

Auswirkungen der Frühjahrstrockenheit auf Bodenwasserhaushalt und Baumwachstum

Die Witterung im Jahr 2015 zeichnet sich durch viele Wetterextreme aus. Für die Forstwirtschaft von besonderer Bedeutung war die Trockenheit im Frühjahr und Frühsommer. Eine allgemein gültige Definition von Trockenheit gibt es nicht. Allerdings lassen sich anhand unterschiedlicher meteorologischer und hydrologischer Kriterien die Auswirkungen einer Trockenperiode gut beschreiben. In der Meteorologie werden Zeiträume mit im Vergleich zum langjährigen Mittel deutlich geringeren Niederschlägen als Trockenperiode bezeichnet. Die Höhe des Niederschlagsdefizits kann als Maß der Trockenheit dienen. Diese kann sich über mehrere Wochen oder Monate erstrecken und zu großem Wassermangel in der Natur führen. Einzelne Niederschlagsereignisse können – wenn überhaupt – nur kurzzeitig Milderung verschaffen. Da Phasen der Trockenheit häufig mit erhöhten Temperaturen einhergehen, kann die erhöhte Verdunstung das Wasserdefizit deutlich verschärfen. Trockene Böden, sinkende Grundwasserstände und niedrige Flusspegel können die Folge sein.

Die Auswirkungen der Trockenheit auf die Forstwirtschaft hängen von vielen Faktoren ab. Neben der Andauer und Intensität einer Trockenperiode spielt der Zeitpunkt ihres Auftretens im Jahresverlauf eine wesentliche Rolle. Während Wassermangel in der Vegetationsperiode (VZ) die Vitalität und das Wachstum der Wälder stark beeinträchtigen kann, wirken sich Trockenphasen im Herbst und Winter nicht unmittelbar auf den Zustand der Bäume aus. Trockenphasen in der Nichtvegetationsperiode (NVZ) können sich jedoch dann nachteilig auswirken, wenn der Bodenwasserspeicher im Winter nur unzureichend aufgefüllt wird. Dieser kann dann in der folgenden Vegetationsperiode auftretende Wasserdefizite nicht kompensieren und somit Wassermangelercheinungen in den Wäldern zur Folge haben.

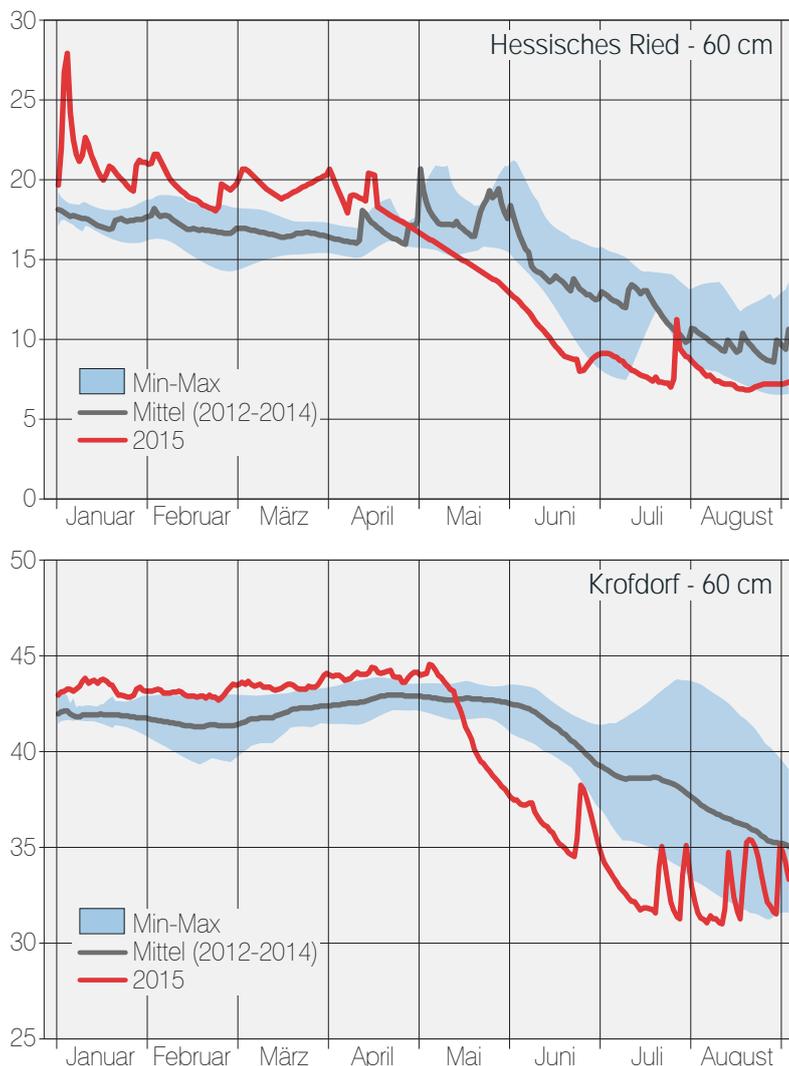
Trockenstress reduziert einerseits die Effektivität von pflanzlichen Prozessen und kann andererseits direkt die Pflanzenstruktur schädigen. Dies wirkt sich negativ auf die Vitalität und das Wachstum der Bäume aus. Erhöhte Nadel- und Blattverluste können sichtbare Folgen sein. Im äußersten Fall steigt die Mortalitätsrate an. Dabei reagieren Baumarten sehr unterschiedlich auf Wassermangelsituationen. Während Fichte und Buche als sehr trockenheitsempfindlich eingeschätzt werden, sind Eiche, Douglasie und Kiefer besser an Trockenheit angepasst. Entsprechend sind auf den Standorten mit geringer Kapazität an pflanzenverfügbarem Bodenwasser (Sandböden) eher die trockenresistenten Baumarten zu finden, während auf den gut wasserversorgten Standorten (Schluff- und Lehmböden) Baumarten mit hohem Wasseranspruch wachsen (Edellaubholz, Buche, Fichte).

