachten künftig nicht jeder Verbiss automatisch mit einem forstwirtschaftlich relevanten Schaden gleichzusetzen ist, sollte ein derart starker Verbiss an der Fichte die Ausnahme sein. (Foto: Erich Marek)

lichen auf den jagdrevierbezogenen Aussagen und dem darauf aufbauenden Dialog zwischen Gutachter, Jagd ausübungs berechtigten und Verpächter. Dennoch gab es Verbesserungsvorschläge zum bisher angewandten Verfahren. Im Kern ging es um die fehlende waldbauliche Beurteilung der Verbisssituation sowie um die Optimierung der Kommunikation der waldbaulichen Zielsetzungen und Ergebnisse des Forstlichen Gutachtens mit dem Jagd ausübungs berechtigten und Verpächter. Darüber hinaus wurde eine stärkere Berücksichtigung der oft sehr unterschiedlichen Verhältnisse zwischen den einzelnen Revierteilen für notwendig erachtet. Zudem wurde häufig die zahlengenaue Empfehlung zur Abschlussplanung hinterfragt.

Das bestehende Verfahren wurde von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt im Auftrag des MLR unter breiter Einbindung aller beteiligten Verbände und Vertreter der Jagd- und Forstbehörden überarbeitet. Als Ergebnis steht nun ein Verfahren fest, das unter Beibehaltung des bewährten Prinzips des jagdrevierbezogenen, subjektiven Schätzverfahrens weiterentwickelt, sowie hinsichtlich seiner inhaltlichen Aussagekraft, Akzeptanz und Praxistauglichkeit optimiert wurde.

Wesentliche Neuerungen

Waldbauliche Beurteilung der Verbisssituation: Die neu hinzugefügte Beurteilung der Erreichbarkeit waldbaulicher Verjüngungsziele für die im Jagdrevier

vorkommenden Baumarten ist wichtig, da die ermittelten Verbisssstufen allein betrachtet nur bedingt etwas über deren waldbauliche Relevanz, bzw. über waldbauliche Schäden aussagen. Schließlich ist es durchaus möglich, dass bei der jeweiligen Baumart trotz mittlerer oder hoher Verbisssbelastung die waldbaulichen Verjüngungsziele im Revier *nicht* oder nur *lokal gefährdet* sind. Die Einschätzung erfolgt daher künftig in den drei Stufen:

- Erreichung flächig ohne Schutzmaßnahmen **möglich**
- Erreichung **lokal nicht** oder nur mit Schutzmaßnahmen **möglich**
- Erreichung **flächig nicht** oder nur mit Schutzmaßnahmen **möglich**
Benennung konkreter Waldorte: Ist die Erreichung wald-

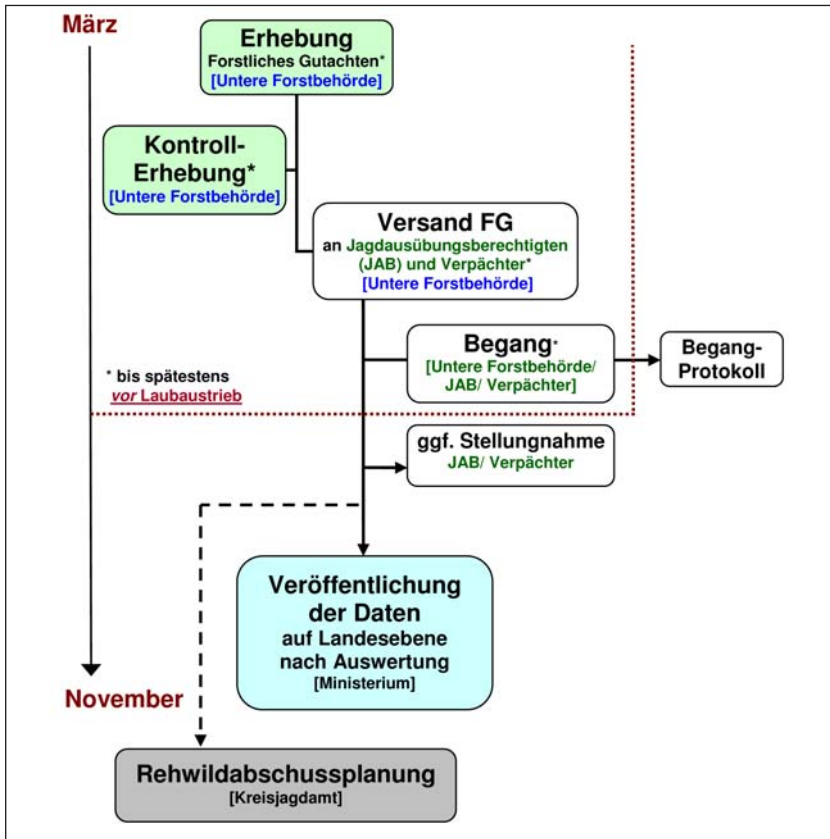


Abb. 1: Verfahrensablauf zum weiterentwickelten Forstlichen Gutachten

baulicher Verjüngungsziele für eine oder mehrere Baumarten lokal, flächig oder nur mit Schutzmaßnahmen möglich, so sollen künftig konkrete Waldorte benannt werden, in denen die Verjüngung durch Verbiss gefährdet ist.

Verbale Abschussempfehlung anstelle absoluter Abschusszahlen: Im neuen Verfahren werden keine absoluten Abschusszahlen mehr benannt. Konkrete Abschusszahlen allein haben sich im bisherigen Verfahren als nicht sinnvoll erwiesen, da sie keinen Bezug zu Problemflächen herstellen und dem Gutachter darüber hinaus der tatsächliche Abschussvollzug zum Zeitpunkt der Erhebung nicht bekannt ist. Der Vorschlag des Gutachters zum **Abschuss** erfolgt künftig nur noch in Form einer verbalen Empfehlung in den vier Stufen „senken“, „belassen“, „moderat

erhöhen“ oder „deutlich erhöhen“.

Stichprobenhafte Kontrollerhebung der Gutachten: Um die Qualität der erhobenen Daten abzusichern und ein einheitliches Vorgehen zu gewährleisten, werden zeitnah zur Außenerhebung 3-5 % der begutachteten Jagdreviere einer stichprobenhaften Kontrollerhebung durch einen Zweitgutachter der unteren Forstbehörde unterzogen.

Intensivierung des Dialogs: In den Jagdrevieren, in denen waldbauliche Verjüngungsziele gefährdet sind, soll dem Jagdausübungsberechtigten und Verpächter durch die UFB ein aktives Angebot für einen Begang unterbreitet werden.

Insgesamt ist eine deutlich zeitliche Straffung des Verfahrens zwischen Außenerhebung, Erfassung, Auswertung und Veröffentlichung der Ergebnisse vorgesehen.

Verfahrensablauf

Das Verfahren (Abb. 1) lässt sich in folgende Abschnitte aufteilen:

- Erhebung des Forstlichen Gutachtens
- Kontrollerhebung
- Versand der Gutachten an den Jagdausübungsberechtigten und Verpächter
- Durchführung des Begangs (wenn erforderlich/ gewünscht)
- Stellungnahme des Jagdausübungsberechtigten und Verpächters (sofern gewünscht und nicht schon durch Begang erledigt)
- Versand der Forstlichen Gutachten an das Kreisjagdamt
- Auswertung und Veröffentlichung der Ergebnisse (noch in 2009)

Die Durchführung der Schritte „Außenerhebung“, „Kontrollerhebung“, „Versand der Gutachten“ und „Begang“ sollte möglichst zeitnah zu einander und rechtzeitig vor dem Vegetationsbeginn/ Laubaustrieb erfolgen, damit vergleichbare Verbiss- und Vegetationsverhältnisse gegeben sind. In diesem Sinne sind alle Jagdausübungsberechtigten und Verpächter aufgerufen, sich aktiv und konstruktiv in diesen Dialog einzubringen.

