

Trockenstress

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 sind die Folge.

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 Nichtvegetationszeit (NVZ) können sich jedoch dann nachteilig auswirken, wenn der Bodenwasserspeicher im Winter nur unzureichend aufgefüllt wird. Dieser kann dann in der Vegetationszeit auftretende Wasserdefizite nicht kompensieren und somit Wassermangelerscheinungen in den Wäldern nicht verhindern.

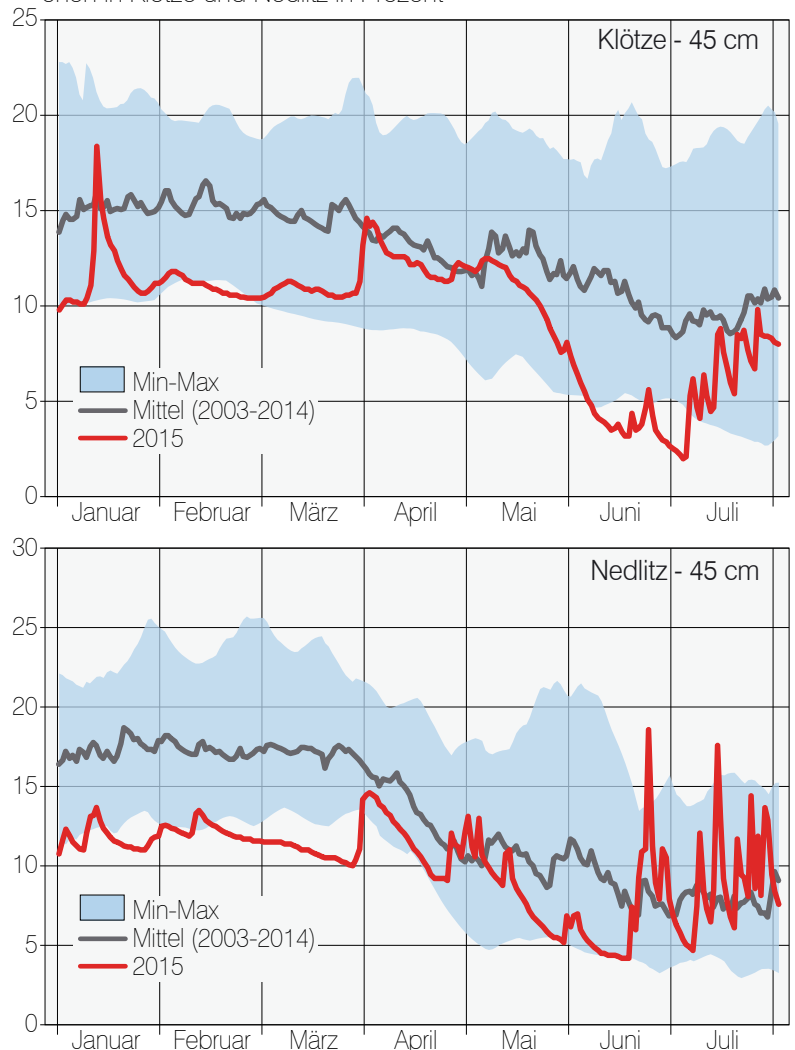
Trockenstress reduziert einerseits die Effektivität von pflanzlichen Prozessen und kann andererseits direkt die Pflanzenstruktur schädigen. Dies wirkt sich negativ auf die Vitalität und das Wachstum der Bäume aus. Erhöhte Nadel- und Blattverluste können sichtbare Folgen sein. Im äußersten Fall steigt 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) 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 NVZ 2014/2015 und der VZ 2015 für Sachsen-Anhalt wird im Kapitel „Witterung und Klima“ beschrieben. Nach dem feuchten Sommer 2014 mit durchgehend überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen begann im Herbst 2014 eine Trockenperiode, die nur von kurzen niederschlagsreichen Phasen im Januar und März 2015 unterbrochen wurde. Erst im Juli und August 2015 wurde die Trockenheit in Folge zahlreicher Starkregenereignisse beendet. Während in

