

# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität

Johannes Suttmöller, Birte Scheler, Markus Wagner, Inge Dammann, Uwe Paar und Johannes Eichhorn

Der warme und sehr niederschlagsarme Witterungsverlauf, der in weiten Teilen von Deutschland von Anfang April bis einschließlich August 2018 herrschte, hatte eine außergewöhnliche Trockenheit zur Folge.

Ernteaussfälle in der Landwirtschaft, überdurchschnittlich viele Waldbrände und Rekordniedrigwasserstände in den Flüssen sind nur einige Beispiele, die zeigen, welche enormen Auswirkungen die Trockenheit auf die Umwelt hatte. Wie aber lässt sich die diesjährige Witterung langfristig einordnen? Hierzu erfolgte ein Vergleich mit ähnlich markanten Trockenperioden der Jahre 1976 und 2003, die aus der jüngeren Vergangenheit ebenfalls als extreme Jahre in Erinnerung geblieben sind. Zur Abschätzung und Einordnung der drei Trockenperioden wurden die Klimatische Wasserbilanz (KWB) und das potenzielle Wasserangebot bzw. der Bedarf flächenhaft für die Trägerländer der NW-FVA berechnet.

Die **Klimatische Wasserbilanz (KWB)** ergibt sich aus der Differenz von Niederschlag ( $P$ ) und potenzieller Evapotranspiration ( $ET_p$ ). Die klimatische Wasserbilanz kennzeichnet den Überschuss oder das Defizit des gefallenen Niederschlags gegenüber Verdunstungsverlusten. Im Herbst und Winter (Nichtvegetationszeit) sind die Verdunstungsverluste gering. Dies führt zu einer Auffüllung des Bodenwasservorrats (im Wald) durch die gefallenen Niederschläge. Nach FAO-Norm wird die KWB für eine einheitliche Grasbedeckung berechnet. Untersuchungen der NW-FVA, Abt. Umweltkontrolle, belegen, dass die Vegetationsform Wald mehr verdunstet als die Vegetationsform Gras. Deshalb werden bei den nachfolgenden Berechnungen der KWB für Wälder (Laub- und Nadelwälder) pauschal 50 mm abgezogen.

Die **nutzbare Feldkapazität für den effektiven Wurzelraum (nFK WRe, pflanzenverfügbares Bodenwasser)** ist die Differenz zwischen dem Wassergehalt bei Feldkapazität und dem permanenten Welkepunkt (unterhalb dieses Wassergehaltes kann das Bodenwasser nicht mehr durch die Pflanzen genutzt werden). Ein Boden ist wassergesättigt, wenn alle Poren mit Wasser gefüllt sind. Da der Anteil freien Bodenwassers (Groporen) nicht für Pflanzen verfügbar ist, wird in diesem Artikel von **Wassersättigung** gesprochen, wenn der Bodenwasservorrat der nFK WRe entspricht. Gegenüber flachgründigen Böden steigt bei tiefgründigen Böden die Bezugstiefe für die Berechnung der nFK WRe an, da die

Bäume deutlich tiefer wurzeln und folglich einen höheren Bodenwasservorrat ausschöpfen können. Für alle vier Bundesländer wird als Informationsgrundlage die Bodenübersichtskarte für Wald verwendet (Maßstab 1:1.000.000).

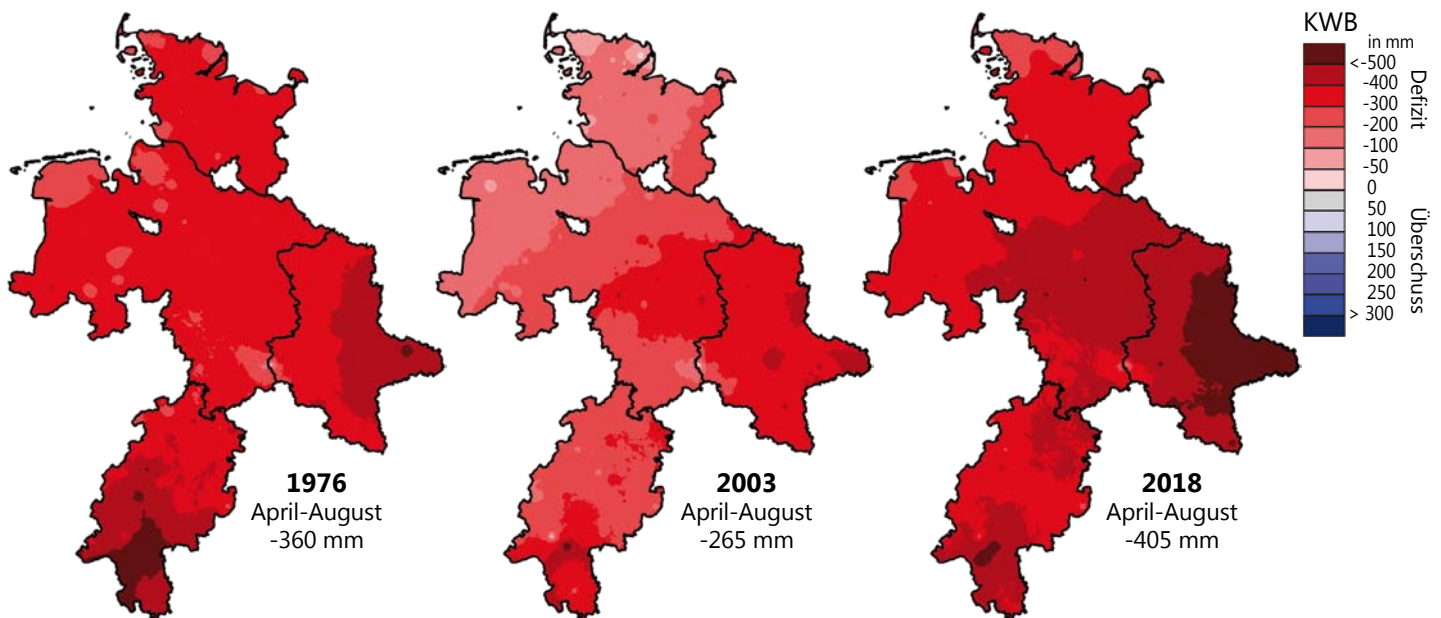
Das **potenzielle Wasserangebot** zu Beginn der Vegetationszeit leitet sich aus der KWB der Nichtvegetationszeit und der nFK WRe ab. Der pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicher ist vollständig aufgefüllt, wenn der Wert für die KWB der Nichtvegetationszeit größer als die nFK WRe ist. Das potenzielle Wasserangebot entspricht in diesem Fall der nFK WRe, ansonsten ist das potenzielle Wasserangebot gleich dem Wert der KWB der Nichtvegetationszeit. Der pflanzenverfügbare Wasservorrat wird während der Vegetationszeit mit den monatlichen Werten für die KWB verrechnet. Da bei steigenden Verdunstungsraten in der Vegetationszeit die KWB überwiegend negativ ist, wird der Bodenwasserspeicher im Laufe des Frühjahrs geleert. Im Sommer kann die potenzielle Verdunstung der Pflanzen meist nicht mehr aus dem Bodenwasserspeicher gedeckt werden, so dass ein mehr oder weniger hohes Defizit (**potenzieller Wasserbedarf**) entsteht. Die Höhe des Defizits kann als Maß für die Trockenheit interpretiert werden.

**Vegetationszeit (VZ)** bzw. **Nichtvegetationszeit (NVZ)**: Die forstliche Vegetationszeit umfasst klassischerweise die Monate Mai bis September. Da in diesem Jahr der Blatt- und Nadelaustrieb bereits Anfang April erfolgte, wurde für diese Auswertung die Dauer der Vegetationszeit (VZ) auf April bis August festgelegt. Ergänzt wird diese durch die Monate der Nichtvegetationszeit (NVZ) von Oktober des Vorjahres bis März. Der September konnte aufgrund des zeitigen Redaktionsschlusses nicht berücksichtigt werden.

## Räumliche Analyse der Klimatischen Wasserbilanz für die Vegetationszeiten 1976, 2003 und 2018

Die KWB in der Vegetationszeit war in den drei betrachteten Perioden (1976, 2003 und 2018) regional sehr unterschiedlich (Abb. unten). 1976 sind besonders hohe Wasserdefizite in Teilen von Süd- und Mittelhessen und im Osten von Sachsen-Anhalt erkennbar. 2003 bestehen Schwerpunkte in Südhessen, im mittleren und östlichen Niedersachsen sowie in Sachsen-Anhalt. 2018 sind die Defizite insgesamt großflächiger ausgebildet, besonders stark im östlichen Sachsen-Anhalt.