Weitere Informationen zum Forstlichen Gutachten (insbes. den neuen Erhebungsbogen sowie die Ausfüllhinweise hierzu) finden Sie unter: www.fva-bw.de, Stichwort „Forstliches Gutachten“. Bei konkreten Fragen zum Forstlichen Gutachten steht die für den Jagdbezirk zuständige untere Forstbehörde zur Verfügung.

Sandra Calabrò
FVA, Abt. Wald und Gesellschaft
Tel.: (07 61) 40 18 - 1 72
sandra.calabro@forst.bwl.de

PEP 2.0 – Entscheidungshilfe für die Plenterung und Plenterüberführung

von Steffen Haas und Joachim Klädtke

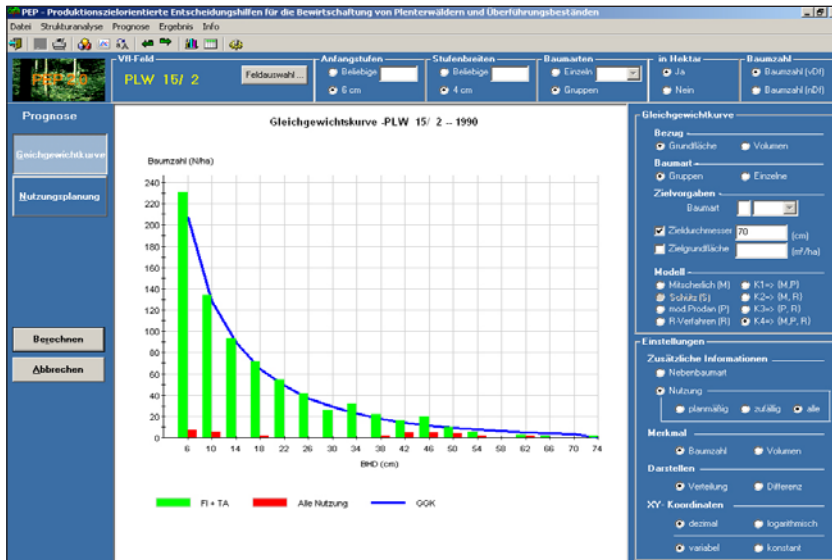


Abb. 1: Screenshot von PEP 2.0

Die Abteilung Waldwachstum der FVA hat eine computergestützte Entscheidungshilfe für Waldbewirtschaftler und für die Forschung entwickelt: „Produktionszielorientierte Entscheidungshilfe für die Bewirtschaftung von Plenterwäldern und Überführungsbeständen (PEP 2.0)“.

Prognosen und Auswirkungen von Eingriffen

Mit PEP 2.0 können Nutzungsprognosen für die kommenden 5 (10) Jahre erstellt und gleichzeitig die Auswirkungen dieser Nutzungen auf die Bestandesentwicklung überprüft werden. Andererseits kann mit PEP 2.0 berechnet werden, welche Eingriffe in einer frei wählbaren Periode notwendig sind, um die Plenterwaldgleichgewichtskurve (Anzahl von

Bäumen je Durchmesserstufe) annähernd zu erreichen.

Die Gleichgewichtskurve leitet PEP 2.0 bestandesindividuell aus Messdaten und Parametern ab, die für Plenterung bzw. Plenterüberführung notwendig sind. Sobald eine neue Bestandesaufnahme zur Verfügung steht, werden Gleichgewichtskurven und die Parameter des Prognosemoduls automatisch anhand der neuen Information aktualisiert.

Strukturanalyse

Das Programm liefert eine Vielzahl grafischer Darstellungen und tabellarischer Ausgaben, um Strukturanalysen und Bestandesplanungen zu verdeutlichen (Abb. 1). Das Analysemodul erlaubt auch eine effiziente Strukturanalyse schlagweiser Hochwaldbestände. Für Daten-

import und -export bestehen Schnittstellen.

Download und Installation

Eine detaillierte Beschreibung, die Downloadmöglichkeit und die Installationsanleitung von PEP 2.0 finden Sie auf der Homepage der FVA: www.fva-bw.de.

Dr. Joachim Klädtke
FVA, Abt. Waldwachstum
Tel.: (07 61) 40 18 - 2 52
joachim.klaedtke@forst.bwl.de

Räumliche Muster im Wasserhaushalt von Waldstandorten

von Yvonne Morgenstern und Heike Puhlmann



Lage von Plot 1 im Conventwald

Im Rahmen eines aktuellen Projektes zur Klimafolgenforschung bearbeitet die Abteilung Boden und Umwelt die Frage der Auswirkung des Klimawandels auf die Erhöhung des Trockenstressrisikos für die Baumarten Fichte und Buche.

Um Prognosen für die Zukunft abzuleiten, müssen zunächst Wechselwirkungen zwischen Bodenwasserhaushalt und Reaktion im Wachstum der Bäume untersucht werden. Derzeit finden umfangreiche Messkampagnen und Untersuchungen statt, die es ermöglichen sollen, ein Modell zum kleinräumigen Trocken-

stressrisiko auf drei Integrations-ebenen (Bodenprofil, Bestand, Landschaft) zu erstellen und Einflussfaktoren auf die Wasserverfügbarkeit zu quantifizieren. Eine detaillierte Projektübersicht stellte Dr. Heike Puhlmann bereits im FVA-einblick* 1/2008 vor.

Ziel

Auf lokaler (Profil) und kleinräumiger (Bestand) Ebene soll die Wasserverfügbarkeit mit einem forsthydrologischen Wasserhaushaltsmodell berechnet und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Wassermangel (Anzahl,

Dauer und Fehlmenge von Mangelereignissen) quantifiziert werden.



Abb. 1: Die Untersuchungsgebiete

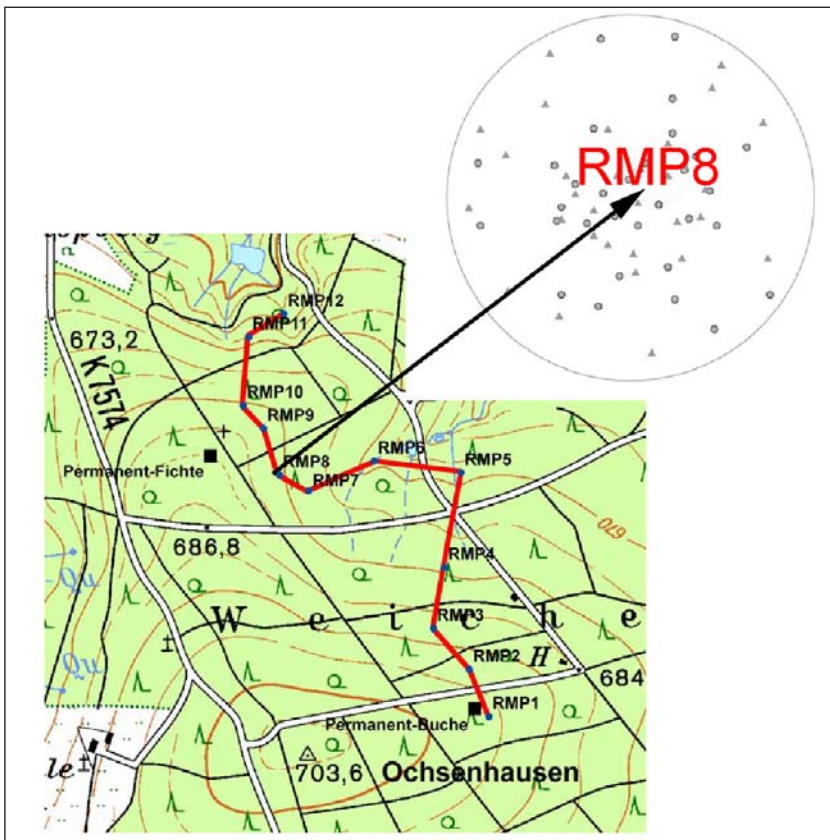


Abb. 2: Wahl der Transekte in Ochsenaushausen mit 12 Messplots und beispielhaft die Lage der 2 x 31 Sondenmessplätze im Plot 8

