

Heute reichlich, morgen knapp: Wasser im Wald

Wasser ist der wichtigste Standortfaktor für das Gedeihen des Waldes

Christian Kölling und Wolfgang Falk

Die Bedeutung des Wassers als Standortfaktor kann man gar nicht hoch genug einschätzen. Was für ganze menschliche Gesellschaften gilt, hat auch im Wald seine Richtigkeit: Vom Wasser hängen sowohl die Existenzmöglichkeiten vieler Baumarten als auch besonders die Produktivität der Wälder ab. In der forstlichen Standortserkundung wurde daher viel Energie in die Erfassung des Wasserhaushalts investiert. Mit dem Klimawandel wird eine Entwicklung eingeleitet, die den Wasserhaushalt der Wälder empfindlich zum Schlechten verändern wird.

Den Wasserhaushalt von Waldböden beeinflussen drei Größen. Am wichtigsten ist der fallende *Niederschlag* als Einnahme. Dann folgen der große Posten *Transpiration* (Verdunstung durch Pflanzen) und der viel kleinere Posten *Verdunstung* direkt von der Bodenoberfläche als Ausgabe. Beide werden im Wesentlichen über Temperatur und Einstrahlung gesteuert. Dazwischen steht der *Boden als Speichermedium*. Für die Bestimmung des Wasserhaushalts ist es unerlässlich, die drei Einflussgrößen erstens so gut wie möglich zu erfassen und zweitens auf eine sinnvolle Weise zu verknüpfen. Bleibt in der Bilanz von Niederschlagseinnahmen, Bodenspeicherung und Verdunstungsausgaben noch Wasser übrig, dann kann es versickern und Grundwasser bilden.

Der Klimawandel wird – davon ist auszugehen – den Wasserhaushalt der Wälder verschlechtern. Die zweite Bodenzustandserhebung (BZE 2) erlaubt eine Beschreibung heutiger, aber auch möglicher zukünftiger Verhältnisse in Bayern.

Niederschlag

Oft übersieht man die große Abhängigkeit des Wasserhaushalts vom fallenden Niederschlag. Man spricht vom »frischen Boden« so, als ob der Boden die Quelle des Wassers wäre. Tatsächlich hat nur der kleine Teil der Grundwasserböden eine eigene Zusatzversorgung aus der Nachbarschaft (seitlicher Zufluss) oder aus dem Untergrund (kapillarer Aufstieg). Der Großteil der Böden erhält sein Wasser aber ausschließlich über Niederschläge. Aus den neuen Klimakarten der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (Zimmermann et al. 2007) kann man mittlerweile räumlich hochaufgelöst die Niederschlagssummen für jeden BZE-Punkt abgreifen. Die zukünftige Entwicklung schätzen wir anhand des regionalen Klimamodells WETTREG nach dem Szenario B1 (Spekat et al. 2007). Gegenüber den gegenwärtigen Verhältnissen wird sich die Jahresniederschlagssumme in 100 Jahren über ganz Bayern gemittelt nur geringfügig verringern. Die charakteristische Umverteilung vom Sommer auf den Winter wird jedoch für den Wasserhaushalt von größter Bedeutung sein.

Wasserspeicher Boden

Da in unseren Breiten die Niederschläge nicht gleichmäßig fallen, sondern immer wieder Trockenperioden eingeschaltet sind, ist der Boden ein wichtiges Ausgleichsmedium, das dazu beiträgt, das Wasserangebot zu verstetigen. Die Bodenwasserspeicherung hängt wesentlich von der Bodenart ab. Am höchsten ist sie bei Lehmen und Schluffen, am geringsten bei groben Sanden und strengen Tönen. Das größte Hindernis für die Wasserspeicherung aber sind die Steine, die in flachgründigen Böden oft bis an die Bodenoberfläche reichen. Bei der BZE hat man sowohl die Bodenart bestimmt als auch den Skelettgehalt gemessen. Damit wurde eine Datenlücke geschlossen, die sonst die exakte Bestimmung des Wasserhaushalts verhindern würde. Das Speichervermögen des Bodens wird als Nutzbare Feldkapazität bezeichnet. Man meint damit die Wassermenge, die der Boden gegen die Schwerkraft festhalten kann und die nur so fest gebunden ist, dass sie die Bäume aufnehmen können. In Abbildung 2 ist die Verteilung der Nutzbaren Feldkapazität an den BZE-Punkten dargestellt.



Abbildung 1: Für unsere Wälder ist Wasser das Lebenselixier.