Klimatische Wasserbilanz (KWB) in der Vegetationszeit für die 4 Trägerländer der NW-FVA



# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität



Foto: J. Weymar

Das Wasserdefizit der KWB in der Vegetationszeit beträgt im Mittel der Jahre 1961-1990 je nach Bundesland zwischen 45 mm (Schleswig-Holstein) und 130 mm (Sachsen-Anhalt).

Die diesjährige Trockenperiode von April bis August (Vegetationszeit) weist im Flächenmittel aller vier Trägerländer ein Defizit in der KWB von mehr als 400 mm auf. Damit wird die Dürre aus dem Jahr 1976, die mit einem mittleren Defizit von rund 360 mm bereits extrem ausfiel, nochmals übertroffen.

Für Hessen zeigt sich im Jahr 2018 im Vergleich zu 1976 vor allem in Süd- und Mittelhessen ein etwas geringeres Defizit in der KWB. Dagegen waren das südöstliche Niedersachsen und Sachsen-Anhalt 2018 stärker betroffen als 1976.

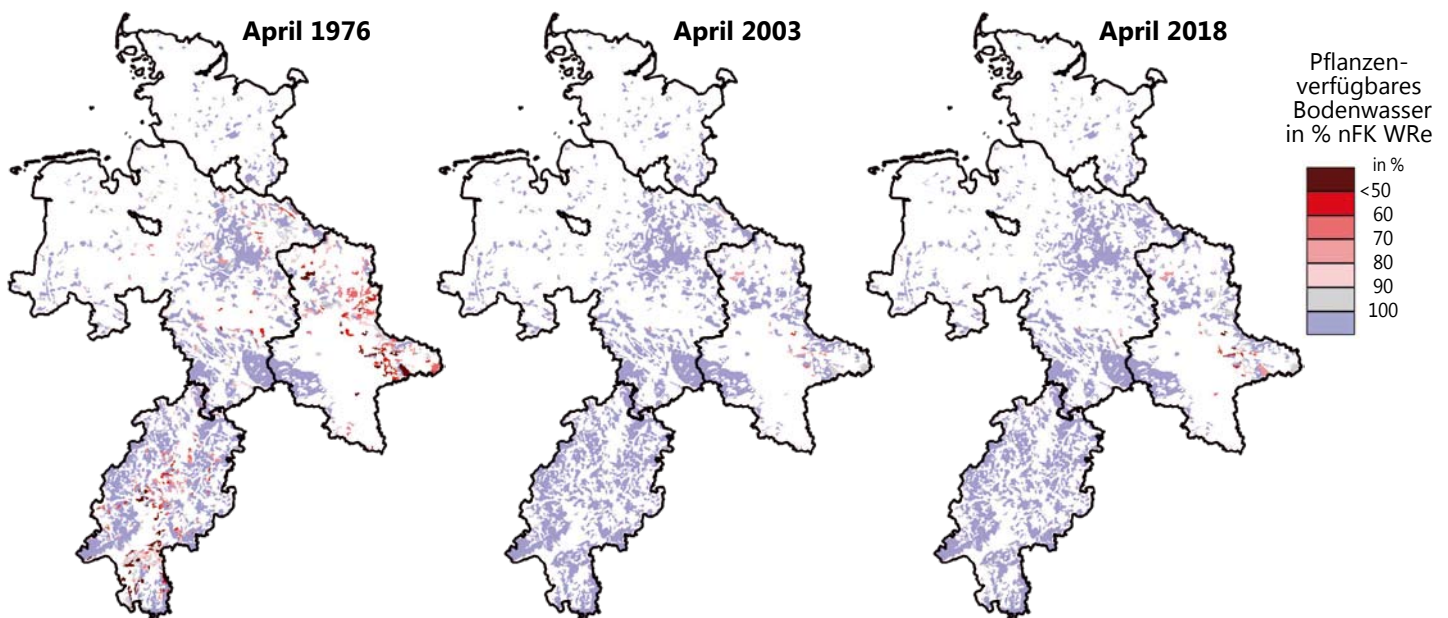
Während im Jahrhundertsommer 2003 Trockenheit und Hitze vor allem der Mitte und dem Süden Deutschlands zu schaffen machten, war der Norden nur moderat betroffen. Entsprechend war das Wasserdefizit in der KWB in den tieferen Lagen in Hessen, Sachsen-Anhalt und im östlichen Niedersachsen deutlich höher als im Nordwesten des Untersuchungsgebietes.

## Wasserspeicherung in der Nichtvegetationszeit und Klimatische Wasserbilanz für die Vegetationszeit

Für die Auswirkungen auf den Wald ist nicht allein ausschlaggebend, ob eine Dürreperiode in der Vegetationszeit Rekordwerte erreicht. Außerordentlich wichtig für die Wasserversorgung des Waldes ist zusätzlich, ob Niederschläge in der vorangegangenen Nichtvegetationszeit die Wasserspeicher der Waldböden auffüllen konnten. In der Regel verbrauchen Wälder in der Vegetationszeit mehr Wasser als mit dem Niederschlag eingetragen wird. Waldbestände, deren Bodenwasserspeicher im Winter nicht vollständig aufgefüllt werden konnten, haben demzufolge in der nachfolgenden Vegetationszeit ein besonders hohes Risiko für Trockenstress. Es wird angenommen, dass die Baumvegetation in ihrem Wachstum und ihren Bestandeseigenschaften an die jeweilige absolute Größe des Wasserspeichers angepasst ist. Risiken entstehen vor allem in Phasen, in denen nur ein kleiner Teil des möglichen pflanzenverfügbaren Wasserangebots zur Verfügung steht. Verschiedene Autoren geben als kritische Grenze einen Anteil von 40 % der nFK WRe an. Wird dieser Wert bereits zu Beginn der Wachstumsprozesse im Frühjahr unterschritten, ist Trockenstress für die Baumvegetation wahrscheinlich.

Zu Beginn der Vegetationszeit im April 2018 waren nur wenige Böden (< 5 %) nicht wassergesättigt (Abb. unten). Dies betraf ausschließlich Standorte in Sachsen-Anhalt, die über einen besonders hohen pflanzenverfügbaren Bodenwasserspeicher verfügen (Bemessungsgrundlage: < 95 % der nFK WRe; die konkreten Daten sind nur als Näherungswerte

Pflanzenverfügbares Bodenwasser zu Beginn der Vegetationszeit (1. April des jeweiligen Jahres) in den 4 Trägerländern der NW-FVA





# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität



Foto: J. Evers

für die jeweilige lokale Situation zu verstehen). Im Frühjahr 2003 stellte sich die Situation ähnlich günstig dar. 1976 waren dagegen im Mittel der vier Länder die Niederschläge in der Nichtvegetationszeit für 21 % der Waldböden nicht ausreichend, um den Bodenwasserspeicher aufzufüllen. Vom Bodenwasserdefizit besonders betroffen waren damals in Hessen die Regionen Hess. Ried, Wetterau sowie die Ausläufer des Vogelsberges, in Niedersachsen das Harzvorland und in Sachsen-Anhalt die Altmark und das Altmoränenland.

Selbst wenn zu Beginn der Vegetationszeit große Wärme sowie Niederschlagsarmut auftreten, ist dies nicht gleichbedeutend mit Trockenstress für Wälder. Wärme in Verbindung mit guten Wasservorräten in den Waldböden kann sogar für sehr günstige Wuchsbedingungen der Wälder sorgen. In Wäldern mit zunächst wassergesättigten Böden ist auch in Extremjahren oft erst im Juli Trockenstress zu erwarten. Das Waldinnenklima größerer zusammenhängender Waldkomplexe wirkt sich zudem günstig auf den Wasserhaushalt aus, indem es Witterungsextreme dämpft. So kühlt die Verdunstung der Waldbäume die Luft und mindert auf diesem Wege die weitere Transpiration, was sich günstig auf den Wasserhaushalt auswirkt. Auch wenn zwischen Baumarten und konkreten Bestandesbedingungen Unterschiede bestehen, vollziehen sich wesentliche physiologische Abläufe wie die Blattentfaltung, Blüte oder das Höhen- und Dickenwachstum im Wesentlichen zu Beginn der Vegetationszeit. Folglich ist das Risiko für Trockenschäden und Wachstumseinbußen in Wäldern umso größer, je früher im Jahr der Wasserstress auftritt. Deutlich empfindlicher gegenüber Trockenstress sind jedoch neu angelegte Waldkulturen und sehr junge Bestände. Aufgrund des noch wenig entwickelten Wurzelsystems der jungen Pflanzen können sie nur das Wasser in den oberflächennahen Bodenschichten nutzen.

