

12. Klimafolgenmonitoring: Auswirkungen der extremen Witterung 2018 und 2019 auf die Wald- bestände an forstlichen Bodendauerbeobachtungs- flächen in Niedersachsen

MARKUS WAGNER, JOHANNES SUTMÖLLER,
BIRTE SCHELER, JOHANNES EICHHORN,
HENNING MEESENBURG, INGE DAMMANN &
UWE PAAR

12.1. Einführung

Der Wald in Niedersachsen leidet an den Folgen der außergewöhnlichen Trockenheit der Jahre 2018 und 2019. Infolge der sichtbaren Schäden wird der Waldzustand im Kontext der Klimaerwärmung auch in der breiten Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Nach dem Waldsterben der Achtzigerjahre werden die aktuellen Schäden bereits als „Waldsterben 2.0“ bezeichnet und im Vergleich zum damaligen Waldsterben als viel dramatischer eingestuft. Dieser Beitrag beschreibt anhand der Indikatoren Bodenfeuchte und Baumwachstum die Auswirkungen der extremen Witterung 2018 und 2019 auf forstlich genutzten Bodendauerbeobachtungsflächen in Niedersachsen (BDF-F, HÖPER & MEESENBURG 2012). Besonderheiten beider Jahre haben maßgeblich zu den heutigen Störungen in den Wäldern geführt (SUTMÖLLER et al. 2019a, 2019b).

Für eine genauere Einordnung der Witterung der Jahre 2018 und 2019 wird diese mit dem langjährigen Klima verglichen. Dabei steht neben Temperatur, Niederschlag und Verdunstung insbesondere der Bodenwasserspeicher im Fokus der Betrachtungen. Der Beginn des Laubaustriebs kennzeichnet in Wäldern den Beginn der Vegetationszeit. Blätter treiben aus, Zweige entwickeln sich, Photosynthese und Atmungsvorgänge setzen ein. Auch bei Nadelbäumen werden physiologische Abläufe verstärkt. Es ist eine Phase, in der neben Wärme und Licht auch viel Wasser aus dem Boden benötigt wird. Bäume nutzen nicht nur das Wasser aus aktuellen Niederschlägen. Vielmehr haben die Niederschläge des Winterhalbjahres eine

große Bedeutung, da sie im Normalfall im Boden einen Wasservorrat für die nachfolgende Vegetationszeit sichern.

Von besonderer Bedeutung für die Vitalität der Bäume sind extreme Witterungsereignisse wie lang anhaltende Trockenperioden oder Stürme. Neben Wachstumsveränderungen reichen dabei die Reaktionen der Bäume von Kronenverlichtung, Blattverfärbung, Blatteinrollen, Kleinblättrigkeit und Fruchtbildung bis hin zum Absterben. Gleichzeitig steigt die Anfälligkeit gegenüber Pilzen und Insekten, und das Risiko für strukturelle Störungen der Wälder nimmt zu.

12.2. Material und Methoden

Die forstliche Vegetationszeit umfasst üblicherweise die Monate Mai bis September. Da 2018 und 2019 der Blatt- und Nadelaustrieb bereits Anfang April erfolgte, wurde für diese Auswertung der April in die Vegetationszeit einbezogen. Dementsprechend beinhaltet die Nichtvegetationszeit die Monate von Oktober des Vorjahres bis März.

Zur flächenhaften Abschätzung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers zu Beginn der Vegetationszeit wurde die Klimatische Wasserbilanz (KWB) für die Nichtvegetationszeit berechnet. Die KWB kennzeichnet den Überschuss oder das Defizit des gefallenen Niederschlags gegenüber der potenziellen Verdunstung. Die potenzielle Verdunstung wurde nach FAO (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) für eine einheitliche Grasbedeckung berechnet, die für die Nichtvegetationszeit aufgrund der höheren Interzeptionsverdunstung von Wäldern mit einem Aufschlag von 50 mm versehen wurde. Dieser Aufschlag wurde anhand von Wasserhaushaltssimulationen für BDF-F abgeschätzt.

Das pflanzenverfügbare Bodenwasserangebot zu Beginn der Vegetationszeit leitet sich aus der KWB der Nichtvegetationszeit und der nutzbaren Feldkapazität des effektiven Wurzelraums (nFK WRe) ab. Der pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicher wird als vollständig aufgefüllt angenommen, wenn die KWB in der Nichtvegetationszeit größer als die nFK WRe ist. In diesem Fall entspricht das pflanzenverfügbare Bodenwasser der nFK WRe, ansonsten dem Wert der KWB in der Nichtvegetationszeit. Dabei wird die Annahme getroffen, dass der gesamte Be-

standesniederschlag in den Waldboden infiltriert und den Bodenwasserspeicher auffüllt, was für die meisten nicht stark geneigten Waldböden zutrifft (AHRENDTS et al. 2018). Als Berechnungsgrundlage für die flächenhafte Ermittlung der nFK WRe wird die Bodenübersichtskarte im Maßstab 1 : 1.000.000 (BGR 2007) herangezogen. Aufgrund des kleinen Maßstabs der Bodenkarte eignen sich die Ergebnisse nur für eine großräumige Abschätzung des Bodenfeuchtezustandes zu Beginn der Vegetationszeit.