Die Witterung der Nichtvegetationsperiode 2014/2015 und der Vegetationsperiode 2015 für Hessen ist im Kapitel „Witterung und Klima“ beschrieben. Nach dem feuchten Sommer 2014 mit durchgehend überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen begann im Herbst 2014 eine Trockenperiode, die nur von einem niederschlagsreichen Januar unterbrochen wurde. Erst im Juli bzw. regional August und September 2015 wurde die Trockenheit in Folge vermehrter Niederschlagsereignisse abgemildert. Wäh-

rend in der Nichtvegetationsperiode alle Landesteile mehr oder weniger betroffen waren, war das Niederschlagsdefizit in den Monaten Mai bis Juli 2015 im Süden Hessens extrem hoch. Gleichzeitig traten während der gesamten Trockenperiode seit November 2014 teilweise sehr hohe positive Temperaturabweichungen auf, so dass die Trockenheit infolge der hohen Verdunstung noch verschärft wurde.

Wie hat sich nun die Trockenheit auf den (Boden-)Wasserhaushalt und das Wachstum der Bäume im Jahr 2015 ausgewirkt? Hierzu wurden Messwerte der Bodenwassergehalte und des Stammumfangzuwachses auf mehreren Intensiv-Monitoringflächen (Level II-Programm) in Hessen untersucht und analysiert. Bei allen untersuchten Flächen handelt es sich um Buchenstandorte. Der rund 110 Jahre alte Bestand im Forstamt Lampertheim (Hessisches Ried) befindet sich im Wuchsgebiet „Rhein-Main-Ebene“. Als Bodentyp wird ein „Braunerde-Gley-Pseudogley“ ausgewiesen, deren typische Bodenart als feinsandiger Mittelsand charakterisiert werden kann. In 80 bis 100 cm Tiefe erstreckt sich ein lehmiges Tonband, dessen geringe Wasserdurchlässigkeit zeitweise zur Ausbildung von Stauwasser führt. Auf der Intensiv-Monitoringfläche in Krofdorf steht dagegen ein Lößlehm an, der aufgrund des hohen Schluffanteils über eine gute Wasserspeicherkapazität verfügt. Der 150jährige Buchenbestand befindet sich im Wuchsgebiet „Wetterau und Gießener Becken“.