## Dürreentwicklung im Jahresverlauf nach Bundesländern

### – Vergleich der Extremjahre 1976, 2003 und 2018 –

Nachfolgend wird für die drei Extremjahre 1976, 2003 und 2018 die zeitliche Veränderung des potenziellen Wasserangebotes und des Wasserbedarfes für die Waldstandorte in den Ländern Hessen, Sachsen-Anhalt, Niedersachsen und Schleswig-Holstein untersucht. Dabei wird ausgehend von der SWB zu Beginn der Vegetationsperiode am 1. April die durch die Abnahme der Bestandes-KWB bedingte Entwicklung der Wasserbilanz in Monatsschritten betrachtet.

### Hessen

Die KWB in der Nichtvegetationszeit, also der Überschuss der Niederschläge gegenüber der potenziellen Verdunstung der Wälder, lag sowohl 2002/03 als auch 2017/18 landesweit über den Werten der nFK WRe (Abb. Seite 22). Man kann folglich davon ausgehen, dass der Bodenwasserspeicher aufgefüllt war und die Waldbäume zu Beginn des Austreibens durchweg günstige Wachstumsbedingungen vorfanden. 1976 hingegen erreichte der Niederschlagsüberschuss nur etwa 60 % der üblichen Werte, so dass die KWB nicht auf allen Flächen über den Werten der nFK WRe lag. Zwar war der Wasserspeicher der meisten Waldböden auch zu Beginn der Vegetationsperiode 1976 aufgefüllt, doch besonders die Böden mit einer hohen nFK WRe in den Tieflagen von Mittel- und Südhessen verfügten zu Beginn der Vegetationszeit nur über einen verminderten Anteil an pflanzenverfügbarem Bodenwasser.

Alle drei Extremjahre hatten trockene und heiße Sommer. Dadurch wurde in der Vegetationszeit durch die Bäume durchweg wesentlich mehr Wasser verdunstet als im langjährigen Mittel 1961-1990. Im langjährigen Mittel liegt das

# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität

Wasserdefizit im September bei rund -50 mm. 1976, 2003 und 2018 erreicht dieses Defizit jedoch Werte von -250 mm bis knapp -400 mm und veranschaulicht damit die extreme Trockenheit in diesen Jahren. Die Dürreperioden von 1976 und 2018 sind dabei stärker ausgefallen und umfassen größere Landesteile als im Jahr 2003. Als besonders kritisch erwiesen sich im Jahr 1976 die Waldstandorte in Hessen, deren Bodenwasservorrat in der Nichtvegetationszeit nicht vollständig aufgefüllt war. Hier kam es frühzeitig in der Vegetationsperiode zu Wachstumseinbußen und einer verminderten Vitalität der Bäume, außerdem starben ungewöhnlich viele Bäume ab.

## Sachsen-Anhalt

In Sachsen-Anhalt sind im langjährigen Mittel der Periode 1961-1990 nicht alle Böden zu Beginn der Vegetationszeit (1. April) vollständig mit Wasser aufgefüllt (Abb. rechts). Im Jahr 1976 waren die Böden im Landesmittel zu 80 % der nFK WRe gefüllt (101 mm) und im Jahr 2018 zu 89 % (111 mm). Die Nichtvegetationszeit 2002/2003 war dagegen in Sachsen-Anhalt so feucht, dass nahezu alle Waldböden wassergesättigt waren (122 mm). Im Vergleich der drei Dürreperioden ergibt sich 2018 bereits für Anfang Juni eine fehlende Wassermenge von knapp 50 mm. Auch im weiteren Verlauf der Vegetationszeit ist der Wasserbedarf 2018 deutlich höher als 2003 und 1976, so dass die diesjährige Dürre in Sachsen-Anhalt als eines der bisher stärksten beobachteten Ereignisse bezeichnet werden kann. Daraus ergeben sich für 2018 ein besonders hohes Risiko für Trockenschäden in den Wäldern des Landes und die damit verbundenen hohen abiotischen und biotischen Risiken wie Waldbrand oder Insektenkalamitäten.

## Niedersachsen

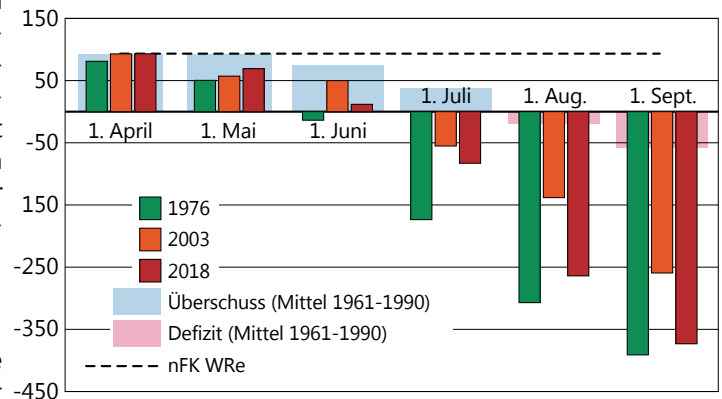
In Niedersachsen ist der Wasserspeicher der Waldböden zu Beginn der Vegetationszeit im langjährigen Mittel landesweit gut gefüllt (Abb. rechts). Dies trifft auch auf die Jahre 2003 und 2018 zu. Im April 1976 waren im Harzvorland allerdings einige Standorte nur teilweise wassergesättigt. 2018 verlief die Austrocknung der Böden aufgrund des rekordwarmen April und Mai bei gleichzeitig geringen Niederschlägen besonders schnell, so dass bereits im Juni auf vielen Standorten Wassermangel eintreten konnte. Am 1. September lag das Defizit vergleichbar mit 1976 unter -250 mm. Damit erreichte auch in Niedersachsen die diesjährige Dürre für die Wälder Rekordwerte, die in ihrem Ausmaß als außergewöhnlich zu bezeichnen sind.

## Schleswig-Holstein

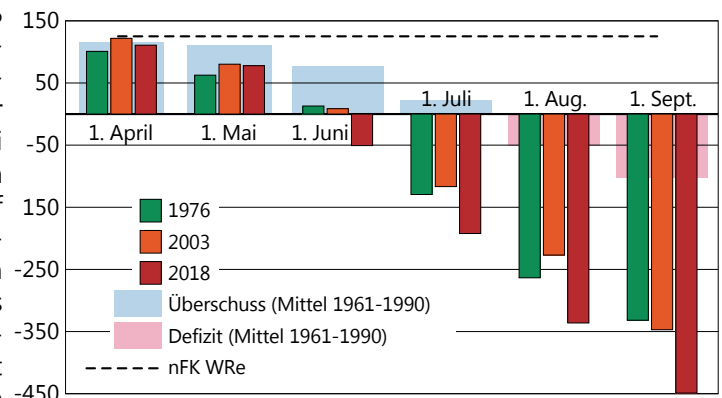
Vergleichbar mit Niedersachsen werden die Waldböden in Schleswig-Holstein während der Nichtvegetationszeit im langjährigen Durchschnitt vollständig mit Wasser aufgefüllt (Abb. rechts). Hohe Niederschläge bedingen im langjährigen Mittel einen Überschuss in der KWB von knapp 300 mm, so dass die nFK WRe von 135 mm deutlich übertroffen wird. Anders als in den übrigen Trägerländern wird der potenzielle Wasserbedarf während der drei Trockenperioden erst im Juli nicht mehr durch das potenzielle Wasserangebot vollständig gedeckt. Die Trockenperiode 2003 kann in Schleswig-Holstein nicht als Dürre bezeichnet wer-

Monatliche Veränderung des potenziellen Wasserangebots und -bedarfs in mm

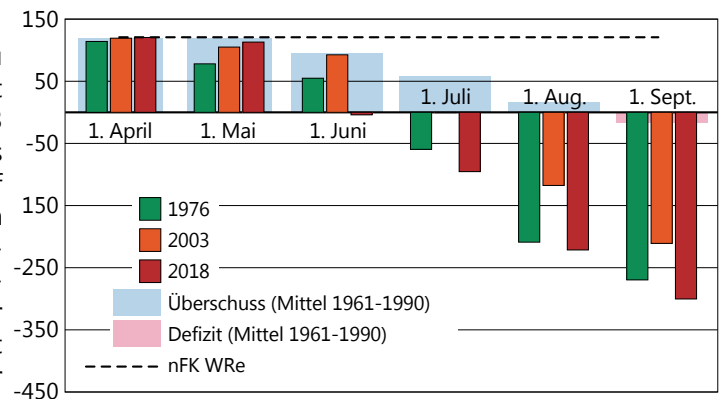
Hessen (Flächenmittel)