Anhand von Messungen der Bodenfeuchte wird exemplarisch für drei BDF-F die Entwicklung der Bodenwasserverfügbarkeit von Januar 2018 bis Oktober 2019 und deren unmittelbare Wirkung auf das Baumwachstum betrachtet. Je nach Datenverfügbarkeit wird dabei der Bodenwassergehalt (FORUMV-AG 2016) als relativer Anteil an der nFK für die oberen 40 bzw. 60 cm der Böden dargestellt. Die Größenordnung der nFK variiert aufgrund der Bodenverhältnisse zwischen den Standorten. Auf BDF-F F021AUKI werden aufgrund des hohen Sandanteils, bezogen auf 1 m Profiltiefe, nur 101 mm erreicht, auf den BDF-F im Solling infolge höherer Schluff- und Lehmgehalte dagegen 141 (F006SLB1) bzw. 148 mm (F007SLF1).

Für sieben BDF-F wird das aus bis zu sechs repräsentativ ausgewählten Bäumen der Hauptbaumarten ermittelte mittlere Durchmesserwachstum der Jahre 2018 und 2019 dem der Vorjahre gegenübergestellt. Die Messung erfolgte in 1,3 m Höhe und wird als Radialzuwachs in Millimetern (mm) angegeben. Die Ergebnisse liegen entweder als zeitlich hoch aufgelöste Dendrometerdaten oder als 14tägige Beobachtungen an Dauerumfangmessbändern vor (FORUMV-AG 2016).

12.3. Ergebnisse

12.3.1. Bodenfeuchte zu Beginn der Vegetationszeit

Die Auswirkungen von Trockenperioden auf das Wachstum der Bäume hängen maßgeblich von der Wasserversorgung zu Beginn und während der Vegetationszeit ab (FRIEDRICHS et al. 2009). Je früher der Trockenstress während der Vegetationszeit auftritt, desto stärker wirkt er sich schädigend auf die Wurzeln und die Vitalität der Bäume aus (RASPE, GRIMMEISEN & SCHULTZE 2004). In der Nichtvegetationszeit 2017/2018 wurden die meisten Waldböden ausreichend mit Niederschlagswasser aufgefüllt (Abb. 12.1, links). Im Gegensatz dazu war zu Beginn der Vegetationszeit 2019 (Abb. 12.1, rechts) der pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicher von knapp 30 % der Waldböden in Niedersachsen nicht vollständig aufgefüllt. Regionale Schwerpunkte lagen im mittleren und östlichen Niedersachsen, wo jedoch überwiegend mehr als 50 % der nFK WRe erreicht wurden. Nur wenige Standorte (<2 %) wiesen einen pflanzenverfügbaren Bodenwasserspeicher von weniger als 50 % der nFK WRe auf.