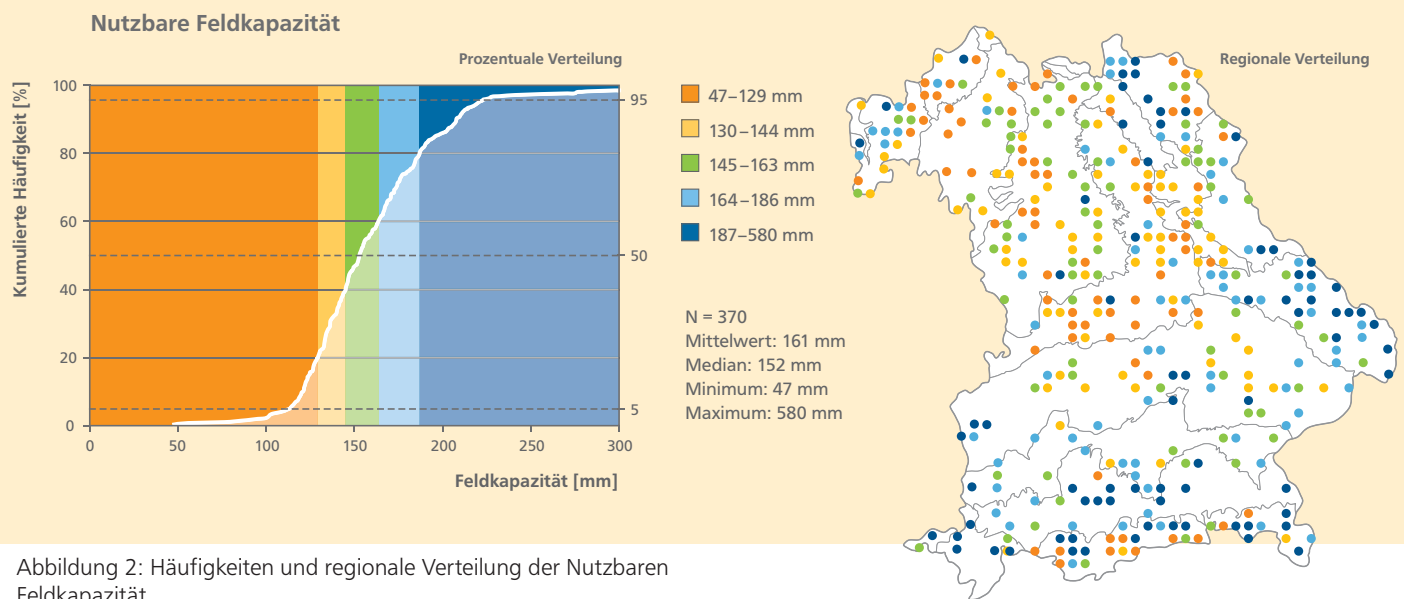


Abbildung 2: Häufigkeiten und regionale Verteilung der Nutzbaren Feldkapazität

Ein mittlerer Boden kann etwa 150 Millimeter speichern. Regionen mit tiefgründigen Lehmen weisen die höchsten Werte auf, die niedrigeren Werte beruhen auf steinigem, sandigen oder tonigen Substraten.

Transpiration

Das Wasser, das die Bäume aus dem Boden aufnehmen, transpirieren sie über ihre Blätter und Nadeln. Die Höhe der Transpiration hängt wesentlich von der Temperatur und von der Einstrahlung ab. In kühlem Klima ist sie geringer als in warmem, an steilen Südhängen höher als an flachen Nordhängen. Daneben ist aber auch der Wassergehalt des Bodens entscheidend. Wenn im Boden kein Wasser mehr vorhanden ist, kommt auch die Transpiration zum Erliegen. Da die Assimilation an die Transpiration gekoppelt ist, ruht in Trockenperioden ohne Transpiration auch die Holzproduktion. Die an den BZE-Inventurpunkten herrschenden Temperaturen entnehmen wir wieder den neuen Klimakarten der LWF. Die Strahlung ergibt sich aus der Geländeform, die aus dem Digitalen Geländemodell (DGM) errechnet werden kann. Die Erhöhung der Temperatur ist das wichtigste Kennzeichen des Klimawandels. Sie schätzen wir analog zur Veränderung des Niederschlags nach dem regionalen Klimamodell WETTREG. Allein die Erhöhung der Temperatur führt bei gleicher Niederschlagsmenge zu einer Anspannung des Wasserhaushalts.