der NVZ besonders die mittleren und südlichen Landesteile betroffen waren, war das Niederschlagsdefizit im Mai und Juni im Norden Sachsen-Anhalts besonders hoch. Gleichzeitig traten während der gesamten Trockenperiode seit November 2014 teilweise sehr hohe positive Temperaturabweichungen (mit Ausnahme des Mai 2015) 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 zwei Intensivmonitoringflächen (Level II-Programm) in Sachsen-Anhalt untersucht und analysiert. Bei den Flächen Nedlitz und Klötze handelt es sich um Kiefernstandorte. Der rund 90 Jahre alte Bestand in Klötze befindet sich in der westlichen Altmark im Wuchsgebiet „Westprieignitzer-Altmarkisches-Altmoränenland“. Als Lokalbodenform wird die „Zahnaer Sand-Braunerde“ ausgewiesen, die als lehmiger Sand charakterisiert werden kann. Der Schluffanteil nimmt mit zunehmender Bodentiefe deutlich ab, so dass die unteren Bodenhorizonte als Mittelsand anzusprechen sind. Die Bodeneigenschaften am Standort Nedlitz („Nedlitzer Sand-Braunerde“) ähneln denen in Klötze. Aufgrund des geringeren Schluffanteils in den oberen Bodenhorizonten kann der Standort als anlehmiger Sand angesprochen werden. Die Intensiv-Monitoringfläche mit dem 60-jährigen Kiefernbestand befindet sich im Wuchsgebiet „Hoher Fläming“.

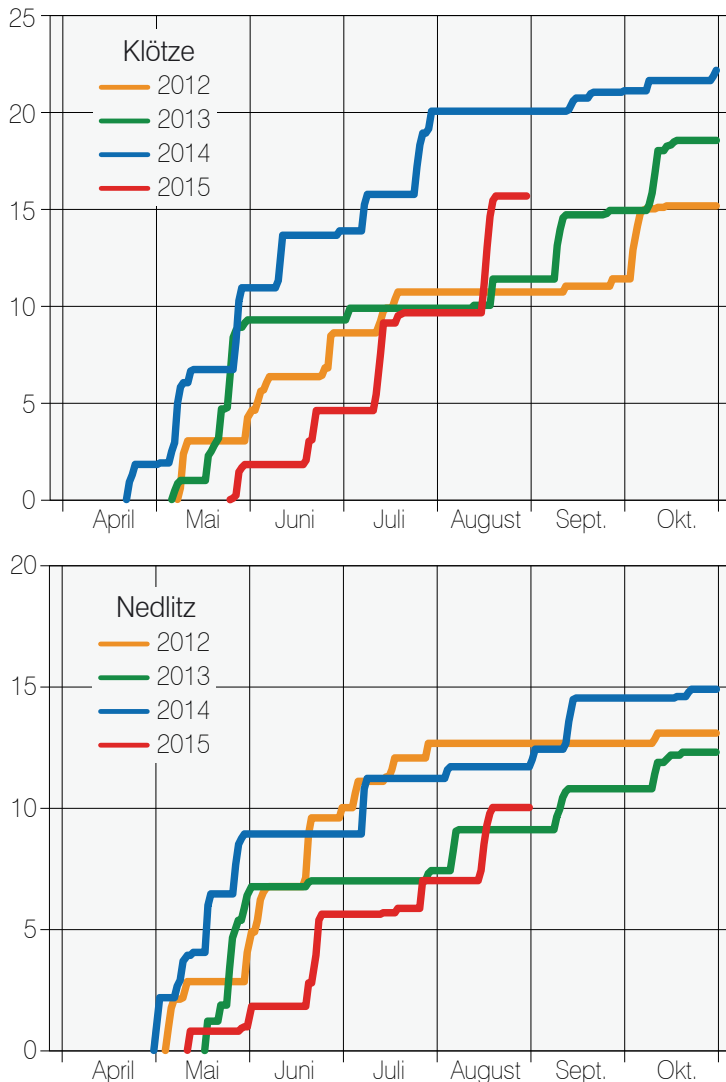
Gemessene Bodenwassergehalte auf den Intensivmonitoringflächen in Klötze und Nedlitz in Prozent