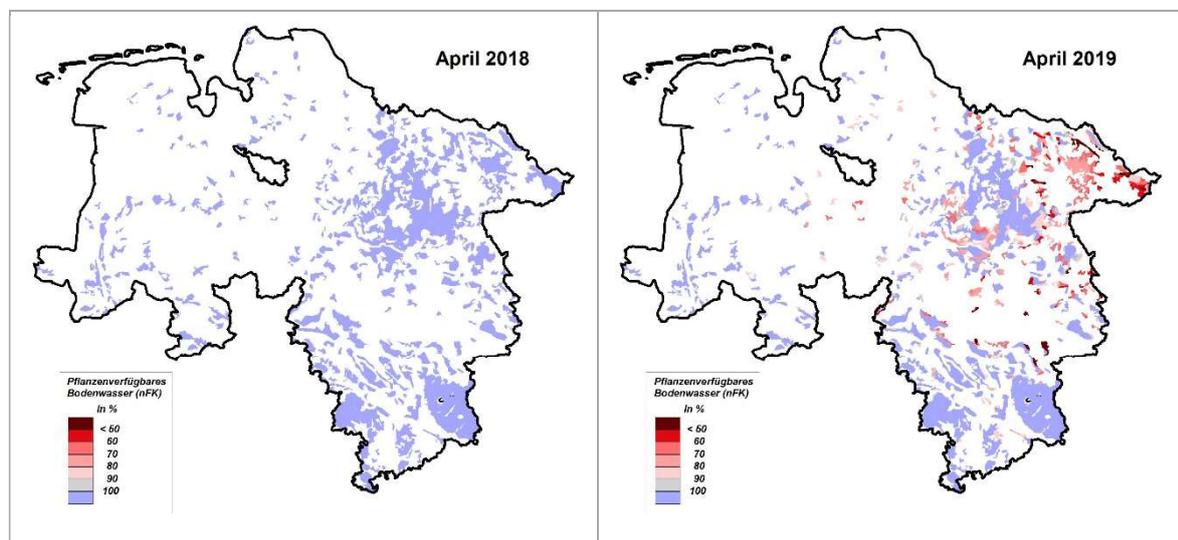


Abb. 12.1: Pflanzenverfügbares Bodenwasser (in % der nFK WRe) zu Beginn der Vegetationszeit (1. April) in Niedersachsen für die Jahre 2018 (links) und 2019 (rechts).

12.3.2. Räumliche Muster der Klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationszeit

In der Vegetationszeit wird die Wasserverfügbarkeit für Bäume wesentlich durch das Verhältnis zwischen Niederschlag und Verdunstung, d. h. die Klimatische Wasserbilanz (KWB), bestimmt.

Die KWB weist für die Monate April bis einschließlich August im Mittel der Referenzperiode 1961–1990 ein Wasserdefizit von rund 60 mm im Flächenmittel Niedersachsens auf. Während der außergewöhnlichen Trockenperiode 2018 lag das Defizit dagegen bei knapp

400 mm (Abb. 12.2, links). Da der pflanzenverfügbare Bodenwasserspeicher zu Beginn der Vegetationszeit 2018 gut gefüllt war, konnten die Bäume ihren Wasserbedarf trotz der außergewöhnlichen Trockenheit bis in den Juli hinein weitgehend aus dem Bodenwasserspeicher decken (WAGNER et al. 2019). 2019 war das Wasserdefizit der KWB mit 280 mm erheblich geringer als 2018 (Abb. 12.2, rechts), dennoch litten die Wälder in Niedersachsen 2019 aufgrund des regional nur unzureichend aufgefüllten Bodenwasserspeichers bereits frühzeitig unter Vitalitätseinbußen und Trocknisschäden (EICHORN et al. 2019).

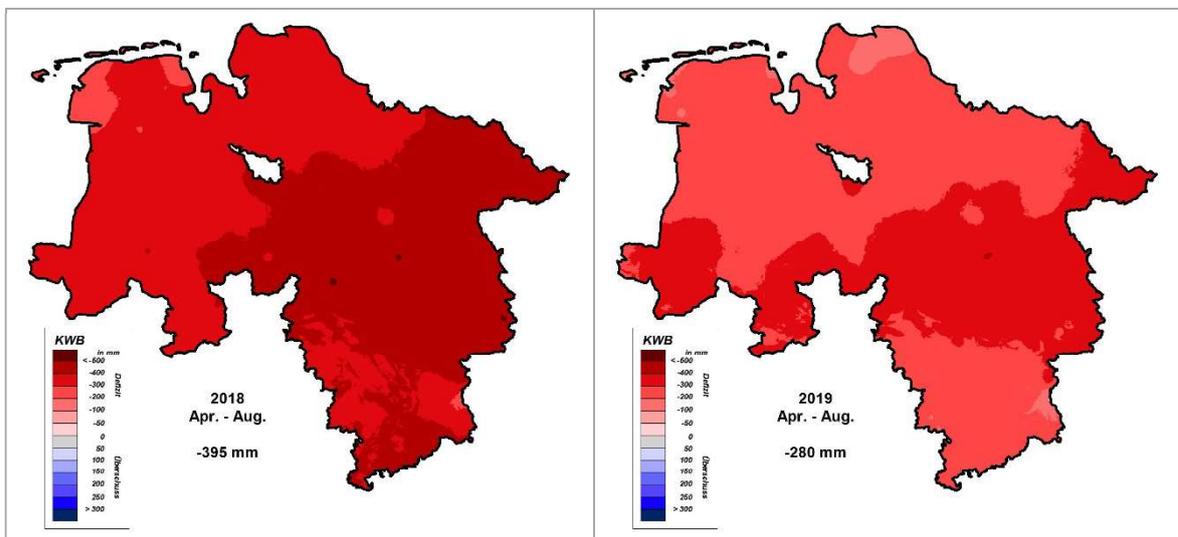


Abb. 12.2: Klimatische Wasserbilanz (KWB) für die Monate April bis August in Niedersachsen für die Jahre 2018 (links) und 2019 (rechts).