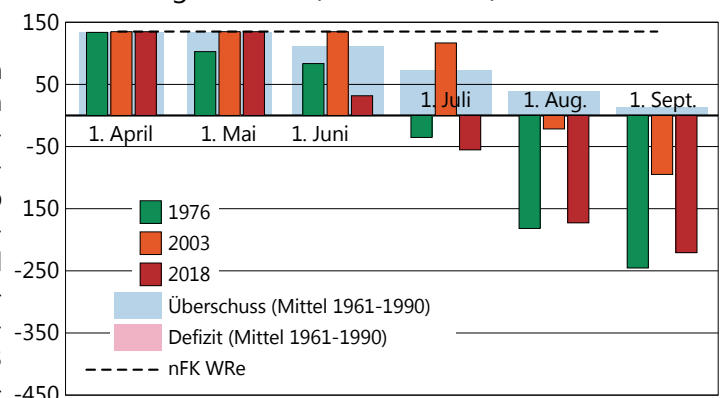
Sachsen-Anhalt (Flächenmittel)



Niedersachsen (Flächenmittel)



Schleswig-Holstein (Flächenmittel)





# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität

den, da der potenzielle Wasserbedarf während der gesamten Vegetationszeit deutlich geringer war als 1976 und 2018 und auch zum 1. September nur knapp 100 mm unter dem langjährigen Mittelwert liegt. Die Trockenheit 1976 und 2018 sind jedoch auch für Schleswig-Holstein als seltenes und extremes Ereignis einzustufen. Der potenzielle Wasserbedarf liegt rund 200-250 mm höher als der Mittelwert der Periode 1961-1990.

## Radialzuwachs und Bodenfeuchte

Das Wachstum der Bäume ist Ausdruck ihrer Vitalität. Es ist abhängig von einer Vielzahl von Faktoren wie Baumart und Herkunft, Baumalter, Konkurrenzsituation im Bestand, Bodenwasserhaushalt, Temperatur und Niederschlag. Eine genaue Abschätzung, welchen Anteil die verschiedenen Einflussgrößen auf das Dickenwachstums der Bäume haben, ist schwierig. Fest steht aber, dass die Witterung einen wesentlichen Einfluss auf die Variabilität der Jahrringbreite hat. Die Wirkung der Witterung auf den Zuwachs der Bäume lässt sich besonders gut aus der Bodenfeuchte (Matrixpotenzial) ableiten, da Bäume ihren Wasserbedarf mittels ihres Wurzelsystems aus dem im Boden gespeicherten Wasser decken.

*Das **Dickenwachstum der Baumstämme** wird in 1,3 m Höhe gemessen und üblicherweise als Radialzuwachs bzw. Jahrringbreite in Millimeter (mm) angegeben. Die Jahrringbreite entspricht dabei der Jahressumme des Radialzuwachses.*

*Das **Matrixpotenzial** ist ein Maß für die Saugspannung, welche die Pflanzen aufbringen müssen, um dem Boden Wasser entziehen zu können. Sie wird als negativer Druck in Hektopascal (hPa) angegeben. Mit zunehmender Austrocknung des Bodens wird das Matrixpotenzial negativer.*

In Süddeutschland wurden für Buchen und Fichten in unterschiedlichen Höhenlagen für die meisten Standorte eindeutige Beziehungen zwischen der Witterung in der Vegetationszeit (April-August) und der Jahrringbreite gefunden (Dittmar 1999). Danach bestimmen in tieferen Lagen (bis ca. 600-700 m ü. NN) die Niederschläge in der Vegetationszeit maßgeblich die Jahrringbreite, während in Hochlagen über 800 m ü. NN vor allem das Wärmeangebot ausschlaggebend für das Radialwachstum ist. In Sachsen konnte für die Kiefer nachgewiesen werden, dass sich eine hohe Verdunstung in der Vegetationszeit negativ auf die Jahrringbreite auswirkt (Röhle et al. 2010).

Als Folge des Klimawandels wird sich sowohl die Temperatur als auch die Niederschlagshöhe und -verteilung ändern und das hiesige Klima zukünftig vermehrt durch wärmere Sommer und länger andauernde Hitze- und Trockenperioden geprägt sein. Diese globale – aber auch für unsere Region bereits beobachtete – Erwärmung stellt hinsichtlich der Stabilität und Produktivität der Wälder eine große Herausforderung für die Forstwirtschaft dar.

Mit Hilfe der Daten von hochauflösenden Dendrometern an jeweils sechs Bäumen auf 11 Flächen des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings sowie von 14-tägigen Ablesungen der Dauerumfangmessbänder ausgewählter Bäume auf weiteren acht Intensivmessflächen kann die Entwicklung des Radialzuwachses im Laufe der Vegetationsperiode nachvollzogen und so der Einfluss der Witterung auf das Dicken-

wachstum abgeschätzt werden. Dies gibt Hinweise auf die Plastizität der untersuchten Baumarten gegenüber Trockenheit und einem erhöhten Wärmeangebot. Die Ergebnisse sind dabei aufgrund des geringen Stichprobenumfanges nicht repräsentativ für die Wälder der Trägerländer, zeigen jedoch exemplarisch Reaktionsmuster des Wachstums an. Die untersuchten Eichen- und Kieferbestände wachsen in der planaren Höhenstufe (bis ca. 120 m ü. NN), die Buchenbestände mit Ausnahme der Flächen Hess. Ried und Lüss Buche (91 m bzw. 115 m ü. NN) im kollinen bis submontanen Bereich in Höhen von 280-508 m ü. NN und die Fichtenbestände in der submontanen bis montanen Stufe zwischen 425 m und 660 m ü. NN. Das Alter der Buchenbestände liegt zwischen 115 und 171 Jahren, die beiden Eichenbestände sind 136 bzw. 209 Jahre und die Fichtenbestände 70-136 Jahre alt. Die Kieferbestände sind mit einem Alter zwischen 46 und 100 Jahren am jüngsten.

Auf den beiden hessischen **Fichtenflächen** setzte das Dickenwachstum 2018 Anfang Mai ein, die Fichtenflächen Solling und Lange Bramke folgten Mitte bzw. Ende Mai. Aufgrund der nach dem niederschlagsreichen Winterhalbjahr gut gefüllten Bodenwasserspeicher zeigte das Dickenwachstum der Fichten zunächst keine Auffälligkeiten im Vergleich zu den Vorjahren. Zwischen Mitte Juni und Mitte Juli stellen die Fichten jedoch auf allen vier untersuchten Flächen ihr Wachstum ein, obwohl die Niederschlagssumme zu diesem Zeitpunkt noch größer als 2017 war. Die hohen Lufttempe-