Zusammenspiel der Kräfte: Wasserhaushalt

Die drei Komponenten des Wasserhaushalts am konkreten Standort korrekt zu verknüpfen, stellt eine intellektuelle Herausforderung dar. Generationen von Standortserkundern machten sich darüber vor Ort Gedanken und trugen das Er-

gebnis ihrer Überlegungen als Wasserhaushaltsstufe in die Standortskarten ein. Im Zeitalter des Computers kann man den Wasserhaushalt aber auch berechnen, sofern alle notwendigen Eingangsgrößen zur Verfügung stehen. Im Grunde geht es darum, das Zusammenspiel von Niederschlag, Wasserspeicherung und Transpiration möglichst realitätsnah abzubilden. Das an der LWF dazu verwendete Verfahren ist bei Schultze et al. (2005) und Falk et al. (2008) beschrieben. Als Maß für den Wasserhaushalt und als Ausgabegröße der Modelle wird die Transpirationsdifferenz (T_{diff}) verwendet. Diese Größe gibt an, wie sehr zeitweiliger Wassermangel die Transpiration (und damit auch die Assimilation) einschränkt. Dieses objektive Wassermangelkriterium kann man den bekannten Wasserhaushaltsstufen zuordnen. Abbildung 3 zeigt die Häufigkeiten der auf diese Weise für 370 BZE-Punkte ermittelten Wasserhaushaltsstufen, wie sie sich unter gegenwärtigen Klimabedingungen ergeben. Fast drei Viertel der Waldstandorte Bayerns fallen demnach in der Gegenwart in die Wasserhaushaltsstufen »mäßig frisch« und besser. Auf dem auf großer Fläche günstigen Wasserhaushalt beruhen die guten Produktionsbedingungen für die bayerische Forstwirtschaft. Deutlich erkennt man in der zugeordneten Punktkarte die Gunst der Gebirgslagen und des niederschlagsreichen Alpenvorlandes.

Gefahr im Verzug: Klimawandel

Hält man Wasserspeicherung und Strahlung konstant und nimmt für Niederschlag und Temperatur Zukunftswerte, kann man für die BZE-Punkte den Wasserhaushalt der Zukunft berechnen. Es versteht sich von selbst, dass dabei genau die gleichen Rechenvorschriften benutzt werden wie bei der Berechnung des gegenwärtigen Wasserhaushalts. Abbildung 4 zeigt das Ergebnis dieser erneuten Schätzung unter den Vorzeichen des auf Grund des Klimawandels veränderten Niederschlags-

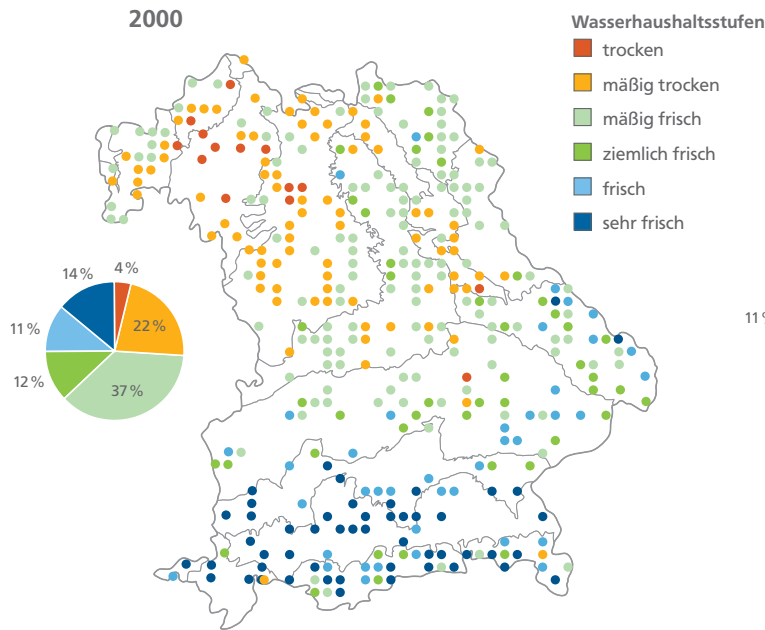


Abbildung 3: Anteile der berechneten Wasserhaushaltsstufen für gegenwärtige Klimabedingungen