Die KWB wies in der Vegetationszeit beider Jahre ein ähnliches räumliches Muster auf. Besonders stark negative Werte wurden im östlichen und südlichen Niedersachsen erreicht. Dabei betrug das Defizit in diesen Gebieten im Jahr 2018 vielfach mehr als 400 mm, während 2019 die Werte für die KWB zwischen -300 und -400 mm lagen. Im nordwestlichen Niedersachsen war das Defizit der KWB dagegen deutlich geringer.

12.3.3. Wachstum und Bodenfeuchte auf forstlich genutzten Bodendauerbeobachtungsflächen

Ein wesentliches Merkmal der Vitalität von Bäumen ist deren Wachstum. Die Wirkung der Witterung auf den Zuwachs der Bäume lässt sich besonders gut aus der Bodenfeuchte ableiten, da Bäume ihren Wasserbedarf mittels ihres Wurzelsystems aus dem im Boden gespeicherten Wasser decken.

Während zu Beginn der Vegetationszeit Anfang April 2018 auf den drei hier exemplarisch betrachteten BDF-F die Bodenwasserspeicher mit über 90 % fast vollständig aufgefüllt waren, stellt sich zu Beginn der Vegetationszeit 2019 die Situation sehr unterschiedlich dar (Abb. 12.3). Auf F021AUKI wurde mit über 85 % der Bodenwasserspeicher bis 60 cm Bodentiefe erneut in hohem Maße aufgefüllt. Im Solling wurden auf F007SLF1 hingegen bis 60 cm Bodentiefe nur rund 68 % der nFK und auf F006SLB1 bis 40 cm Bodentiefe sogar nur 61 % erreicht.