notwendig, das zeitliche Muster an allen Messpunkten zu erfassen. Dieses kann mit Hilfe von ortsunabhängigen „Globalvariablen“, die für die betrachtete Fläche einheitlich wirksam sind (z. B. Strahlungsbilanz oder Freilandniederschlag), erklärt werden. Die dadurch frei werdenden Messkapazitäten können in die Erfassung der kleinräumlich variierenden Kenngrößen investiert werden, indem man an vielen verschiedenen Einzelpunkten jeweils nur kurze Zeitreihen misst, um anschließend die Messgeräte wiederholt auf andere Plätze umzusetzen. Damit liegen für eine größere Bandbreite von Standorten Daten vor und führen so zu differenzierten und genaueren Aussagen von nachgeschalteten Modellrechnungen. Für dieses Projekt bedeutet das, dass ein vollständiges, fein aufgelöstes Raum-Zeit-Modell der Bodenwassergehalte in den untersuchten Flächen konstruiert werden kann.

Bei der Wasserhaushaltsmodellierung auf Bestandesebene besteht in der Regel das Problem, Daten zum zeitlichen Verlauf der relevanten Bodenwasserkenngrößen sowie deren räumliche Verteilung für die Eichung des Modells zu gewinnen. Aufgrund des hohen instrumentellen Aufwandes werden in der Regel Zeitreihen an wenigen stationären Messpunkten erhoben, welche die räumliche Heterogenität der Waldbestände nicht ausreichend berücksichtigen. Eine Alternative bietet das von Wöhrle 2006 vorgestellte Verfahren der „zufällig wandernden Messplots“.

Konzept der „zufällig wandernden Messplots“

Bei diesem Messkonzept wird davon ausgegangen, dass

zahlreiche Kenngrößen des Stoff- und Wasserhaushaltes einem großräumigen saisonalen Muster folgen. Es ist daher nicht

Einrichtung der Messplots

Das Konzept der „zufällig wandernden Messplots“ wird an

	Conventwald	Esslingen	Heidelberg	Ochsenaushausen
Wuchsgebiet	Schwarzwald	Neckarland	Odenwald	Südwestdeutsches Alpenvorland
Geologie	metamorph	Keuper, Lias, Dogger	Buntsandstein, metamorph	Altmoränen, Terrassen, Tertiär, meist feinkörnige Sedimentgesteine;
Klimahaupttyp	Montaner Buchen-Tannen-Wald	Submontaner Buchen-Eichen-Wald	Submontaner Buchenwald, z.T. mit Eiche	Submontaner Buchen-Eichen-Wald; montaner Buchen-Tannen-Wald
Jahresmitteltemperatur (°C)	6,8	6,3	8,0	7,5
Niederschlags-summe (mm/a)	1749	857	1390	878
Geländehöhe (m ü.NN)	816	345	515	678

Tab. 1: Naturräumliche Einordnung und Kenngrößen der vier Untersuchungsgebiete. (BMVEL, 1997, De et al., 2008)

vier Standorten in Baden-Württemberg angewendet (Abb. 1). In den Untersuchungsgebieten St. Märgen (Conventwald) und Ochsenhausen haben die Messungen im August 2008 begonnen und werden bis zum Sommer 2009 andauern. Anschließend setzen wir die Messungen in den Untersuchungsgebieten Esslingen und Heidelberg (2009/2010) fort.

In jedem Untersuchungsgebiet wurde ein Transekt (Streifen mit den Abmessungen von ca. 80 x 1000 m) mit 12 Messplots angelegt. Diese wurden so gewählt, dass sie möglichst viele unterschiedliche Standorte mit unterschiedlichen Expositionen, Hangneigungen, Feuchteverhältnissen und Bestandsituationen abdecken. Abb. 2 zeigt exemplarisch die Untersuchungsflächen in Ochsenhausen mit dem gewählten

Transekt, den 12 Messplots (RMP 1-12) sowie beispielhaft den Messplot Nr. 8 mit 2 x 31 Sondenstandorten. Über einen Zeitraum von 14 Tagen messen 31 zufällig verteilte Sonden alle 30 Minuten die Bodenwassergehalte in 15 bis 20 cm Bodentiefe. Danach werden die Sonden auf einen der anderen Messplots umgesetzt und die Messungen wieder 14 Tage lang durchgeführt. Auch die Abfolge der Messplots aufeinander ist zufällig. Dieses Verfahren wird ca. ein Jahr lang wiederholt, so dass in jedem Untersuchungsgebiet 24 x 31 kurze Zeitreihen der Bodenwassergehalte zur Verfügung stehen. Auf jedem der 12 Plots finden demnach zwei Messkampagnen zu unterschiedlichen Zeitpunkten statt. Des Weiteren werden an den Sondenstandorten erklärende Einflussgrößen (Bodenaufbau,

Steingehalt, Baumbestand, usw.) aufgenommen, die eine Übertragung der Messwerte auf unbeobachtete Standorte ermöglichen sollen, auf denen keine Messungen vorliegen. An den Mittelpunkten der Messplots werden ausführliche Profilansprachen vorgenommen sowie Bodenproben zur Bestimmung der Korngrößenverteilung, der Lagerungsdichte, des organischen Kohlenstoffgehalts, des Wasserrückhaltevermögens und der hydraulischen Leitfähigkeit in 10 und 30 cm Tiefe entnommen.

Permanentmessungen

An jeweils zwei so genannten „Permanentstationen“ pro Transekt werden ergänzend kontinuierliche Messungen der Klima- und Bodenwasserhaushaltsgrößen zur Erstellung eines Raum-Zeit-Modells erfasst. Je-



Profilansprache am Permanentpunkt Buche im Conventwald

weils eine Permanentstation befindet sich in einem Fichtenbestand (auf einer bereits bestehenden Level II-Messfläche) und die andere in einem Buchenbestand (neu angelegt).

Die vier gewählten Untersuchungsflächen repräsentieren sehr unterschiedliche Klima- und Landschaftsregionen Baden-Württembergs (Tab. 1) und sind bereits seit Mitte der 90er Jahre in das EU-weite Programm zum Monitoring von Waldökosystemen (Level II) integriert. Die vorliegenden Daten der Level II-Standorte können sowohl direkt für die Wasserhaushaltsmodellierung auf den Standorten als auch zur Bestimmung der Globalvariablen genutzt werden.

Die neu dazugekommenen Permanentstationen wurden in allen vier Untersuchungsgebieten im Frühjahr/ Sommer 2008 in Betrieb genommen. Durch sehr empfindliche Messgeräte können auf diesen Flächen auch bei extremer Austrocknung des Bodens noch Informationen zur Saugspannung im Boden gewonnen werden, was auf den Level II –Flächen bisher nicht möglich gewesen ist.