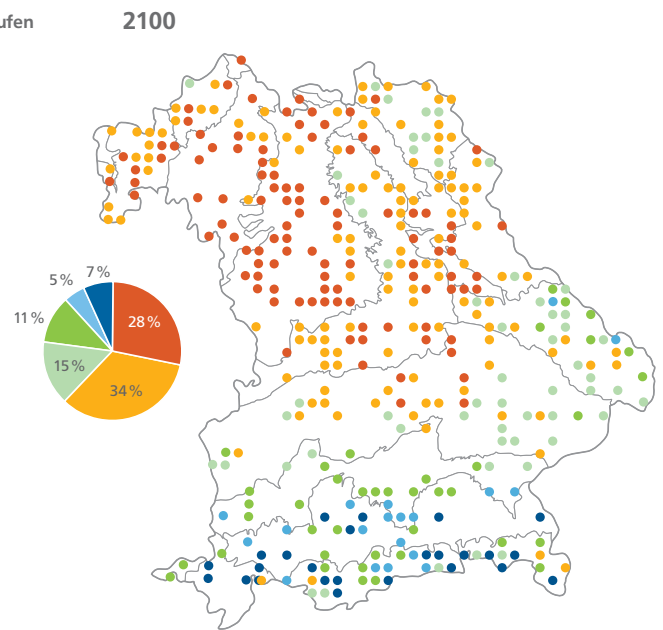


Abbildung 4: Anteile der berechneten Wasserhaushaltsstufen für zukünftige Klimabedingungen Szenario B1, WETTREG-Regionalisierung

und Temperaturregimes. Der Anteil der günstigen Wasserhaushaltsstufen von »mäßig frisch« aufwärts ist gegenüber der Gegenwart von unter 70 auf unter 40 Prozent zurückgegangen. Wie sich dieser Rückgang auf das Produktionspotential der Standorte auswirken wird, muss noch ermittelt werden. Eine erste Schätzung erhält man, wenn man sich die Wuchsleistung an den Punkten betrachtet, die heute schon zu den vier Prozent trockene Standorte zählen. In weiteren Auswertungen der BZE werden wir anhand der Zusammenschau der Wasserhaushaltswerte mit den Wuchsleistungen der aufstockenden Bestände die ins Haus stehenden Produktionsrückgänge ermitteln. Mit dem klimagerechten Waldumbau und dem damit verbundenen Wechsel der Baumart versucht man, das Produktionspotential der Standorte besser auszunutzen (Kölling et al. 2010). Wo das Wasser knapp wird, sollte man künftig eher wassersparende und trockenheitsangepasste Baumarten verwenden.

Literatur

Falk, W.; Dietz, E.; Grünert, S.; Schultze, B.; Kölling, C. (2008): *Wo hat die Fichte genügend Wasser? Neue überregional gültige Karten des Wasserhaushalts von Fichtenbeständen verbessern die Anbauentscheidung*. LWF aktuell 66, S. 21–25

Kölling, C.; Beinhofer, B.; Hahn, A.; Knoke, T. (2010): *»Wer streut, rutscht nicht« – Wie soll die Forstwirtschaft auf neue Risiken im Klimawandel reagieren?* AFZ/DerWald 5, S. 18–22

Schultze, B.; Kölling, C.; Dittmar, C.; Rötzer, T.; Elling, W. (2005): *Konzept für ein neues quantitatives Verfahren zur Kennzeichnung des Wasserhaushalts von Waldböden in Bayern: Modellierung – Regression – Regionalisierung*. Forstarchiv 76, S. 155–163

Spekat, A.; Enke, W.; Kreienkamp, F. (2007): *Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarien mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG 2005 auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM5/MPI – OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES – Szenarien B1, A1B und A2*. Projektbericht im Rahmen des F+E-Vorhabens 204 41 138 »Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland«, Publikationen des Umweltbundesamtes, 149 S.

Zimmermann, L.; Rötzer, T.; Hera, U.; Maier, H.; Schulz, C.; Kölling, C. (2007): *Konzept für die Erstellung neuer hochaufgelöster Klimakarten für die Wälder Bayerns als Bestandteil eines forstlichen Standortinformationssystemes*. Andreas Matzarakis und Helmut Mayer (Hrsg.): Proceedings zur 6. Fachtagung BIOMET des Fachausschusses Biometeorologie der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V., Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg 16, S. 153–159

Dr. Christian Kölling leitet das Sachgebiet »Standort und Bodenschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Christian.Koelling@lwf.bayern.de
 Wolfgang Falk bearbeitet im Sachgebiet Standort und Bodenschutz den Fachbereich »Bodenwasserhaushalt, Bodenschutz und Standortserkundung«. Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de