Gemessene Bodenwassergehalte auf den Intensivmonitoringflächen Hessisches Ried und Krofdorf in Prozent



Auswirkungen der Frühjahrstrockenheit auf Bodenwasserhaushalt und Baumwachstum

In den Abbildung auf Seite 18 unten sind für beide Standorte die gemessenen Bodenwassergehalte im Hauptwurzelsraum in 60 cm Tiefe dargestellt. Auf beiden Flächen wird seit 2011 der Bodenwasserhaushalt messtechnisch erfasst. Für die Charakterisierung der mittleren Bodenfeuchte (graue Linie) wie auch für die Bandbreite wurde der Zeitraum 2012 bis 2014 verwendet. Der blau hinterlegte Fächer gibt die Bandbreite der minimal und maximal gemessenen täglichen Bodenwassergehalte als 10-tägiges gleitendes Mittel für die Monate Januar bis August wieder. Der Verlauf der Bodenfeuchte im Jahr 2015 zeigt, dass während der Monate Januar bis April auf beiden Standorten im Vergleich zu den Vorjahren überdurchschnittlich hohe Bodenwassergehalte gemessen wurden. Insbesondere der niederschlagsreiche Januar führte zu einer Auffüllung des Bodenwasserspeichers. Ab Ende April/Anfang Mai nahm die Bodenfeuchte auf beiden Standorten kontinuierlich ab. Im Vergleich zu den Jahren 2012 bis 2014 begann die Abnahme der Bodenfeuchte im Hauptwurzelsraum rund 4 Wochen früher. Von Mitte Mai 2015 bis in den August hinein wurden die bisher gemessenen Minimalwerte kontinuierlich unterschritten. Auf dem Standort Hessisches Ried war Mitte Juni das pflanzenverfügbare Bodenwasser nahezu komplett aufgebraucht. Erst Ende August begann mit den einsetzenden Niederschlägen die Wiederauffüllung der Böden, so dass sich die Bodenwassergehalte den mittleren Werten der vorausgegangenen Jahre annäherten. Zum Stammumfangzuwachs der Buche liegen nur die Messdaten am Standort Zierenberg in Nordhessen vor. Hier wird seit 2012 mit Umfangmessbändern das „Dickenwachstum“ an ausgewählten Bäumen kontinuierlich beobachtet. Die jährlichen Zuwachsraten sind in der Abbildung unten für die Jahre 2012 bis 2015 dargestellt. Der jährliche Wachstumsverlauf zeigt, dass der Zuwachs der Buche bis Ende Juli weitgehend abgeschlossen ist. Auch im Jahr 2015 war die Wuchsleistung der Buchen am Standort Zierenberg mit rund 15 mm ähnlich hoch wie in den Jahren zuvor. Trotz der geringen Niederschläge im Frühjahr, reichte das pflanzenverfügbare Wasser im Boden aus, so dass es zu keiner verminderten Wuchsleistung kam. Auf den Intensiv-Monitoringflächen im Hessischen Ried wird das „Dickenwachstum“ nicht kontinuierlich beobachtet. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass es bei der Buche auf schlecht wasserversorgten Standorten (Sandböden ohne Stau- oder Grundwasser) zu Zuwachs-

einbußen gekommen ist. Vitalitätseinbußen infolge der Trockenheit wurden zumindest in Jungbeständen beobachtet (s. Beitrag Wald in der Rhein-Main-Ebene). Aktuelle Untersuchungen auf den Intensiv-Monitoringflächen Klötze und Nedlitz in Sachsen-Anhalt belegen eine gute Anpassungsfähigkeit der Kiefer an längere Trockenperioden aufgrund ihres effizienten Wassermanagements (s. WZE-Bericht Sachsen-Anhalt 2015). Da die standörtlichen Bedingungen (Klima, Boden) in der von der Trockenheit besonders betroffenen Rhein-Main-Ebene mit denen der Sachsen-Anhaltinischen Intensivmessflächen vielfach vergleichbar sind, dürfte die Kiefer in Südhessen kaum Vitalitäts- und Wachstumseinbußen aufweisen.

Die Untersuchungen auf den Level II-Flächen in Hessen haben gezeigt, dass die Trockenheit im ersten Halbjahr 2015 sehr niedrige Bodenwassergehalte zur Folge hatte. Um Aussagen für die Wälder im gesamten Land treffen zu können, wurde der Wasserhaushalt auf den Aufnahmepunkten der Bodenzustandserhebung (BZE II) mit Hilfe eines hydrologischen Modells simuliert. Die BZE II ist eine bundesweit systematische Stichprobenerhebung im Wald, die ein umfassendes und flächenrepräsentatives Bild des aktuellen Zustandes wichtiger Boden- und Bestandeskenngößen erfasst. In Hessen werden an insgesamt 139 BZE II-Plots Kenngößen zum Boden (wie z. B. Bodenart und Skeletttgehalt) und zum Bestand (wie z. B. Baumart, Alter, Bestandesdichte) erhoben.