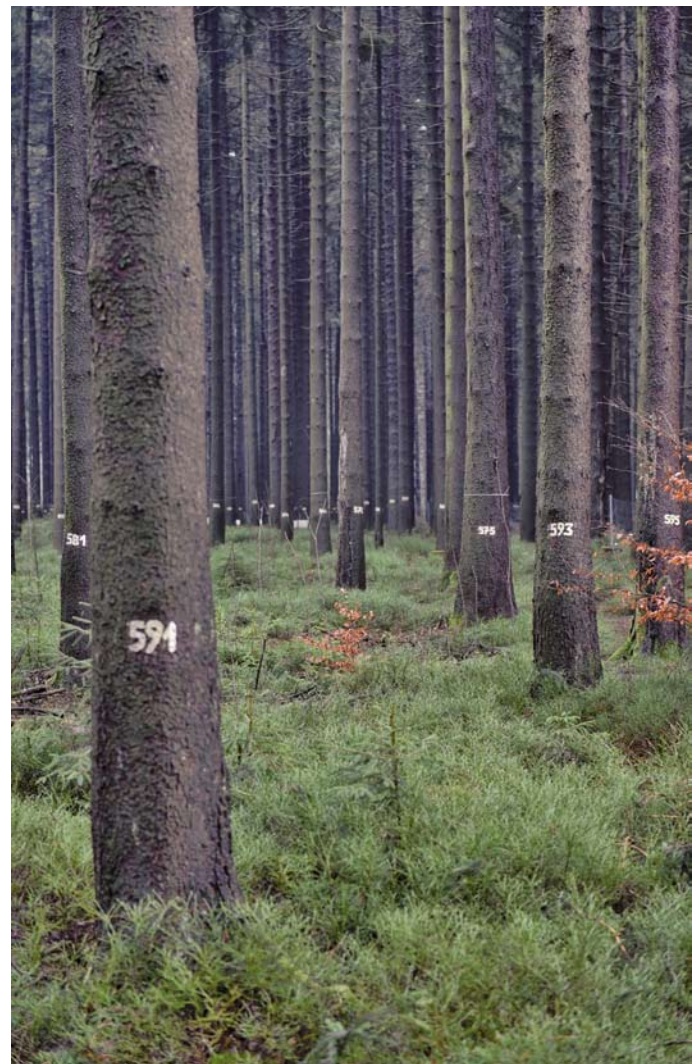


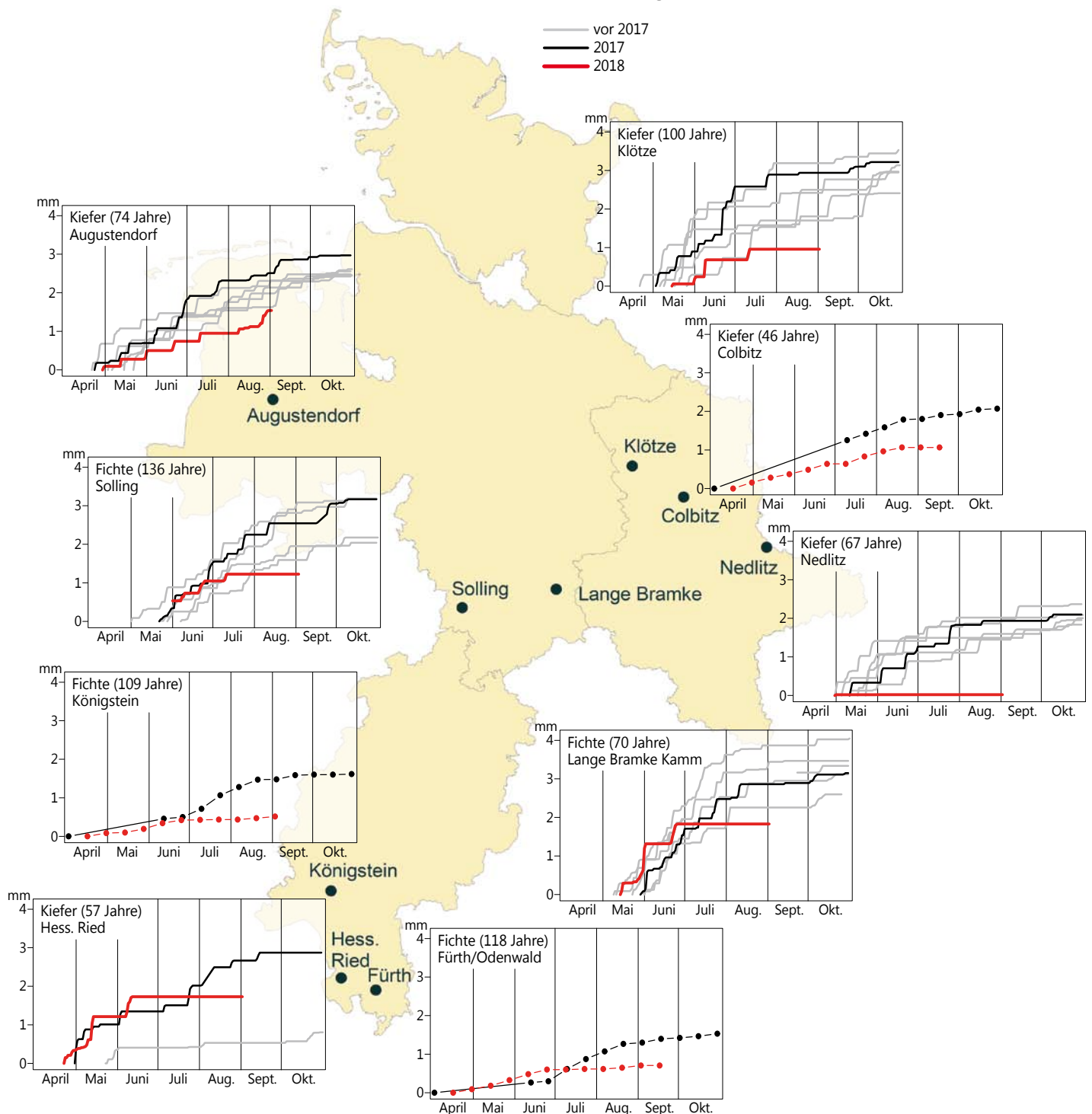
Foto: J. Evers

# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität

raturen und die hierdurch bedingte sehr hohe Verdunstung wirkten sich offensichtlich negativ auf das Dickenwachstum aus (s. a. Röhle 2010). Der Zuwachs blieb dadurch bis Ende August deutlich hinter den Zuwächsen der Vorjahre zurück. Das Dickenwachstum der **Kiefer** begann 2018 in Augustendorf, Colbitz und im Hess. Ried bereits Mitte/Ende April, in Klötze Mitte Mai. Vermutlich aufgrund der geringen Niederschläge blieb der Radialzuwachs aber schon sehr zeitig in der Vegetationsperiode hinter dem Zuwachs der vorangegangenen Jahre zurück, was sich bis Ende August fortsetzte. Auf der Kiefernfläche in Augustendorf setzte trotz des vollständig aufgefüllten Bodenwasserspeichers zu Beginn der Vegetationsperiode aufgrund sehr geringer Niederschläge

bereits Mitte Mai eine Austrocknung bis in 1 m Bodentiefe ein (Abb. Seite 26). Die Austrocknung verschärfte sich ab Anfang Juni deutlich. Ab Juli lag das Matrixpotenzial in 60 cm Bodentiefe durchgehend unter  $-800$  hPa. Vereinzelt Niederschläge sorgten nur im Oberboden für eine kurzzeitige Wiederbefeuchtung des Bodens. Die für diesen Standort ungewöhnlich lang anhaltende Austrocknung des Unterbodens trug zu einem insbesondere zwischen Juli und Ende August stark verminderten Radialzuwachs der Kiefern bei. Die extrem trocken-warme Witterung im Osten von Sachsen-Anhalt spiegelt sich eindrücklich in der Bodenfeuchte wider. Zwar war auch auf der Fläche Nedlitz der Bodenwasserspeicher Anfang April vollständig aufgefüllt, doch be-

Jährlicher Verlauf des Radialzuwachses (mm) auf ausgewählten Fichten- und Kiefernflächen des Intensiven Monitorings



# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität

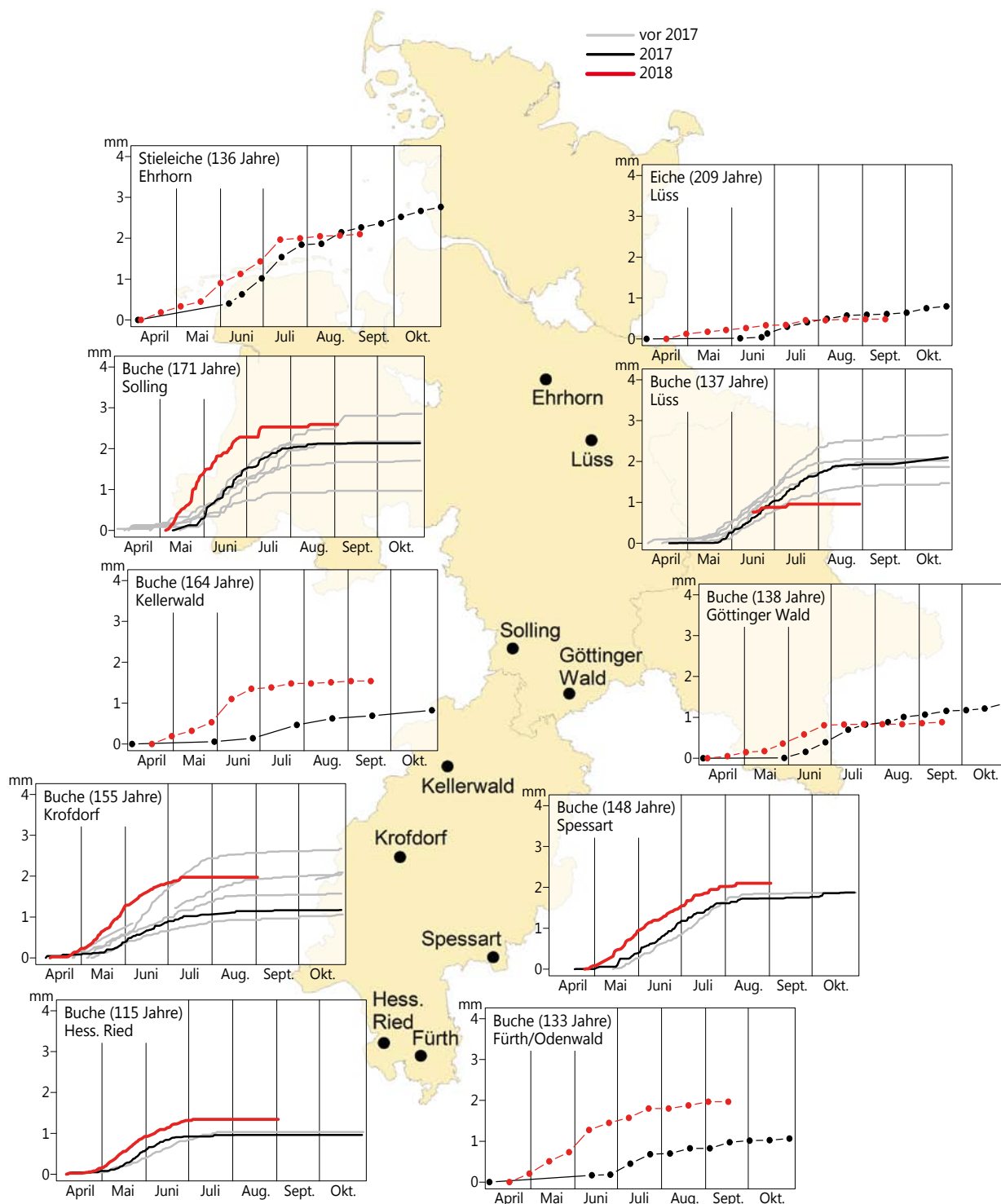
reits Ende April setzte eine starke Austrocknung ein, welche bis Ende Juni bis 1 m Tiefe zu Matrixpotenzialen von unter -800 hPa führte. Infolge dieser extrem frühen und anhaltenden Austrocknung des Bodens ließ sich bis Ende August kein Radialzuwachs der Kiefern registrieren.

Im Hess. Ried blieb das Dickenwachstum der Kiefern hingegen entsprechend den in Südhessen lange Zeit vergleichsweise günstigeren Witterungsbedingungen erst Mitte Juli hinter dem des Vorjahrs zurück.

Das Dickenwachstum der untersuchten **Buchen** begann 2018 aufgrund der sehr zeitigen Blattentfaltung bereits Mitte/Ende April, im Solling Anfang Mai. Mit Ausnahme

der Fläche Lüss lag der Radialzuwachs der Buchen dabei bis Ende Juni/Anfang Juli über dem Zuwachs der Vorjahre. Während auf den Flächen Lüss, Solling, Göttinger Wald, Krofdorf und Hess. Ried ab Anfang Juli kein Dickenwachstum mehr beobachtet werden konnte, war der Zuwachs auf den Flächen Kellerwald, Spessart und Fürth/Odenwald erst Ende Juli weitestgehend abgeschlossen. Ende August wiesen somit alle Buchenflächen einen durchschnittlichen bis überdurchschnittlichen Radialzuwachs auf. Lediglich für die Fläche Lüss (östl. Niedersachsen) lag der Zuwachs deutlich unter dem der Vorjahre. Dies passt zu den Ergebnissen der regionalen Witterungsanalyse, wonach neben Sachsen-

Jährlicher Verlauf des Radialzuwachses (mm) auf ausgewählten Buchen- und Eichenflächen des Intensiven Monitorings





# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität

Anhalt vor allem Ostniedersachsen durch ein sehr großes und frühzeitiges Defizit bei der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode gekennzeichnet ist. Die übrigen Buchenflächen befinden sich in Hessen und Südniedersachsen, wo ein akuter Wassermangel bis in den Juni hinein durch das regelmäßige Auftreten ausreichend hoher Niederschläge verhindert wurde. Die Aufzeichnung der Bodenfeuchte auf der Buchenfläche im Hessischen Ried zeigt, dass die beginnende Austrocknung des Bodens durch lang anhaltende Niederschläge oder Starkregenereignisse bis in den Juli hinein immer wieder unterbrochen wurde. Die Niederschläge bewirkten sogar bis 1 m Bodentiefe eine temporäre Wiederbefeuchtung (Abb. unten). Das bis Anfang Juli kaum begrenzte Bodenwasserangebot sorgte in Verbindung mit den hohen Temperaturen und einem frühen Blattaustrieb für die bis zu diesem Zeitpunkt vergleichsweise starken Radialzuwächse auf dieser Fläche.

Der Radialzuwachs der beiden **Eichenflächen** unterscheidet sich deutlich im Niveau. Gründe für das deutlich schwächere Wachstum der Eichen auf der Fläche Löss sind vermutlich das mit 209 Jahren viel höhere Bestandesalter sowie der geringere Standraum der Bäume. Auf die 2018 herrschen-

den Wachstumsverhältnisse mit hohen Temperaturen und einem zu Beginn der Vegetationsperiode gut gefüllten Bodenwasserspeicher reagierten beide Bestände mit früh einsetzendem Zuwachs Mitte April und mit höheren Zuwächsen als 2017. Ab Juli (Löss) bzw. August (Ehrhorn) entspricht der Radialzuwachs etwa dem Niveau des Vorjahres. Beide Eichenflächen liegen im vergleichsweise stark von der warm-trockenen Witterung betroffenen östlichen Teil Niedersachsens.

## Trockenstresssymptome 2018

Die Ergebnisse der Waldzustandserhebung (WZE) in Niedersachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein, die im Juli/August erhoben wurden, zeigen für 2018 – ausgelöst durch die extrem trocken-heiße Witterung ab April – einige Besonderheiten. Die Laubbäume haben mit eingerollten Blättern, einer früh einsetzenden Herbstverfärbung und vorzeitigem Blattabfall reagiert. Bei der Kiefer fiel auf, dass ältere Nadeln z. T. bereits braun verfärbt waren. Bei der Fichte wurden keine Auffälligkeiten in der Benadelung festgestellt.

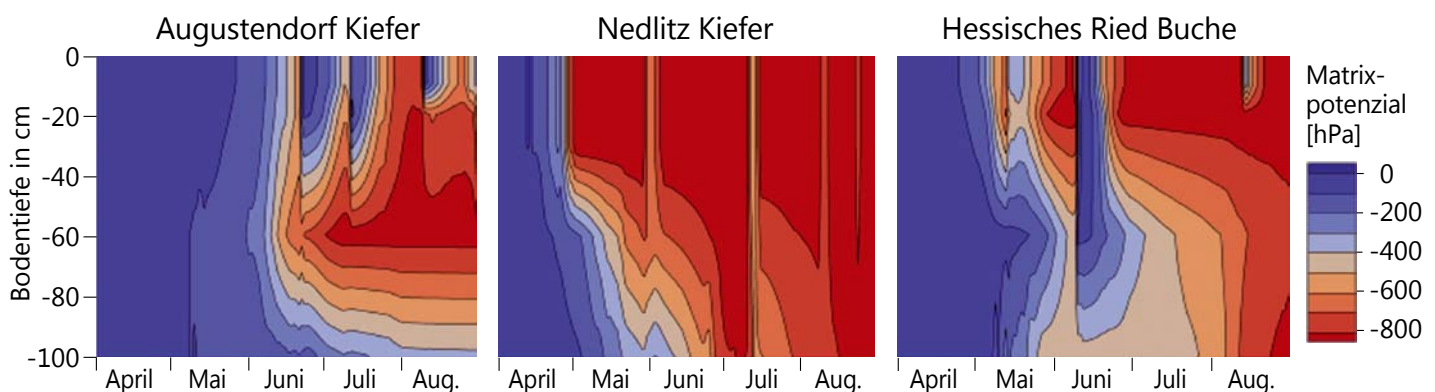
Das so genannte Blattrollen, bei dem die Blattspreite an der Blattachse nach oben gebogen ist und einen Verdunstungsschutz darstellt, ist im Erhebungszeitraum der WZE seit 1984 vor allem bei der Buche aufgetreten. 2018 wurden gerollte Blätter an vielen Laubbaumarten festgestellt (Abb. Seite 27). In allen vier Ländern war das Blattrollen bei der Buche am häufigsten, gefolgt von der Gruppe der anderen Laubbäume, zu denen z. B. Birke, Linde, Hainbuche, Esche, Erle und Ahorn gehören. Bei der Eiche sind gerollte Blätter in den Vorjahren nur selten beobachtet worden, 2018 dagegen an 1 % (Schleswig-Holstein) bis 35 % (Hessen) der Eichen.