Trockenstress

In der Abbildung auf Seite 23 sind für beide Standorte die gemessenen Bodenwassergehalte im Hauptwurzelsraum in 45 cm Tiefe dargestellt. Auf beiden Flächen wird seit Ende der 1990er Jahre der Bodenwasserhaushalt messtechnisch erfasst. Für die Charakterisierung der mittleren Bodenfeuchte (graue Linie) wie auch der Bandbreite wurde der Zeitraum 2003 bis 2014 verwendet. Der blau hinterlegte Fächer gibt die Bandbreite der minimal und maximal gemessenen täglichen Bodenwassergehalte als 10tägiges gleitendes Mittel für die Monate Januar bis Juni wieder. Der Verlauf der Bodenfeuchte im Jahr 2015 zeigt, dass während der Monate Januar bis März auf beiden Standorten zeitweise extrem geringe Bodenwassergehalte gemessen wurden und sich somit die Trockenperiode bereits in den Wintermonaten auswirkte. Ein mehrtägiges Niederschlagsereignis Ende März 2015 führte zu einer Auffüllung des Bodenwasserspeichers, so dass die Bodenwassergehalte annähernd den mittleren Werten der Periode 2003 bis 2014 entsprachen. Ab Ende April/Anfang Mai nahm die Bodenfeuchte auf beiden Standorten kontinuierlich ab. Im Juni wurden am Standort Klötze bisher noch nicht beobachtete Tiefstwerte erreicht und auch in Nedlitz wurden die bisher gemessenen Minimalwerte nahezu erreicht. Auf beiden Standorten war das pflanzenverfügbare Bodenwasser nahezu komplett aufgebraucht. Ende Juni begann mit den einsetzenden Niederschlägen die Wieder-

Verlauf des jährlichen Stammumfangzuwachses der Kiefer in Klötze und Nedlitz für die Jahre 2012 bis 2015 in mm



auffüllung der Böden, so dass sich im Hochsommer die Bodenwassergehalte den mittleren Werten annäherten (Klötze) bzw. diese überschritten (Nedlitz).

Der Stammumfangzuwachs („Dickenwachstum“) der Kiefern auf den Standorten Klötze und Nedlitz wird seit 2012 mit Umfangmessbändern kontinuierlich beobachtet. Die jährlichen Zuwachsraten sind in der Abbildung unten links für die Jahre 2012 bis 2015 dargestellt. Der jährliche Wachstumsverlauf zeigt, dass sich der Zuwachs der Kiefer über die gesamte Vegetationsperiode von Ende April bis Anfang Oktober erstreckt. Dabei lassen sich keine Hauptwachstumsphasen erkennen. Offensichtlich scheint die Kiefer in Abhängigkeit von Witterung und verfügbarem Bodenwasser ihr Wachstum zu steuern. Während längerer Trockenphasen kommt es zu keinem nennenswerten Stammumfangzuwachs, wie beispielsweise im Juni und Juli 2013. Mit beginnender Auffüllung des Bodenwasserspeichers setzt dann unmittelbar das Wachstum wieder ein. Dies lässt sich auch für das Jahr 2015 feststellen. Infolge des trockenen Frühjahrs und der geringen Bodenwassergehalte zu Beginn der Vegetationsperiode war der Stammumfangzuwachs der Kiefern auf den Intensivmonitoringflächen Klötze und Nedlitz mit rund 2 mm sehr gering. Erst mit den einsetzenden Niederschlägen Ende Juni kam es zu einem verstärkten Dickenwachstum, so dass bis Ende August 2015 der kumulierte Stammumfangzuwachs in Klötze rund 15 mm und in Nedlitz auf dem etwas nährstoffärmeren Standort rund 10 mm betrug. Damit wurden die Zuwächse der Vorjahre teilweise übertroffen. Der Zuwachsverlauf im Jahr 2015 belegt die offensichtlich gute Anpassungsfähigkeit der Kiefer an längere Trockenperioden und deren effizientes Wassermanagement.