Da die Trockenperiode bereits Ende 2014 ihren Anfang nahm, stellt sich die Frage, ob der Bodenwasserspeicher zu Beginn der Vegetationsperiode 2015 bereits geringer aufgefüllt war, als dies bei mittleren klimatischen Verhältnissen der Fall gewesen wäre. Hierzu wurde das maximal pflanzenverfügbare Bodenwasser (nutzbare Feldkapazität nFK) im durchwurzelten Bodenraum berechnet und der relative Anteil an der nFK bestimmt.

Verlauf des jährlichen Stammumfangzuwachses der Buche in Zierenberg für die Jahre 2012 bis 2015 in mm

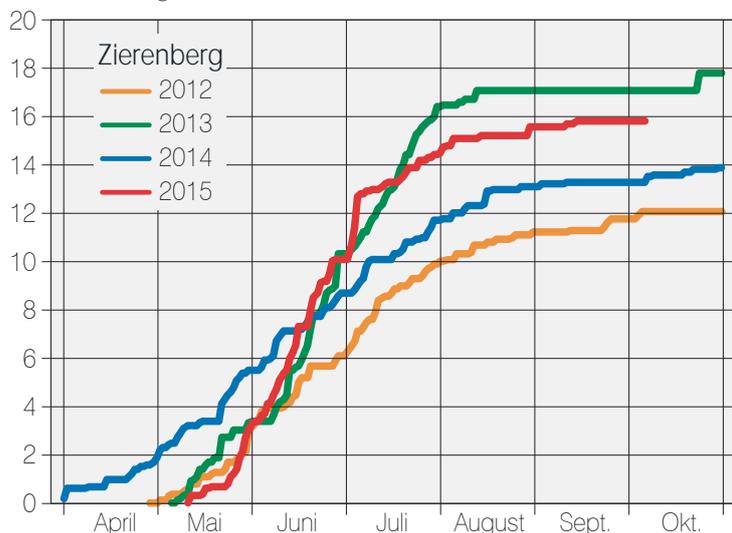
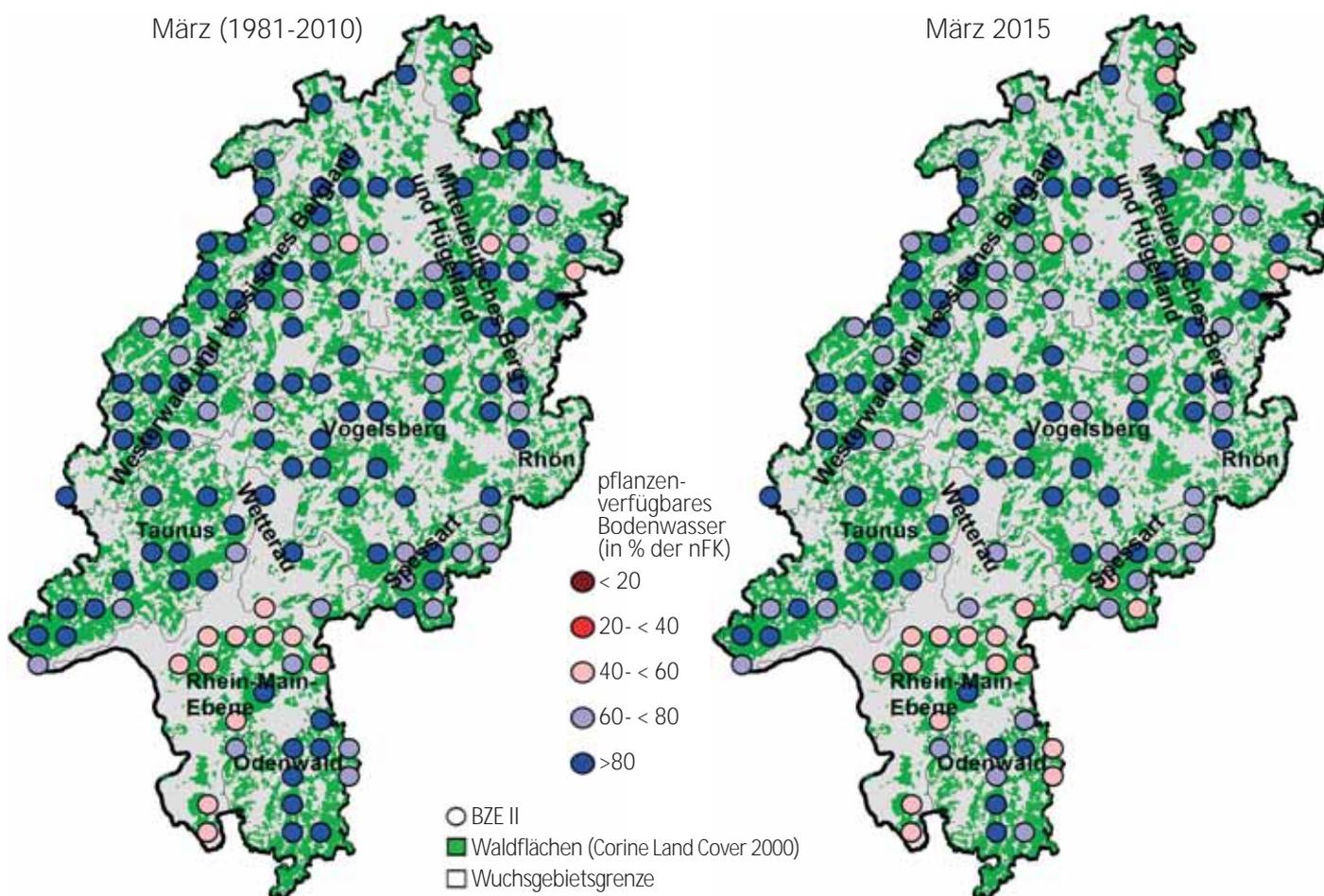