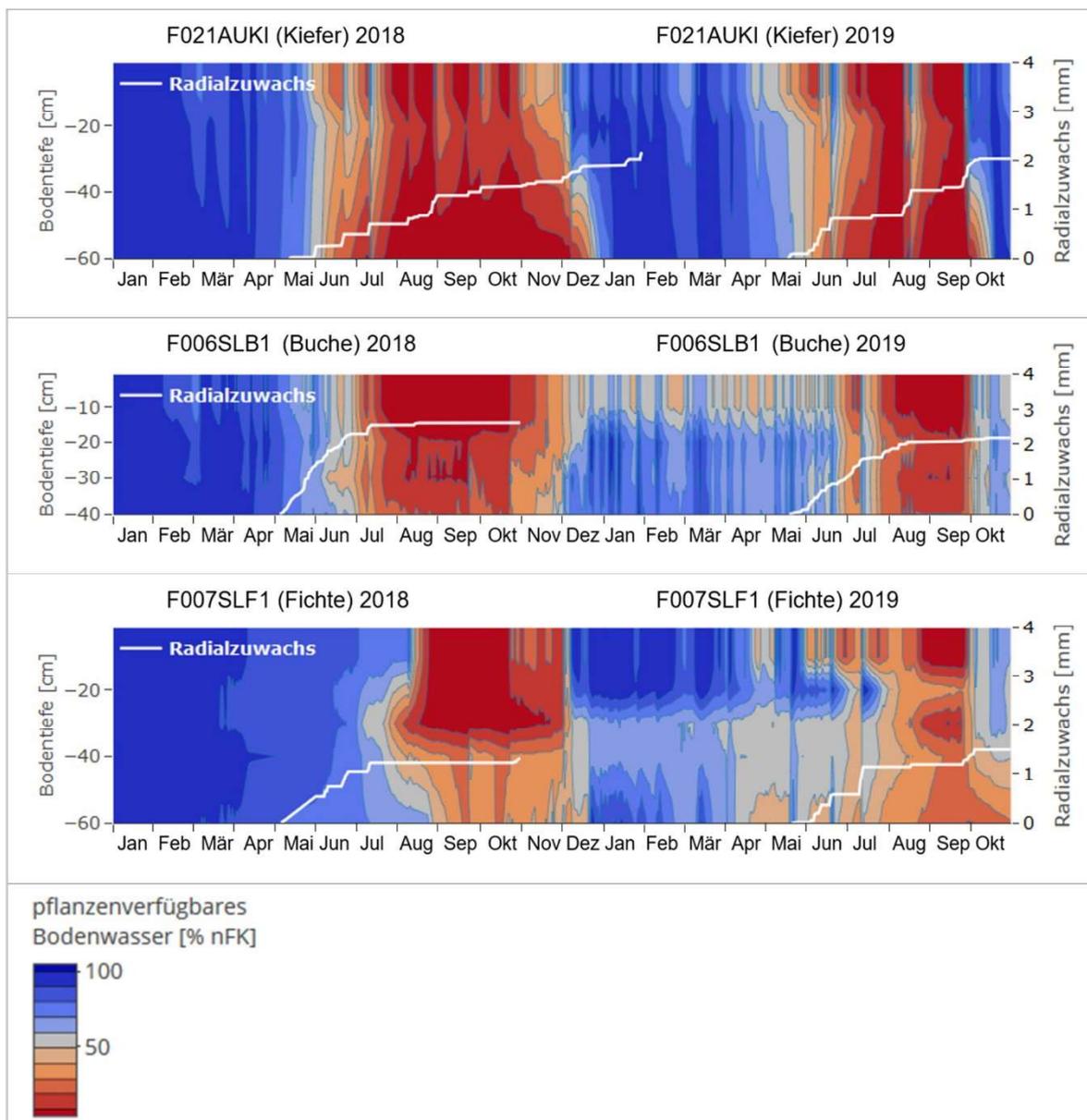


Abb. 12.3: Entwicklung der Bodenfeuchte und des mittleren Radialzuwachses ausgewählter Bäume der Hauptbaumart zwischen Januar 2018 und Oktober 2019 auf drei BDF-F.

Die beobachteten Bodenfeuchten an diesen Standorten bestätigen das regionale Muster der Bodenwasserverfügbarkeit (nFK WRe in Abb. 12.1), wonach im Süden und Osten Niedersachsens die Winterniederschläge 2018/2019 nicht ausreichten, um die infolge der extremen Witterung 2018 entstandene starke und lang anhaltende Bodenaustrocknung kompensieren zu können. Obwohl die Witterung in der Vegetationszeit 2019 deutlich weniger extrem verlief als im Vergleichszeitraum des Vorjahres, führte die vielerorts unzureichende Wiederbefeuchtung der Böden zu einer ähnlich frühen und intensiven, wenn auch nicht so lang anhaltenden Austrocknung.

Fichte

Das Radialwachstum der Fichten begann 2019 im Solling auf F007SLF1 und im Harz auf F023LBKA erst Anfang Juni, 2018 hingegen bereits einige Wochen früher (Abb. 12.4). Während das Wachstum der Fichten 2018 zunächst durch einen durchschnittlichen Verlauf gekennzeichnet war, stellten die Bestände trockenheitsbedingt ihr Wachstum im Hochsommer zeitig ein. Dies führte zum insgesamt niedrigsten Radialzuwachs der vergangenen sieben Jahre. 2019 war von Beginn an ein sehr geringer Zuwachs zu beobachten, bereits ab Mitte Juli kam dieser fast vollständig zum Erliegen. Trotz einer kurzzeitigen Wiederaufnahme des Wachstums Ende September ergab sich für die Fichten auf F007SLF1 bis Ende Oktober mit 1,5 mm ein ähnlich niedriges Zuwachsniveau wie im Vorjahr (1,3 mm), auf F023LBKA wurde mit einem mittleren Radialzuwachs von nur 0,8 mm die geringe Zuwachsleistung des Vorjahres (1,8 mm) sogar noch einmal drastisch unterschritten. Auch DIETRICH, RASPE & SCHUBERT (2004) stellten infolge der extremen Witterung im Sommer 2003 starke Einbußen im Durchmesserwachstum von Fichten fest. Nach dem Trockenjahr 1976 wurden sogar über mehrere Folgejahre hinweg starke Zuwachsrückgänge bei der Fichte beobachtet (UTSCHIG, BACHMANN & PRETZSCH 2004).

Kiefer

Der Radialzuwachs der Kiefer auf F021AUKI (Abb. 12.4) verlief 2018 infolge der raschen Bodenaustrocknung bereits frühzeitig deutlich unter dem der Vorjahre. Ende Oktober lag der Gesamtzuwachs mit nur 1,5 mm etwa 1 mm niedriger als 2017. 2019 wies die Kiefer von Beginn an wieder höhere Zuwächse auf als im Vorjahr. Die nahezu vollständige Auffüllung des Bodenwasserspeichers im Winter sowie kurze, aber intensive Niederschlagsereignisse im Juni und August und die intensive Wiederbefeuchtung des Bodens ab Oktober (Abb. 12.3) trugen hier dazu bei, dass die Kiefer bis Ende Oktober ein mit den Jahren vor 2018 vergleichbares Zuwachsniveau erreichte. Charakteristisch ist generell das auffällige Muster im Zuwachsverlauf mit längeren Wachstumspausen in Phasen intensiver Bodenaustrocknung, die durch direkte Zuwachsreaktionen nach stärkeren Niederschlagsereignissen abgelöst wurden. Der direkte Vergleich von Bodenfeuchte und Radialzuwachs (Abb. 12.3) bestätigt damit die Beobachtungen von ANDERS et al. (2004), wonach Kiefern auf Transpirationsstress bei Wasserknappheit unmittelbar mit einem Zuwachsstopp reagieren.