Während in Jahren mit durchschnittlichem Witterungsverlauf die Herbstverfärbung und der Blattabfall im September/Oktober einsetzen, wurden 2018 bereits in der Erhebungsphase der Waldzustandserhebung (Mitte Juli-Mitte August) Verfärbungen an Blättern und Kiefernadeln sowie bei den Laubbäumen zusätzlich vorzeitiger Blattabfall dokumentiert. Auch mit diesen Reaktionen auf den Witterungsverlauf schützen sich die Bäume vor Austrocknung durch hohe Wasserverluste mit der Transpiration. Allerdings ist mit der früh einsetzenden Herbstverfärbung eine Verkürzung des Assimilationszeitraums verbunden. Das Wachstum, der Aufbau von Reservestoffen und die Anlage von Knospen zum



Foto: J. Evers

Entwicklung der Bodenfeuchte zwischen April und August 2018 bis in 1 m Bodentiefe auf ausgewählten Flächen des Intensiven Monitorings



Rote Farben zeigen die Austrocknung verschiedener Bodentiefen an. Niederschläge bewirken Befeuchtungen (blaue Farben).

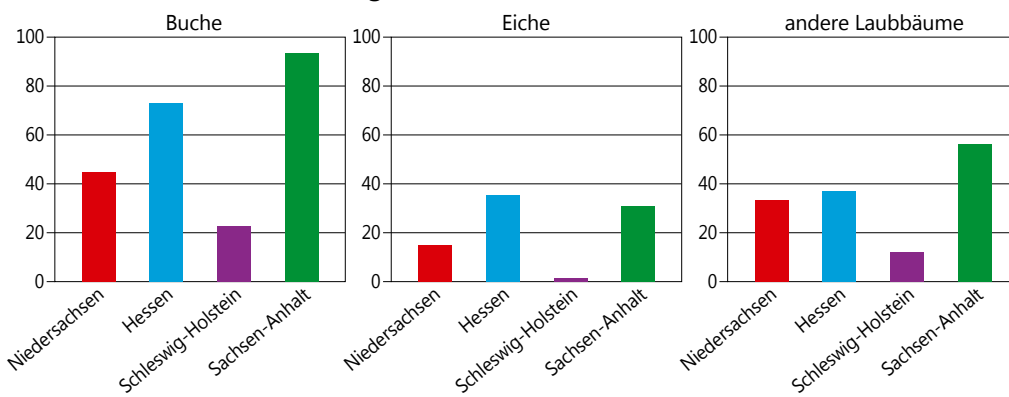


# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität



Foto: J. Weymar

Anteil der Bäume mit eingerollten Blättern in %

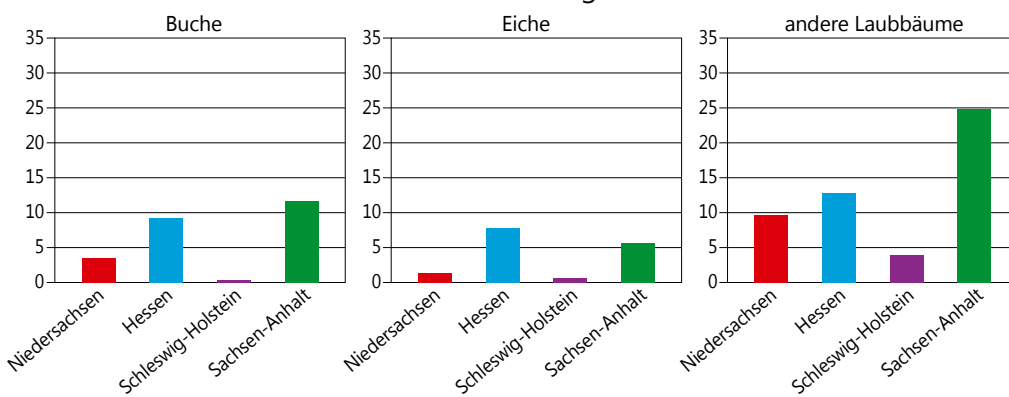


Austrieb im nächsten Jahr waren dadurch 2018 nicht im optimalen Umfang möglich. Die frühe Herbstverfärbung und vorzeitiger Blattabfall sind bei den anderen Laubbäumen häufiger als bei Buche und Eiche aufgetreten (Abb. links). In Schleswig-Holstein wurde kein vorzeitiger Blattabfall festgestellt.

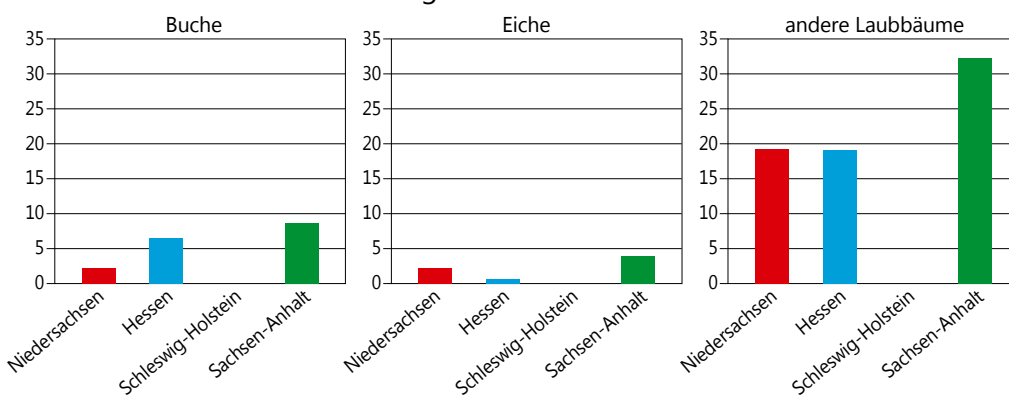
Neben dem vorzeitigen Abfall brauner Blätter fielen in Hessen und Sachsen-Anhalt an 30 % und in Niedersachsen an 20 % der WZE-Punkte mit Laubholz (mindestens 6 Laubbäume am WZE-Punkt) auch grüne Blätter (meist Hainbuche und Bergahorn, aber auch Buche) ab. Die Rückverlagerung wichtiger Nährstoffe aus dem Blatt konnte bei den betroffenen Bäumen vor dem Laubfall nicht mehr vollständig stattfinden.

In allen vier Ländern war ein Teil der Kiefernadeln verfärbt. Der Anteil an Kiefern mit braunen Nadeln war in Hessen am höchsten (Abb. unten).

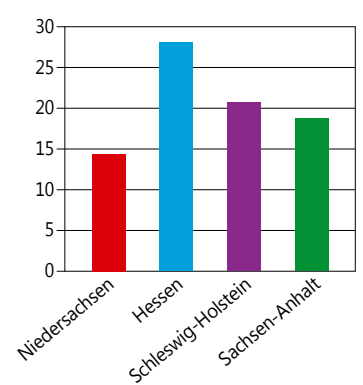
Anteil der Bäume mit früher Herbstfärbung in %



Anteil der Bäume mit vorzeitigem Blattabfall in %



Anteil Kiefern mit braunen Nadeln in %



# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität

Für Buche, Eiche, Fichte und Kiefer reichte offenbar die Wasserversorgung bis in den August aus, um die Belaubungsdichte weitgehend aufrecht zu erhalten. Die mittlere Kronenverlichtung ist für diese Baumarten im Vergleich zum Vorjahr nicht länderübergreifend angestiegen. In allen vier Ländern hat jedoch die Kronenverlichtung der anderen Laubbäume 2018 signifikant zugenommen (Abb. unten). In Hessen und Sachsen-Anhalt wurde 2018 für die Gruppe der anderen Laubbäume der Höchstwert der mittleren Kronenverlichtung im Zeitraum der Waldzustandserhebung erreicht. In Niedersachsen war der Verlichtungsgrad der anderen Laubbäume nur 1992 und in Schleswig-Holstein nur 2004 höher als 2018.

Die Ergebnisse der WZE spiegeln die Witterungssituation 2018 deutlich wider. In Sachsen-Anhalt, wo die Trockenheit 2018 am stärksten ausfiel, sind auch die Trockenstressreaktionen der Laubbäume häufiger. Niedersachsen und Hessen nehmen eine Mittelstellung ein, die geringsten Effekte treten in Schleswig-Holstein auf. Die Gruppe der anderen Laubbäume reagierte auf den Extremsommer stärker als Buche, Eiche, Fichte und Kiefer.