Foto: J. Weymar

Auswirkungen der Frühjahrstrockenheit auf Bodenwasserhaushalt und Baumwachstum

Simuliertes pflanzenverfügbares Bodenwasser in Prozent der nutzbaren Feldkapazität (nFK) im durchwurzelten Bodenraum auf den BZE II-Punkten; Mittelwert für den Monat März (Periode 1981-2010), März 2015



Die Simulation des Bodenwasserhaushalts ergab, dass die Böden im März die höchsten Bodenwassergehalte aufwiesen. Im langjährigen Mittel der Periode 1981 bis 2010 betrug der relative Anteil des pflanzenverfügbaren Bodenwassers (nFK) über alle BZE II-Standorte 85 %. Dabei sind auf vielen Standorten im Hessischen Bergland die Böden zu Beginn der Vegetationsperiode annähernd mit Wasser gesättigt, während in der Rhein-Main-Ebene im langjährigen Mittel nur 70 % der nFK für die Verdunstung zur Verfügung steht (s. Abbildung oben). Auf vielen BZE II-Plots in der Rhein-Main-Ebene liegt der nFK-Anteil im Mittel sogar unter 60 %. Dies betrifft vornehmlich Sandböden, die eine geringe Wasserhaltefähigkeit aufweisen. Im März 2015 lag der Anteil an pflanzenverfügbarem Bodenwasser mit 82 % (über alle BZE II-Punkte) nur geringfügig unter den langjährigen Mittelwerten. Auch in der Rhein-Main-Ebene entsprach der relative Anteil der nFK mit 66 % annähernd dem Mittelwert für den Monat März der Periode 1981 bis 2010.

Mit Beginn der Vegetationsperiode im April/Mai nahmen die Bodenwassergehalte auf den untersuchten Flächen kontinuierlich ab. Der Höhepunkt der Trockenperiode wurde landesweit dann Ende Juni/Anfang Juli 2015 erreicht. Über alle BZE II-Punkte gemittelt betrug die relative nFK nur 50 % und lag damit signifikant unter den langjährigen Mittelwerten von 70 %. Vergleichbare Bodenwassergehalte werden in „normalen“ Jahren erst im August erreicht. Die Standorte in der Rhein-Main-Ebene verfügten im Mittel sogar nur über 41 % des pflanzenverfügbaren Bodenwassers, wobei auf einigen Flächen um oder sogar unter 20 % nFK ermittelt wurden, so

dass den Pflanzen kaum noch Wasser für die Verdunstung zur Verfügung stand. Auch in den übrigen Wuchsregionen Hessens betrug der Anteil an pflanzenverfügbarem Bodenwasser weniger als 60 % (über 70 % aller Standorte) bzw. weniger als 40 % nFK auf rund 35 % aller Standorte. Während in den meisten Regionen Mittel- und Nordhessens ab Juli infolge vermehrter Niederschläge die Trockenheit abgemildert wurde, verschärfte sich in Südhessen das Niederschlagsdefizit weiter. Im August sank der Anteil der nFK in der Rhein-Main-Ebene auf 28 % (langjähriges Mittel 42 %). Die diesjährige Trockenperiode stellt für Südhessen ein extrem seltenes