Hinsichtlich der trockenheitsbedingt geringen Zuwächse der Kiefer zwischen April und Oktober 2018 ist anzumerken, dass diese Zuwachsendefizite in den nachfolgenden Wintermonaten teilweise kompensiert werden können. Eine solche Verschiebung bzw. Ausdehnung der Zuwachsperiode bis in den Januar hinein wurde auch auf F021AUKI beobachtet. Mit 0,7 mm entfielen dabei 30 % des Jahreszuwachses 2018 auf die Monate November 2018 bis Januar 2019.

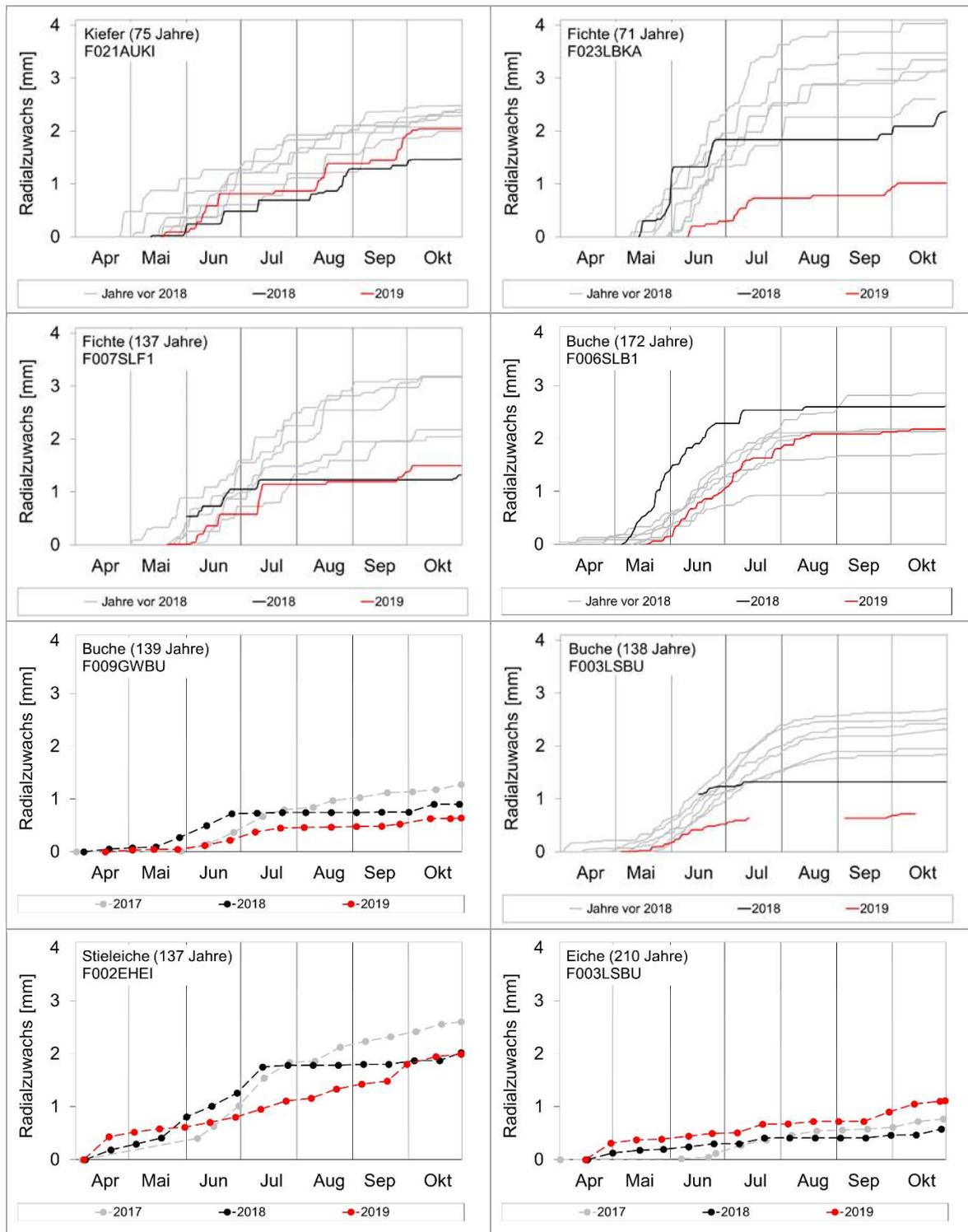


Abb. 12.4: Mittlerer jährlicher Verlauf des Radialzuwachses ausgewählter Bäume auf BDF-F 2018 und 2019 im Vergleich zum Vorjahr bzw. Vorjahren.