Andere Laubbäume (alle Alter)  
mittlere Kronenverlichtung in %

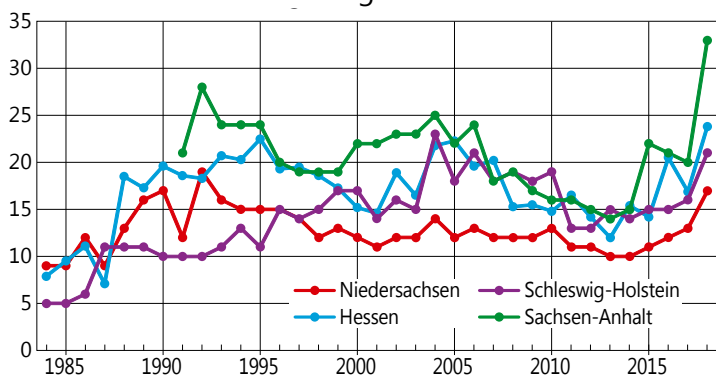


Foto: J. Weymar

## Waldbrand

Die Waldbrandgefährdung ist in den vier Trägerländern der NW-FVA durch die Waldstruktur sehr unterschiedlich. Während in Hessen und Schleswig-Holstein Laubwälder mit geringem Waldbrandrisiko überwiegen, sind Niedersachsen und Sachsen-Anhalt großflächig mit Kiefernbeständen auf Sandböden bewaldet, für die ein deutlich höheres Waldbrandrisiko besteht. Im Jahr 2018 war das Waldbrandrisiko durch die lang anhaltende Dürre und auch durch das Sturmholz jedoch in allen vier Ländern überdurchschnittlich hoch.

In Sachsen-Anhalt brannte es im Wald 2018 häufiger als in den vorangegangenen acht Jahren. Die Waldbrandstatistik verzeichnet in diesem Jahr bis zum 1. 10. 2018 bereits 162 Waldbrände mit einer Gesamtfläche von 122 Hektar. Der in diesem Jahr größte Waldbrand in Sachsen-Anhalt entstand im Landkreis Wittenberg am 3. Juli 2018 durch einen Feldbrand, der auf den angrenzenden Wald übergriff.

Anzahl und Fläche der Waldbrände 2010-2018 in Sachsen-Anhalt

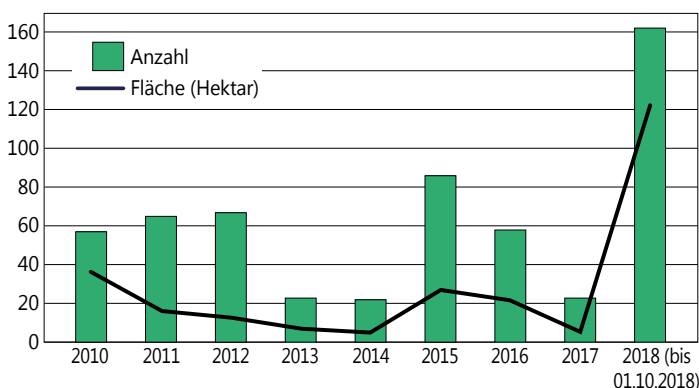


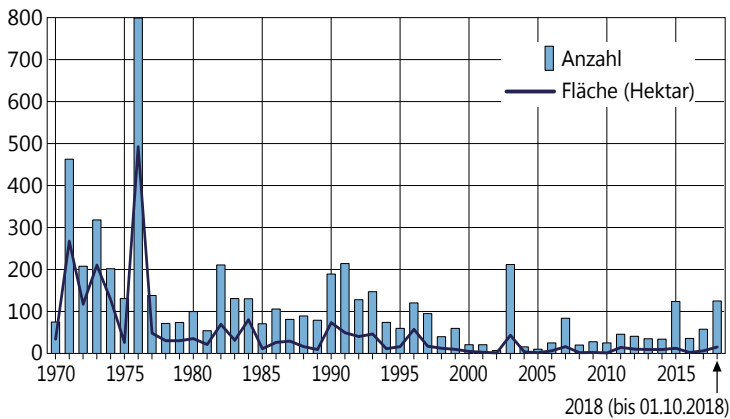
Foto: T. Ullrich



# Auswirkungen der Trockenheit 2018 auf Wachstum und Vitalität

In Hessen hat es in den 1970er Jahren besonders häufig im Wald gebrannt. Die meisten Brände (492) mit einer Gesamtfläche von 800 Hektar gab es im Trockenjahr 1976. Seit den 1980er Jahren sind sowohl Anzahl als auch Flächengröße von Waldbränden stark zurückgegangen. 1982, 1991, 1992 und das Trockenjahr 2003 fallen durch erhöhte Waldbrandzahlen auf, erreichen aber bei weitem nicht das Niveau der 1970er Jahre. Während es im Zeitraum 2010-2017 im Mittel 50 Waldbrände pro Jahr gab, waren es 2018 (bis zum 1.10.2018) bereits 125 Brände.

Anzahl und Fläche der Waldbrände 1970-2018 in Hessen



Für Niedersachsen und Schleswig-Holstein liegen für 2018 noch keine Zahlen zur Waldbrandsituation vor.

Obwohl mit dem Klimawandel auch die Waldbrandgefährdung in den letzten Jahrzehnten angestiegen ist, zeigen die Waldbrandzahlen und insbesondere die Flächengröße in den letzten 20 Jahren eine abnehmende Tendenz. Dies ist vor allem ein Erfolg der verbesserten Waldbrandüberwachungssysteme, mit deren Hilfe Waldbrände schneller entdeckt und gelöscht werden können. Auch der Ausbau des Wegenetzes, zusätzliche Löschwassereinsatzstellen und die gezielte Ausstattung und Ausbildung der Feuerwehren haben zur Verminderung der Waldbrandzahlen beigetragen.



Foto: Landesforstbetrieb Sachsen-Anhalt



Foto: J. Weymar

## Fazit

Die lang anhaltende Trockenperiode 2018 ist als außergewöhnliche Dürre einzuordnen. Sie betraf alle Trägerländer der NW-FVA und ist in ihrer Ausprägung mit dem Ereignis von 1976 vergleichbar, wobei in Sachsen-Anhalt die diesjährige Trockenheit sogar noch extremer war als im Jahr 1976. Aufgrund der gut gefüllten Bodenwasserspeicher zu Beginn der Vegetationszeit 2018 waren die Folgen der Trockenheit erst relativ spät im Verlauf des Jahres zu beobachten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich Wirkungen der Trockenheit erst in nachfolgenden Jahren zeigen. Ähnliches gilt für die Fichte mit Blick auf die wärmebegünstigte Entwicklung der Borkenkäfer. Besonderes Augenmerk ist auf die Entwicklung der Anzahl absterbender Bäume in Folge des Witterungsverlaufes 2018 zu legen.

Die bezüglich ihres Stammzuwachses untersuchten Kiefern- und Fichtenbestände reagierten stärker auf die ab Frühjahr 2018 herrschende Witterung als Buchen und Eichen. Dies zeigt sich besonders gut an den Standorten Solling und Fürth im Odenwald, wo Fichten- und Buchenbestände in unmittelbarer Nachbarschaft bei nahezu identischen Standortbedingungen untersucht werden, sowie im Hess. Ried, mit dem Baumartenvergleich Buche - Kiefer. Der Zuwachs der Fichten und Kiefern lag in allen untersuchten Beständen bis Ende August deutlich unter dem der letzten Jahre, während der Radialzuwachs der Buchen lediglich auf der Fläche Lüss deutlich geringer war als in den Vorjahren. Die übrigen Buchenflächen verzeichneten dagegen normale bis hohe Zuwächse und auch bei den beiden Eichenbeständen entsprach das Dickenwachstum dem Niveau des Vorjahres.

Auf die Wärme im Frühjahr bei überwiegend noch gefülltem Bodenwasserspeicher haben die Bäume mit einem frühen Laubaustrieb reagiert. Für Buche, Eiche und Fichte sind bis in den August hinein keine gravierenden Trockenstresssymptome beobachtet worden. Bei der Kiefer sind dagegen bereits ab Juli braune Nadeln aufgetreten. Für die anderen Laubbäume waren die Auswirkungen der lang anhaltenden Trockenheit in allen vier Trägerländern der NW-FVA am stärksten, in Sachsen-Anhalt waren die Folgen des Wassermangels am auffälligsten, in Schleswig-Holstein am geringsten.

Die Waldbrandzahlen stiegen 2018 in Sachsen-Anhalt und Hessen an.