Foto: H. Heinemann

Auswirkungen der Frühjahrstrockenheit auf Bodenwasserhaushalt und Baumwachstum

Ereignis dar und kann aufgrund der Schäden in Land- und Forstwirtschaft als Dürreperiode bezeichnet werden. Die Trockenheit im Frühjahr und Sommer 2015 stellt ein außergewöhnliches Witterungsereignis dar. Dabei begann die Trockenperiode bereits im Herbst 2014 und dauerte mit kurzen Unterbrechungen landesweit bis Ende Juni/Anfang Juli 2015 über mehr als ein halbes Jahr an. Im Rhein-Main-Gebiet wurden sogar erst im August wieder flächendeckend nennenswerte Niederschläge gemessen, die die extreme Trockenheit beendeten. Aufgrund der überdurchschnittlich hohen Niederschläge im Januar 2015 wiesen zu Beginn der Vegetationsperiode die Böden jedoch noch Bodenwassergehalte auf, die nur geringfügig unter den langjährigen Mittelwerten lagen. Folglich zeigte die Buche in Mittel- und Nordhessen keine Vitalitäts- und Zuwachseinbußen. Die Austrocknung der Böden schritt im Frühjahr 2015 infolge fehlender Niederschläge außergewöhnlich schnell voran und erreichte Ende Juni/Anfang Juli 2015 landesweit ihren Höhepunkt. In Südhessen (insbesondere in der Rhein-Main-Ebene) dauerte die extreme Trockenheit dagegen bis Ende August an und führte dazu, dass auf vielen Standorten den gesamten Sommer über nur geringe Bodenwasservorräte zur Verfügung standen. Nur während einzelner Niederschlagsereignisse wurde die extreme Trockenheit kurzfristig und regional begrenzt gelindert. Trockenheitsschäden wurden bei Jungbeständen beobachtet. Zuwachseinbußen sind wahrscheinlich, wurden aber nicht dokumentiert. Ob es auch zu langfristigen Schäden in den Wäldern Hessens gekommen ist, können aber erst die nächsten Jahre zeigen.

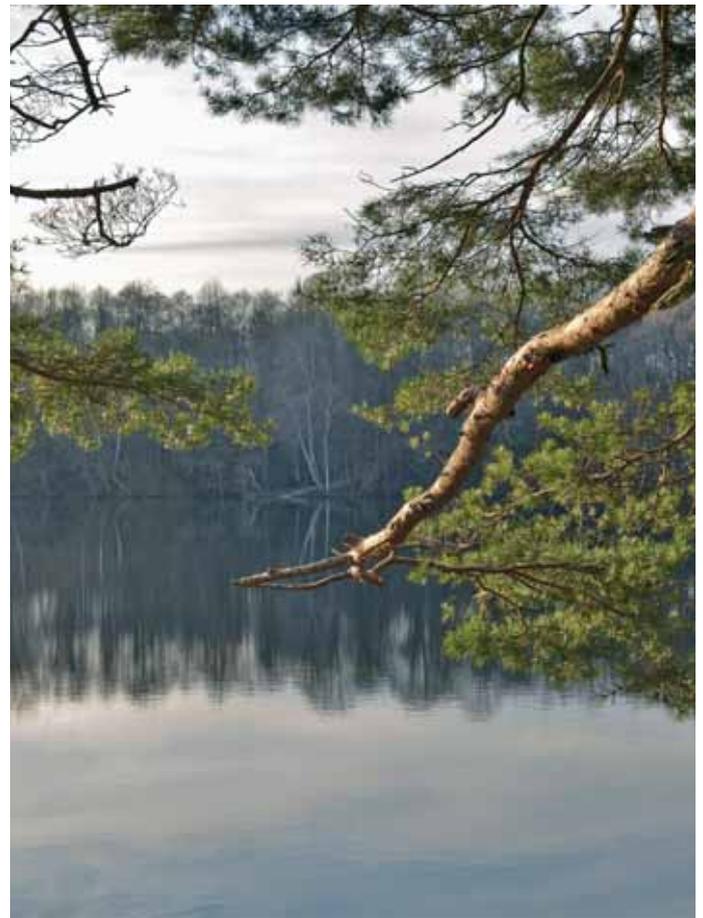


Foto: J. Evers

Simuliertes pflanzenverfügbares Bodenwasser in Prozent der nutzbaren Feldkapazität (nFK) im durchwurzelten Bodenraum auf den BZE II-Punkten; Mittelwert für den Monat Juni (Periode 1981-2010), Juni 2015