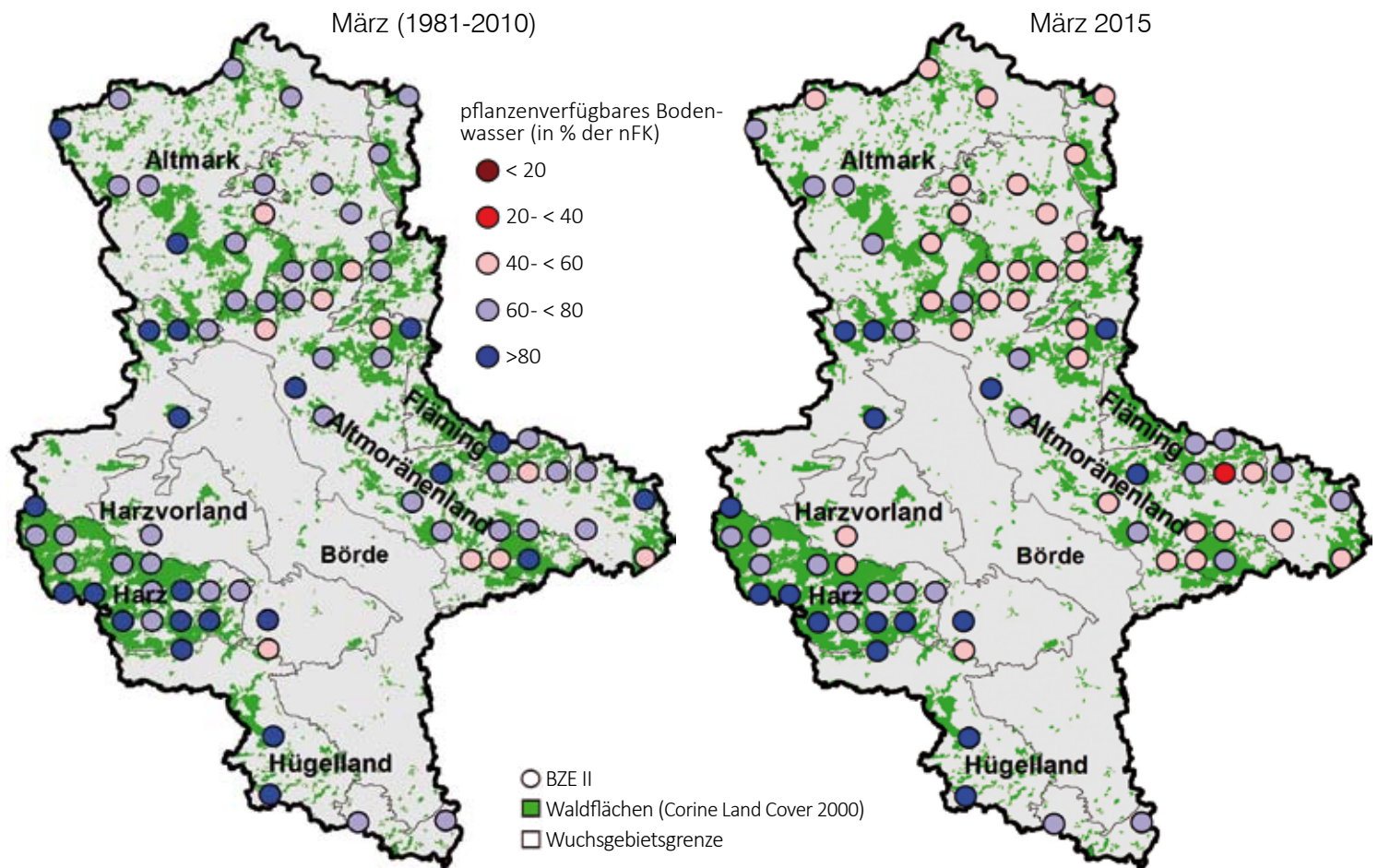
Die Untersuchungen auf den Level II-Flächen in Sachsen-Anhalt haben gezeigt, dass die Trockenheit im ersten Halb-