Raum-Zeit-Modell der Bodenwassergehalte

Mit Hilfe der kontinuierlich gemessenen Klima- und Bodenwasserhaushaltsgrößen soll der mittlere Verlauf der Bodenwassergehalte in den Untersuchungsflächen beschrieben werden und die Grundlage eines noch relativ groben sog. „Globalmodells“ bilden. Die kurzen Messreihen der zufällig wandernden Messplots dienen dann dazu, die räumliche Variabilität der Bodenwassergehalte um diese globalen Modellwerte zu beschreiben und zu erklären. Abb. 3 zeigt beispielhaft die Messungen der Bodenwassergehalte von drei

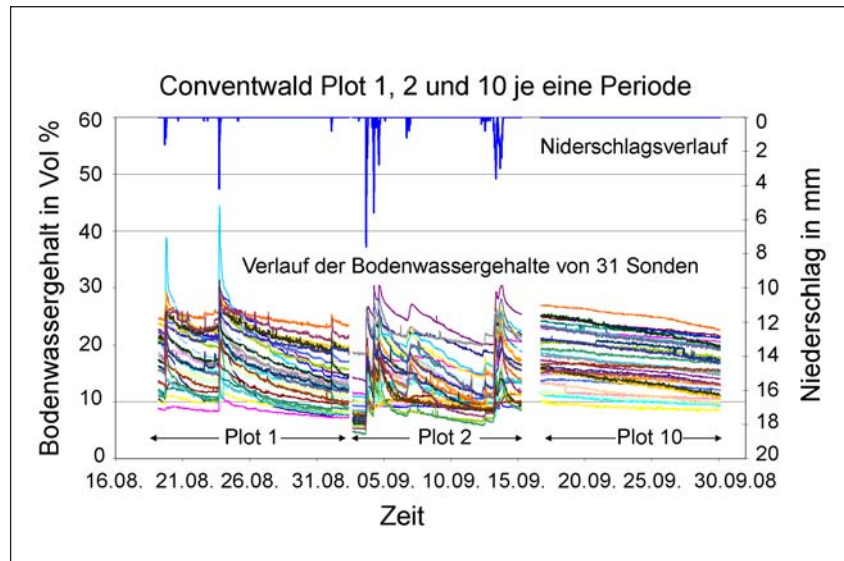


Abb. 3: Zeitlicher Verlauf der Bodenwassergehaltsmessungen im Conventwald von 3 Perioden

Messperioden im Conventwald sowie den Niederschlagsverlauf in dieser Zeit. Die große Spannweite der Bodenwassergehaltsmessungen spiegelt die hohe räumliche Variabilität der Bodenwassergehalte auf einer Fläche von ca. 0,5 ha wider.

Durch Anwendung von geostatistischen Verfahren können die Abweichungen der gemessenen Bodenwassergehalte von der Schätzung des Globalmodells

auch räumlich dargestellt werden. In einer an der FVA erstellten Diplomarbeit von T. Arnstadt wurde das räumliche Muster der mittleren Bodenwassergehalte einer Messperiode (14 Tage) innerhalb eines Plots aufbereitet und abgebildet (Abb. 4). Dieses Verfahren muss im Weiteren noch präzisiert werden, damit diese räumlichen Muster auch für verschiedene Bodenfeuchtezustände erfasst werden können.

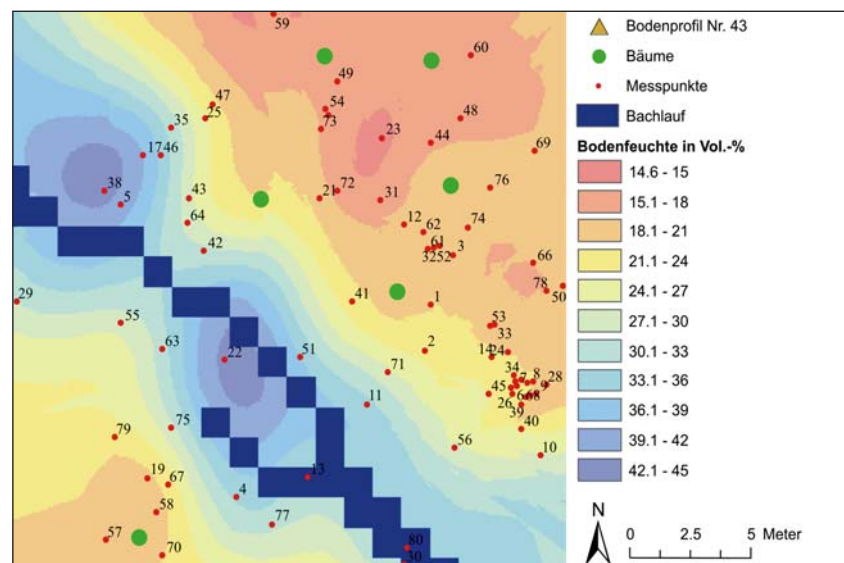


Abb. 4: Räumliches Muster der Bodenwassergehalte einer Periode (14 Tage) für einen Messplot

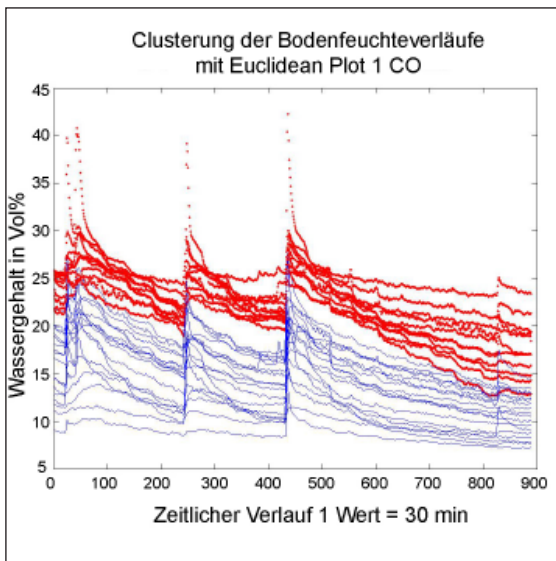


Abb. 5: Clusterung der Bodenwassergehalte bezüglich ihres Feuchteniveaus

In einer ersten Auswertung konnten Gruppen („Cluster“) mit einem ähnlichen Verlauf der Bodenwassergehalte an den einzelnen Plots gebildet werden. Diese weisen einerseits ein ähnliches Bodenfeuchteniveau (Abb. 5) und andererseits eine vergleichbare Dynamik im Verlauf der Bodenwassergehalte auf (Abb. 6). Im nächsten Schritt werden aus den zahlreichen Morphologie-, Boden- und

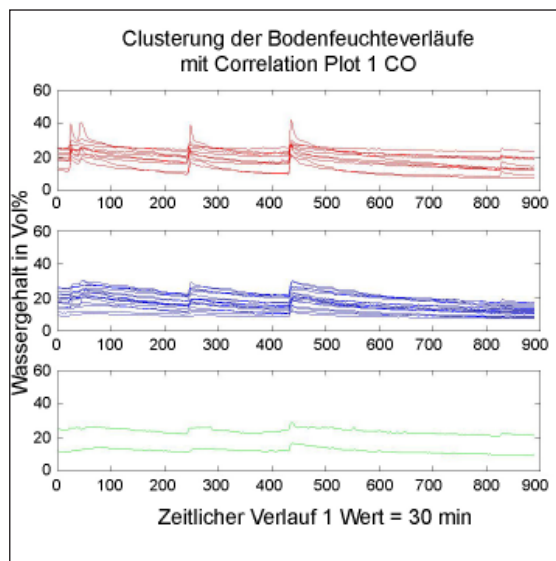


Abb. 6: Clusterung der Bodenwassergehalte bezüglich ihrer Dynamik

Vegetationsparametern die Kenngrößen identifiziert, die diesen charakteristischen Verlauf in den Gruppen verursachen. Diese Kenngrößen sollen bei der Erfassung der räumlichen Unterschiede der Bodenwassergehalte in unbeobachteten Gebieten genutzt werden.