Buche

2018 verzeichnete die Buche auf F006SLB1 trotz der enormen Sommertrockenheit vergleichsweise hohe Zuwächse (Abb. 12.4). Ein nahezu vollständig aufgefüllter Bodenwasserspeicher in Kombination mit hohen Temperaturen führte insbesondere in der frühen Wachstumsperiode zu einem starken Radialzuwachs. Der ausgeprägten Trockenheit in späteren Monaten (Abb. 12.3) kam eine untergeordnete Bedeutung zu, da der Großteil des Radialwachstums der Buche üblicherweise in der ersten Hälfte der Vegetationsperiode erfolgt (BOURIAUD et al. 2004; SCHMITT, MÖLLER & ECKSTEIN 2002). Der Radialzuwachs 2019 entspricht etwa dem mittleren Wachstum der Vorjahre. Ein häufig beschriebenes, um ein Jahr verzögertes Einbrechen des Zuwachses der Buchen nach extremer Trockenheit (EICHHORN et al. 2008, WAGNER et al. 2016) ist somit auf der Fläche im Solling nicht zu finden. Zu beobachten ist dieser Effekt dagegen für die BDF-F F003LSBU und F009GWBW. Nachdem hier bereits 2018 die Zuwachsleistung hinter der der Vorjahre zurückblieb, fielen die Zuwächse 2019 noch einmal deutlich geringer aus als im Vorjahr. Ursachen für die sehr geringen Zuwächse auf F009GWBW könnten die Flachgründigkeit des dortigen Kalkstandortes und das damit verbundene Austrocknungsrisiko sowie der hohe Bestockungsgrad der Fläche sein. Auf F003LSBU könnten bei ebenfalls hohem Bestockungsgrad die hier vergleichsweise extremen Witterungsbedingungen eine mögliche Erklärung liefern. Der äußerste Osten Niedersachsens war besonders stark von der Trockenheit 2018 und 2019 betroffen. Auch eine vergleichsweise intensive Fruktifikation, wie sie für die Buchen auf F003LSBU sowohl 2018 als auch 2019 registriert wurde, könnte zu einer Verringerung des Radialzuwachses beigetragen haben.

Eiche

Der Radialzuwachs der beiden beobachteten BDF-F mit Eichen unterscheidet sich stark im Niveau (Abb. 12.4). Das deutlich schwächere Wachstum der Eichen auf F003LSBU ist durch das mit 210 Jahren wesentlich höhere Bestandesalter sowie eine höhere Bestandesdichte bedingt. Auf die 2018 herrschenden Witterungsverhältnisse mit hohen Temperaturen und einem zu Beginn der Vegetationsperiode gut gefüllten Bodenwasserspeicher reagierten beide Bestände mit früh einsetzendem Zuwachs ab

Mitte April und mit zunächst höheren Zuwächsen als 2017. Ab Juli (F003LSBU) bzw. August (F002EHEI) kam der Radialzuwachs dagegen trockenheitsbedingt fast vollständig zum Erliegen. Trotz einer späten Wiederaufnahme des Wachstums in der zweiten Oktoberhälfte lag der Gesamtzuwachs 2018 auf beiden Flächen unter dem des Vorjahres. Auf F002EHEI fiel der Radialzuwachs mit 2,0 mm um 0,6 mm geringer aus als 2017, auf F003LSBU reduzierte sich der Zuwachs geringfügig um 0,2 mm auf 0,6 mm. 2019 setzte der Zuwachs auf beiden Standorten erneut bereits im April ein und übertraf zunächst die Zuwachsleistungen der Vorjahre. Auf F003LSBU setzte sich dieser Prozess fort und resultierte mit 1,1 mm Ende Oktober in einem um 0,5 bzw. 0,3 mm höheren Zuwachs als in den Vorjahren. Auf F002EHEI war dagegen erneut ein deutlich geringerer Jahreszuwachs als 2017 zu beobachten, der Ende Oktober etwa das geringe Vorjahresniveau erreichte. Anders als 2018 erklärt sich dieser geringe Gesamtzuwachs jedoch nicht durch eine längere Phase der Zuwachsstagnation, sondern durch eine stetige, aber niedrige Zuwachsrate während der gesamten Vegetationszeit. Dieses Zuwachsverhalten resultiert aus einer unvollständigen Auffüllung des Bodenwasserspeichers zu Beginn der Vegetationszeit sowie regelmäßigen, der hochsommerlichen Bodenaustrocknung entgegenwirkenden Niederschlagsereignissen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Fichte besonders deutlich mit verringertem Zuwachs auf die extreme Witterung der Jahre 2018 und 2019 reagierte. Dabei ist auffällig, dass sich die Situation 2019 noch einmal verschärfte. Auch die Kiefer auf F021AUKI reagierte sehr unmittelbar mit Wachstumsunterbrechungen auf die Dürrephasen 2018. Allerdings setzte der Zuwachs nach Niederschlagsereignissen ebenso unvermittelt wieder ein und setzte sich bis in die Wintermonate fort. Durch diese Strategie fielen die Zuwachseinbußen gering aus. Die Buche zeigte in Abhängigkeit vom Standort ein unterschiedliches Verhalten. Im Solling ermöglichten hohe Temperaturen, gepaart mit einem hohen Wasserspeichervermögen des Bodens und einer für Buchen (F006SLB1) typischen fröhsommerlichen Hauptwachstumsphase, normale bis hohe Zuwächse. Auf flachgründigen Standorten (F009GWBW) oder bei starker Fruktifikation (F003LSBU) war 2018 hingegen ein verringertes Wachstum zu beobachten, was sich 2019