Foto: J. Weymar

Trockenstress

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



jahr 2015 außergewöhnlich 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 Bestandeskenngrößen erfasst. Im Land Sachsen-Anhalt werden an insgesamt 75 BZE II-Plots Kenngrößen zum Boden (wie z. B. Bodenart und Skelettgehalt) 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 wäre. Hierzu wurde das maximal pflanzenverfügbare Bodenwasser (nutzbare Feldkapazität, nFK) im durchwurzelten Bodenraum berechnet und der relative Anteil an der nFK bestimmt.

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 der nFK über alle BZE II-Standorte 74 %. Das bedeutet, dass nur auf wenigen Waldstandorten den Beständen zum Beginn der Vegetationsperiode ein vollständig gefüllter Bodenwasserspeicher zur Verfügung stand (siehe Abbildung oben). Auf den meisten BZE II-Plots lag der nFK-Anteil zwischen 60 und 80 %, bei knapp einem

Drittel über 80 % und auf einigen Flächen im langjährigen Mittel sogar unter 60 %. Die unterdurchschnittlich wasser versorgten Standorte sind im östlichen und südlichen Altmoränenland und im Fläming zu finden. Im März 2015 wiesen gut ein Drittel aller untersuchten Flächen einen Anteil an pflanzenverfügbarem Bodenwasser von weniger als 60 % auf. Nur noch auf 25 % der BZE II-Plots wurden 80 % und mehr der nFK erreicht. Diese befinden sich vornehmlich im Harz. Im Mittel über alle Flächen lag der relative Anteil der nFK bei 68 % und damit signifikant unter dem Mittelwert der Periode 1981 bis 2010.



Foto: H. Heinemann

Trockenstress

Zum Ende der Trockenperiode wurden im Juni 2015 die niedrigsten Bodenwassergehalte ermittelt. Auf rund zwei Drittel aller BZE II-Plots lag der Anteil des pflanzenverfügbaren Bodenwassers zwischen 20 und 40 %, auf einigen Flächen sogar unter 20 % (siehe Abbildung unten). Im Vergleich zum langjährigen Mittelwert (1981-2010) für den Monat Juni, der über die BZE II-Plots im Durchschnitt bei 51 % liegt, ergaben sich auf allen Standorten z. T. deutlich niedrigere Anteile an der nFK. Im Mittel über alle 75 BZE II-Plots wurden nur 38 % des pflanzenverfügbaren Bodenwassers erreicht. Die extreme Trockenheit betraf dabei alle Wuchsregionen in Sachsen-Anhalt.

Die Trockenheit im Frühjahr und Frühsommer 2015 stellt ein außergewöhnliches Witterungsereignis dar. Dabei begann die Trockenperiode bereits im Herbst 2014 und dauerte mit kurzen Unterbrechungen bis Ende Juni 2015 über mehr als ein halbes Jahr an. Als Folge wiesen die Böden bereits zu Beginn der Vegetationsperiode sehr niedrige Bodenwassergehalte auf. Die Austrocknung der Böden erreichte dann im Juni ihren Höhepunkt, so dass den Pflanzen kaum noch Wasser für die Verdunstung zur Verfügung stand. Die überdurchschnittlich hohen Niederschläge im Juli und August haben möglicherweise in Sachsen-Anhalt größere Schäden in den Wäldern verhindert. Die Kiefer konnte ihr Wachstumsdefizit aus dem Frühjahr kompensieren und bewies damit eine gute Anpassungsfähigkeit an extreme Trockenstressbedingungen. Allerdings werden erst die nächsten Jahre zeigen, ob es in den Wäldern von Sachsen-Anhalt nicht zu langfristigen Schäden gekommen ist.



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