Zusammenfassung

Mit Hilfe der gewählten Messanordnung können sowohl die kleinräumige Variabilität der Bodenwassergehalte innerhalb der Messplots, als auch großräumigere Trends durch das Versetzen der Messplots entlang der Transekte erfasst werden. An allen zufällig ausgewählten Messpunkten werden die hydraulischen Kennfunktionen geschätzt, um von den Wassergehaltsmessungen auf die für den Trockenstress relevanten Bodensaugspannungen schließen zu können. Die mit dem Verfahren

der „zufällig wandernden Messplots“ erhobenen Daten dienen zur Überprüfung, Bestätigung und Korrektur der Bodenwasserhaushaltsmodelle auf den Untersuchungsflächen. Sie bilden zudem die Grundlage für ein Modell, das die Zusammenhänge zwischen der räumlichen Verteilung der Bodenwassergehalte in Abhängigkeit von flächig vorhandenen Informationen, z.B. in der Standortskarte oder anderen Karten-

werken, beschreiben kann. Somit ist auch eine Übertragung der Modelle auf unbeobachtete Standorte möglich.

Ausblick

Wie beim Vorgehen an den Untersuchungsprofilen auf den Level II-Flächen sollen in einem nächsten Schritt die geprüften Wasserhaushaltsmodelle an den Permanentstationen für den Zeitraum 1971 bis 2007 angewendet werden. So lassen sich Zeiträume finden, in denen ein für Fichte und Buche kritischer Wassergehaltswert auftrat. Somit können Anzahl und Dauer sowie die Wasserfehlmenge von Trockenstressperioden abgeleitet werden. Diese Informationen bilden die Grundlage für die Entwicklung von baumartenabhängigen Trockenstress-Risikokarten in einer Auflösung von 5 bis 25 m.

Dr. Yvonne Morgenstern
FVA, Abt. Boden und Umwelt
Tel.: (07 61) 40 18 - 3 76
yvonne.morgenstern@forst.bwl.de

Datenbank zu hydraulischen Eigenschaften der Waldböden in Baden-Württemberg

von Heike Puhmann

Die hydraulischen Eigenschaften der Böden, also deren Fähigkeit Wasser zu speichern und zu leiten, bestimmen maßgeblich die Verfügbarkeit des Bodenwassers für Wälder. Informationen über die hydraulischen Bodeneigenschaften werden benötigt, um beispielsweise das Risiko von Wassermangel an einem Standort abzuschätzen. Kenntnisse über den Wassertransport im Boden sind zudem die Grundlage für die Berechnung von Stoffflüssen im Boden, etwa bei der Frage des Austrags von Grundwasser gefährdenden Stoffen mit dem Bodensickerwasser.

Für Waldböden liegen bisher nur wenige systematische Untersuchungen zu den hydraulischen Eigenschaften, insbesondere der Wasserspeicher- und der Wasserleitfähigkeit, vor. Die 2. Bodenzustandserfassung im Wald (BZE II) bietet die Möglichkeit, entlang eines regelmäßigen 8 x 8 km-Rasters die hydraulischen Kennfunktionen – Wasser-rückhalte und Wasserleitfähigkeit – zu erfassen und in Baden-Württemberg eine bundesweit einmalige Datenbank der bodenhydraulischen Eigenschaften von Waldböden zu erstellen.

Die Messung der bodenhydraulischen Eigenschaften im Labor ist mit herkömmlichen Verfahren sehr zeit- und arbeitsaufwändig. Um die Messungen im Zeitrahmen der BZE II durchführen zu können, hat die Abteilung Boden und Umwelt eine Versuchsanlage entwickelt, mit der eine schnelle und weitgehend automatisierte Bestimmung der Wasserspeicherfähigkeit und

Wasserleitfähigkeit mit Hilfe von Auslaufversuchen möglich ist.

Letztlich liefern aber auch diese Laborversuche nur Punktinformationen, d. h. die an den BZE II-Proben gemessenen bodenhydraulischen Eigenschaften können nicht ohne weiteres auf unbeobachtete Geländepunkte übertragen werden.

Derzeit werden statistische Beziehungen erarbeitet, mit denen die bodenhydraulischen Kennfunktionen aus einfach zu erhebenden Bodeneigenschaften bestimmt und somit flächig für die Wälder Baden-Württembergs kartiert werden können. Hierfür wird an allen Probepunkten der BZE II eine Vielzahl weiterer Bodeneigenschaften wie z. B. Korngrößenzusammensetzung, Grobbodengehalt, Lagerungsdichte oder Gehalt an organischem Kohlenstoff bestimmt.

In einem weiteren Schritt wird untersucht, inwieweit die Parameter der erstellten Regressionsbeziehungen aus flächig verfügbaren Boden- und Standortinformationen abgeleitet oder an Kleinprofilen oder Bohrstockproben relativ schnell im Gelände ermittelt werden können. Somit können auch ohne Laborversuche die Eingangsgrößen in die Regressionsbeziehungen ermittelt werden.

Auslaufversuche zur Messung der hydraulischen Eigenschaften

Zur Bestimmung der bodenhydraulischen Eigenschaften werden an jedem Bodenprofil der BZE II in zwei Bodentiefen (10-14 cm, 30-34 cm) jeweils 5 ungestörte Bodenproben (100 ml-Stechzylinder) genommen. An diesen Proben werden die boden-



Abb. 1: Versuchsaufbau für Auslaufversuche zur Bestimmung der hydraulischen Bodeneigenschaften

hydraulischen Eigenschaften mittels Auslaufversuchen im Labor bestimmt. In diesen Experimenten wird eine wassergesättigte Bodenprobe auf eine wasserdurchlässige keramische Platte gesetzt (Abb. 1). Unterhalb der keramischen Platte wird ein Unterdruck angelegt, der stufenartig schrittweise erhöht wird. Durch den Unterdruck wird eine Entwässerung der Probe bewirkt. Während des Experiments wird der Auslauf aus der Probe in einer Flasche gesammelt und kontinuierlich gewogen. Mit Hilfe eines Mikrotensometers wird die Druckveränderung in der Bodenprobe (Saugspannung) – in Reaktion auf den angelegten Unterdruck – gemessen. Der in Abb. 1 gezeigte Versuchsaufbau ermöglicht die gleichzeitige Analyse von 10 Bodenproben.

Aus den gemessenen Zeitreihen des Auslaufs und der Saugspannung können die bodenhydraulischen Kenngrößen geschätzt werden. Hierfür wird der Laborversuch mit Hilfe eines Bodenwasserströmungsmodells simuliert und anschließend die Differenz zwischen modellierten und gemessenen Zeitreihen minimiert, indem das Modell über Rückschleifen angepaßt wird.

Um die Auslaufversuche für die Erstellung der bodenhydraulischen Datenbank nutzen zu können, musste der Versuchsaufbau und die Versuchsdurchführung angepasst werden. Da der Versuchsaufbau (z. B. die Probengröße, aber auch die angelegten Druckstufen) in gewissem Maße die Bestimmung der Kennfunktionen beeinflusst, muss der Auslaufversuch möglichst für alle Bodenproben der BZE II einheitlich durchgeführt werden, damit die in den Auslaufversuchen bestimmten Kennfunktionen der verschiedenen Bodenproben statis-

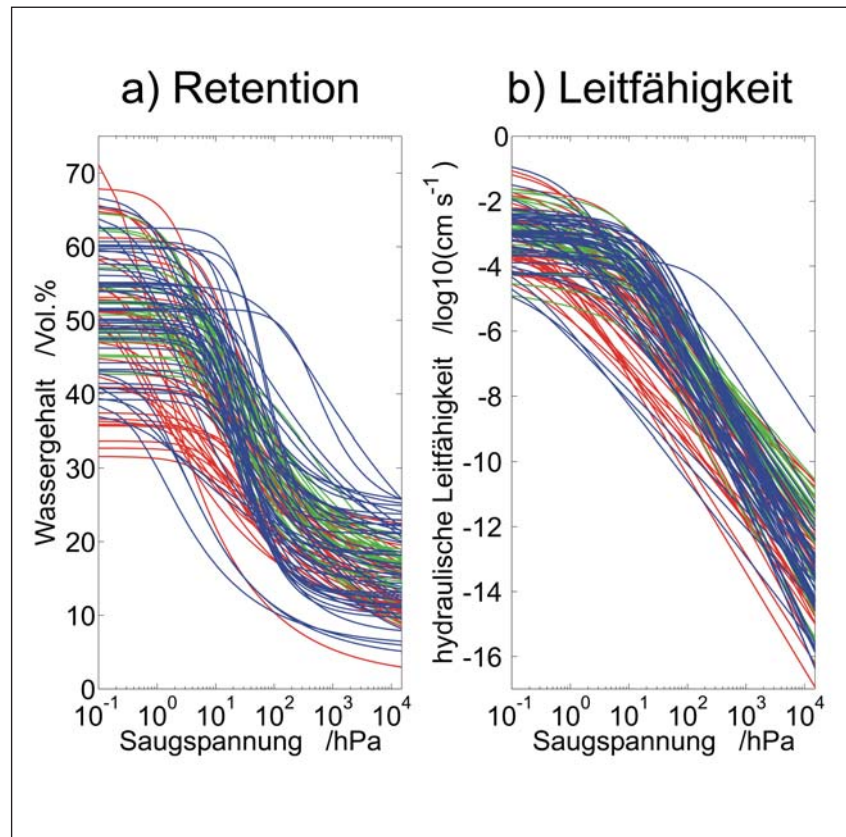


Abb. 2: Mittels Auslaufversuchen bestimmte Wasserrückhalte- (Retentions-) und Leitfähigkeitskurven für ein Teilkollektiv der BZE II-Profile

tisch miteinander vergleichbar sind. Des Weiteren sollte die Versuchsdauer so kurz wie möglich sein, damit alle Bodenproben im Zeitrahmen der BZE II analysiert werden können. Um die bodenhydraulischen Kenngrößen aus den Auslaufversuchen eindeutig bestimmen zu können müssen die Druckstufen in Abhängigkeit von der Bodentextur angepasst werden. Unter Berücksichtigung der genannten Punkte wurden vier verschiedene Druckregime entworfen, mit denen alle anfallenden Proben in Abhängigkeit von ihrer Bodentextur analysiert werden.

Derzeitiger Stand der Datenbank

Im Beprobungsraster der BZE entfallen 308 Profilpunkte auf die Waldflächen im gesamten Land

Baden-Württemberg.

An jedem Profil werden insgesamt 10 Proben zur Bestimmung der bodenhydraulischen Kennfunktionen gewonnen, so dass die Datenbank bei Abschluss der BZE-Aufnahmen ca. 3.000 ausgewertete Auslaufversuche enthalten wird.

Die bodenhydraulische Datenbank umfasst derzeit die Messungen (Zeitreihen von Saugspannung, Auslauf, Wasservolumen) aus ca. 650 Auslaufversuchen. Beispiele für daraus abgeleitete bodenhydraulische Kennfunktionen sind in Abb. 2 zu sehen.

Messung zusätzlicher Bodeneigenschaften

Parallel zu den Auslaufversuchen wird ein umfangreicher

Datensatz an zusätzlichen bodenphysikalischen und -chemischen Größen erstellt. Hierfür werden an jedem Beprobungsprofil der BZE II gestörte und ungestörte Bodenproben in 0-5, 5-10, 10-30, 30-60, 60-90 und 90-140 cm Mineralbodentiefe entnommen. Die Fraktionen des Feinbodens werden mit Hilfe eines Lasersizers (Fritsch-Analysette 22; für die Ton- und Schlufffraktionen) und durch Nasssiebung (Sandfraktionen) bestimmt. Die Lagerungsdichte des Feinbodens (Korngröße <2 mm) wird an 200 cm³-Stechzylindern bestimmt (10 Wiederholungen pro Tiefe). Die Skelettfaktionen werden an den gleichen Stechzylindern (bei Steingehalten <10 Vol%) oder gestörten Proben mit Volumen von 5-10 l (für Steingehalte zwischen 10 und 70 Vol%) bestimmt. Die Durchmesserklassen 2-6,3 mm, 6,3-20 mm, 20-63 mm und >63 mm werden durch Sieben der ofentrockenen Proben ermittelt. Neben den Laboranalysen liegen für alle Beprobungsprofile ausführliche Bodenprofilbeschreibungen, Wurzelzählungen sowie weitere Informationen zu Bestand und Standort (u. a. Klima, Topographie, Ausgangsgestein) vor.

Die zusätzlichen bodenphysikalischen/ -chemischen Bodendaten und die Profil-/Standortsbeschreibungen dienen zum einen dazu, Regressionsbeziehungen zu erstellen, über die aus einfach messbaren Boden-/ Standortseigenschaften auf die verhältnismäßig aufwändig zu messenden bodenhydraulischen Kenngrößen geschlossen werden kann. Zum anderen soll der Vergleich der Labormessungen mit den Profilschätzungen (z. B. gemessene vs. geschätzte Bodentextur) zeigen, ob Profilschätzungen bestimmter Bodeneigenschaften als Eingangsgrößen in die

erstellten Regressionsbeziehungen hinreichend genau sind.

Einflussgrößen auf die bodenhydraulischen Eigenschaften

Die hydraulischen Eigenschaften eines Bodens variieren in Abhängigkeit von einer Vielzahl von Faktoren. So beeinflusst die Bodentextur maßgeblich das pflanzenverfügbare Wasser. Die Wassergehalte, die sich im Bereich der Feldkapazität (pF ~ 1,8 bis 2,5; dies entspricht einem Unterdruck von 60 bzw. 300 hPa) einstellen, sind umso höher, je feinkörniger der Boden ist. Demgegenüber wird die Wasseraufnahme der Pflanzen in Substraten mit sehr geringen Leitfähigkeiten wie z. B. in tonreichen Böden begrenzt. In Abb. 3 ist die Lage der bisher analysierten BZE-Proben im

Bodenartendreieck dargestellt. Für die in Abb. 2 dargestellten Böden ergibt sich eine Spannweite der nutzbaren Feldkapazität (Bereich zwischen pF = 1,8 und pF = 4,2) von 9-25 Vol% für Lehme und Tonböden sowie 2-22 Vol% für Sande. Obwohl die Wasserverfügbarkeit in der Regel mit höherem Schluff- und Tonanteil zunimmt, zeigt die große Spannweite der Werte, dass neben der Textur weitere Größen die Wasserverfügbarkeit bestimmen.

Der Anteil an grobem Bodenskelett spielt hierbei eine wichtige Rolle. Je höher der Grobbodenanteil, desto geringer der Anteil an Wasser speichernder Bodenmatrix und desto höher der Anteil schneller Tiefenversickerung (Wasser, das aufgrund der hohen Fließgeschwindigkeit von Pflanzen nicht genutzt werden kann). Neben dem Grobbodenanteil

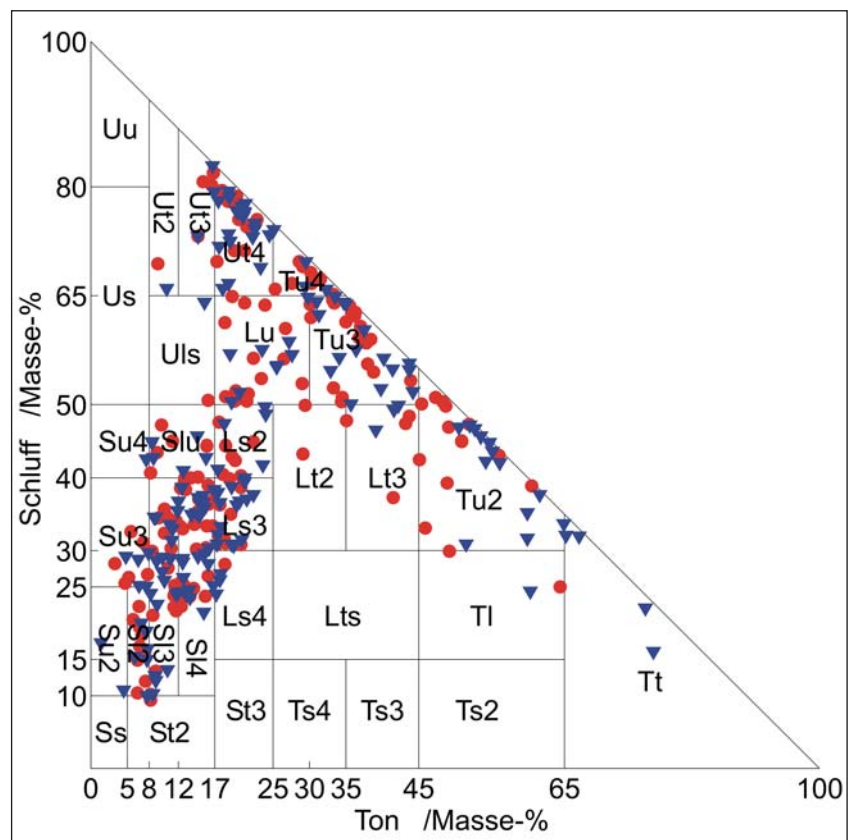


Abb. 3: Lage der BZE-Profile im Bodenartendreieck (Kreise = 10-30 cm, Dreiecke = 30-60 cm Mineralbodentiefe) (Auswertungsstand 05.09.2008)

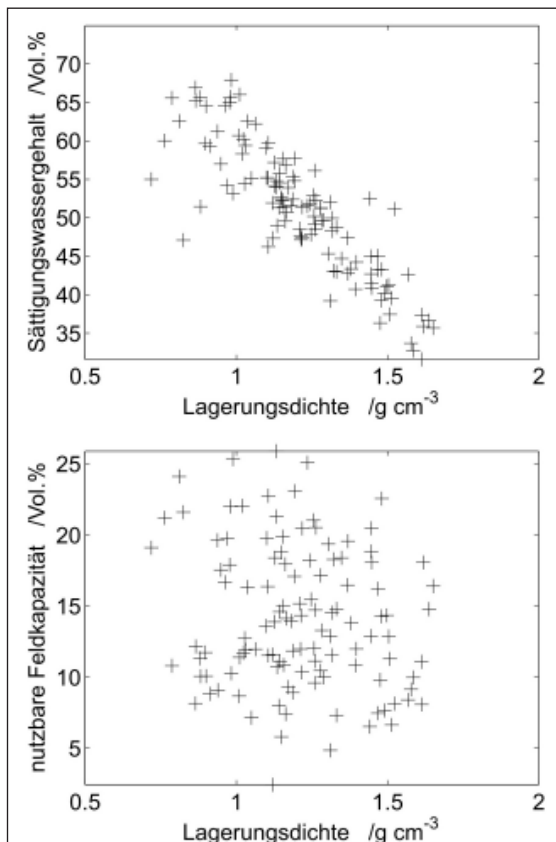


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Sättigungswassergehalt und Lagerungsdichte (oben) und nutzbarer Feldkapazität und Lagerungsdichte (unten)

spielt die Bodenaggregation eine wichtige Rolle für die Wasserspeicherfähigkeit eines Bodens. Je lockerer ein Boden und je geringer die Lagerungsdichte, desto höher ist die Porosität und in der Regel auch der Sättigungswassergehalt (Abb. 4 oben). Dieser straffe Zusammenhang gilt allerdings nicht für die

nutzbare Feldkapazität (Abb. 4 unten): ein lockerer Boden bedeutet also nicht zwangsläufig eine gute Wasserversorgung für die Pflanzen.

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass das Wasserspeicher- und das Wasserleitfähigkeitsvermögen von Böden von einer Vielzahl von Bodeneigenschaften abhängt, sich aber kaum monokausale Zusammenhänge zwischen hydraulischen Eigenschaften und anderen Bodeneigenschaften ableiten lassen. Derzeit werden verschiedene statistische Verfahren getestet, mit denen diese komplexen Beziehungen abgebildet werden können. Mit den Verfahren soll es letztlich möglich sein, aus bereits flächig vorliegenden oder einfach am Profil oder mit Bohrstock zu schätzenden Größen (z. B. Textur und Lagerungsdichte) die hydraulischen Bodeneigenschaften abzuleiten. Abb. 5 veranschaulicht das zweistufige Vorgehen: Im ersten Schritt werden Böden, die in den Auslauf-

versuchen ähnliche Ausflussreaktionen zeigen, in Clustern gruppiert (Abb. 5 oben). Im zweiten Schritt werden mit Hilfe eines Klassifikationsverfahrens (Classification And Regression Tree, CART) Einflussgrößen identifiziert, die die beobachteten Unterschiede zwischen den Clustern hervorrufen (Abb. 5 unten). In dem in Abb. 5 gezeigten Beispiel werden die untersuchten Bodenproben in zwei Cluster gruppiert. Die Unterschiede zwischen den Clustern können durch den Grobbodengehalt sowie den Tongehalt sehr schlüssig erklärt werden. Die dargestellte Verknüpfung von hydraulischen Eigenschaften mit einfach bestimmbar bzw. bereits flächig verfügbaren Bodeneigenschaften ist der grundlegende Schritt, um für die Landesfläche Baden-Württembergs die notwendigen hydraulischen Informationen zu generieren, auf deren Grundlage anwenderorientierte Karten, z. B. zum Wassermangelrisiko von Waldstandorten, erstellt werden können.

Bodenhydraulische Karten für Baden-Württemberg

Die derzeit beste und flächendeckend einheitliche Kartengrundlage zu den hydraulischen Eigenschaften der Böden in Baden-Württemberg sind die Karten des Wasser- und Bodentlas Baden-Württemberg (UM/

Impressum

Herausgeber:

Der Direktor der Forstlichen
Versuchs- und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg,
Prof. Konstantin Frhr. von Teuffel

Adresse:

Wohnhaldestr. 4, D-79100 Freiburg
Telefon: (07 61) 40 18 – 0

Fax: (07 61) 40 18 – 3 33
E-Mail: fva-bw@forst.bwl.de
Internet: www.fva-bw.de

Redaktion:

Steffen Haas, Kaisu Makkonen-Spiecker,
Marco Reimann, Jürgen Schäffer,
Bernd Textor, Thomas Weidner,
Diana Weigerstorfer

Auflage:

1.700 Exemplare

Die Redaktion behält sich die sinnwahrende Kürzung, das Einsetzen von Titeln und Hervorhebungen vor. Die Beiträge müssen nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wiedergeben.

Freiburg i. Brsg., April 2009

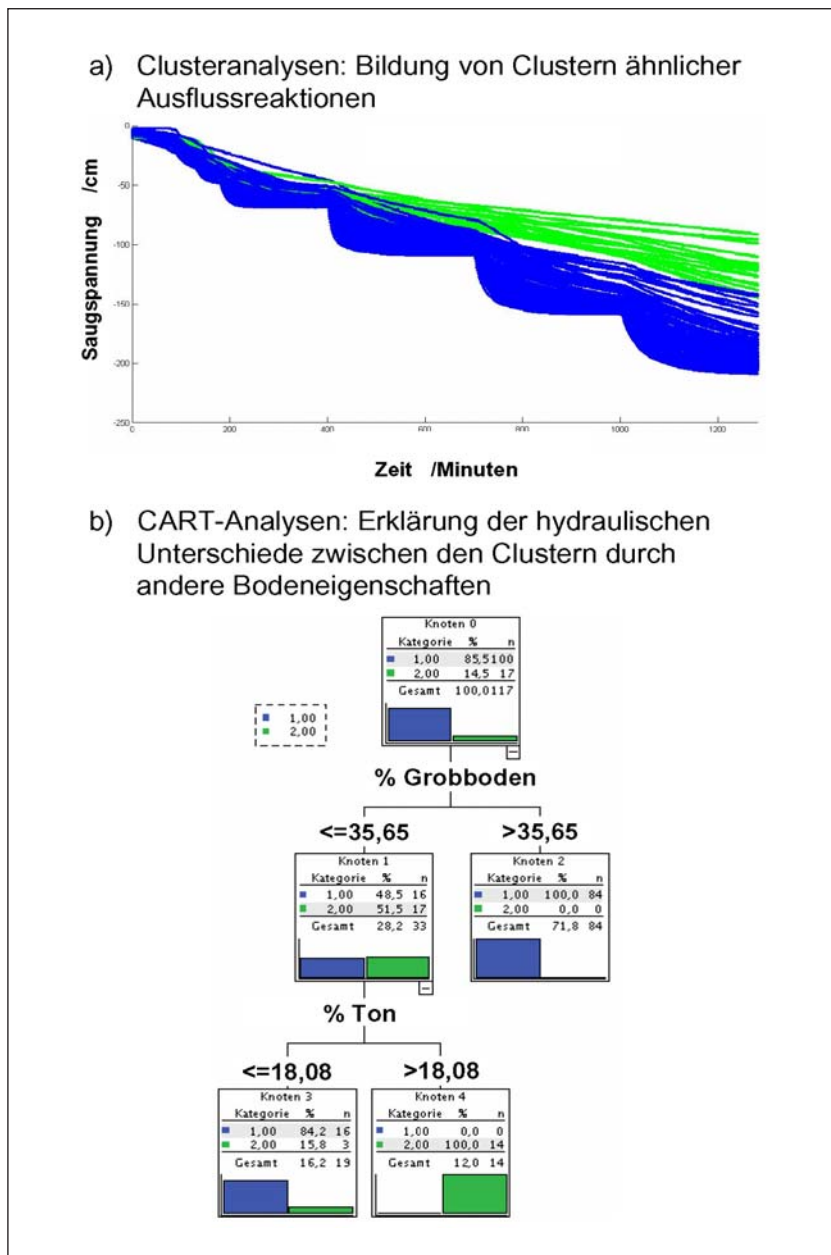


Abb. 5: Beispiel für die statistische Auswertung von Zusammenhängen zwischen bodenhydraulischen Kenngrößen und einfacher zu erhebenden Bodeneigenschaften

LUBW, 2007). Diese enthalten unter anderem Angaben zur Bodenart, Gründigkeit, Feldkapazität und nutzbarer Feldkapazität in einer relativ hohen räumlichen Auflösung (200 m-Raster). Die Verwendung dieser Bodenkarten wird allerdings erschwert, da lediglich Klassen mit recht hohen Wertebereichen kartiert sind (z. B. Böden mit

„geringer bis mittlerer nutzbarer Feldkapazität“ von 50-140 mm). Für verschiedene bodenhydrologische Fragestellungen sind diese Angaben auch aus anderen Gründen unzureichend: Zum einen enthalten die derzeitigen Karten keine Informationen zur Tiefenentwicklung der entsprechenden Kenngrößen. Diese werden aber z. B. dann

benötigt, wenn es darum geht, die Wasserverfügbarkeit für unterschiedlich tief wurzelnde Baumarten einzuschätzen. Zum anderen gibt es bislang keine flächendeckenden Informationen zur Wasserleitfähigkeit der Böden.

Für die Verbesserung der Karten zu den bodenhydraulischen Eigenschaften der Waldböden stellt die von der Abteilung Boden und Umwelt entwickelte Datenbank eine einmalige Datenbasis dar. Durch die Entwicklung neuer Regionalisierungsansätze sollen die an den BZE-Punkten gemessenen bodenhydraulischen Informationen auf nicht oder weniger intensiv beobachtete Standorte übertragen werden.

Heike Puhlmann
 FVA, Abt. Boden und Umwelt
 Tel.: (07 61) 40 18 - 2 24
 heike.puhlmann@forst.bwl.de

Online-Umfrage auf waldwissen.net - Ihre Meinung ist uns wichtig

Wir möchten die Online-Plattform waldwissen.net weiterentwickeln und an Ihre Bedürfnisse als Nutzer anpassen.

Deshalb bitten wir Sie, sich fünf Minuten Zeit für den Online-Fragebogen zu nehmen.

Die Umfrage kann bis Ende April unter der Adresse <http://www.waldwissen.net/fragebogen> aufgerufen werden.

Das FVA-Redaktionsteam bedankt sich für Ihre Mithilfe im Voraus.



FVA vor Ort Wissenschaft für die Forstpraxis – Ein Querschnitt aus den FVA- Kolloquien 08 / 09

Der wirtschaftliche und ökologische Wandel macht auch vor dem Wald nicht Halt. Die FVA bemüht sich, diese Veränderungsprozesse zu unterstützen und dem praktischen forstlichem Handeln eine wissenschaftlich fundierte Grundlage zu bieten. In Freiburg beheimatet, sind die wissenschaftlichen Kollegen jedoch weit weg. In Fachzeitschriften und Büchern und in zunehmendem Maße auch über das Internet können Sie unsere Arbeit zwar verfolgen, wir möchten sie jedoch auch persönlich vorstellen, Ihre Fragen dazu hören, Anregungen mitnehmen und einen Einblick in unsere aktuellen Forschungsarbeiten geben.

Wir laden Sie herzlich ein zu unserer Veranstaltung: „FVA-vor-Ort: Wissenschaft für die Forstpraxis:

- 9. Juli 2009, Forstliches Bildungszentrum Königsbronn, Stürzelweg 22, 89551 Königsbronn
- 23. Juli 2009, Forstliches Bildungszentrum Karlsruhe, Richard Willstätter Allee 2, 76131 Karlsruhe

Programmanforderung und Anmeldung: www.fva-bw.de/veranstaltungen

Mit dem „Bruchtest“ kann getestet werden, welche Arbeit geleistet werden muss, um eine Holzprobe bestimmten Querschnitts mit einem Pendelhammer zu durchschlagen (sog. Bruchschlagarbeit). Aus den Bruchstücken schnitzt der Künstler und FVA-Mitarbeiter Järmo Stablo **Bruchtestmännchen**. Eine Auswahl ist bis zum 28.04.2009 im Foyer der FVA ausgestellt.