noch einmal verschärfte. Auch bei den Eichenstandorten waren teilweise unterschiedliche Reaktionen zu beobachten. Die besonders extremen Bedingungen im Hoch- und Spätsommer 2018 führten generell zu einer langen Zuwachsstagnation und sehr geringen Jahreszuwächsen. 2019 fiel der Zuwachs hingegen auf F003LSBU höher aus als in den Vorjahren, während auf F002EHEI der Jahreszuwachs infolge der unvollständigen Auffüllung des Bodenspeichers auf dem niedrigen Vorjahresniveau verharrte.

12.3.4. Einordnung der Befunde zum Baumwachstum an BDF-F hinsichtlich des Zustands der Wälder in Niedersachsen

Die Analyse der Zuwachsreaktionen während der Trockenjahre 2018 und 2019 ist aufgrund des geringen Stichprobenumfangs nicht repräsentativ für die Wälder in Niedersachsen, zeigt jedoch exemplarisch die Reaktionsmuster des Wachstums auf ausgedehnte Trockenperioden. Die im Untersuchungszeitraum beobachtete Häufung von Sturmereignissen mit Windwurf und Feinwurzelabrissen (MEINING, SCHRÖTER & VON WILPERT 2002) sowie die Zunahme von Schädlingsbefall als Folge dieser Witterungsereignisse könnte die Vitalität und damit das Wachstum der Bäume zusätzlich beeinträchtigt haben.

Der Sturm „Friederike“ am 18. Januar 2018 war der Höhepunkt einer besonders intensiven Sturmserie. In Niedersachsen richtete er erhebliche Schäden in den Wäldern an. Darüber hinaus waren die durch den Sturm geworfenen Fichten Ausgangspunkt für eine Massenvermehrung der Borkenkäfer, die in den Fichtenbeständen zu einem seit Jahrzehnten nicht beobachteten Ausmaß an Schäden führte. Im März 2019 zogen mehrere Sturmtiefs über Nordwestdeutschland hinweg, u. a. „Bennet“ und „Eberhard“. Bei Sturm „Eberhard“ lag der Schwerpunkt im Süden Niedersachsens. Die Sturmserie im März 2019 brachte Sturmholzmengen, die nicht so stark ausfielen wie 2018, aber die Borkenkäferproblematik weiter verschärften.

Bei der jährlich im Juli/August stattfindenden niedersächsischen Waldzustandserhebung werden auf Basis eines flächenrepräsentativen Rasters eine Vielzahl von Vitalitätsmerkmalen der Bäume erfasst (EICHHORN, DAMMAN & PAAR

2019). Unter anderem lässt sich dabei auch die von strukturellen Störungen betroffene Waldfläche ableiten. Sie ergibt sich aus der Absterberate (stehende Probestämme mit 100 % Kronenverlichtung) und der Ausfallrate (bereits umgefallene und entnommene Probestämme). Im langjährigen Mittel (1985–2019) liegt die Absterberate bei einem Flächenanteil von 0,2 %, die Ausfallrate bei 0,7 %. In den Extremjahren 2018 und 2019 wurde dieses Niveau deutlich übertroffen. Der hohe Flächenanteil 2018 lässt sich dabei fast ausschließlich auf die Ausfallrate (4,7 %) zurückführen und wird maßgeblich durch Sturmwurf und die beginnende Entnahme der Fichten nach Borkenkäferbefall bestimmt. Die Absterberate beträgt 2018 nur 0,1 %. 2019 geht der hohe strukturell gestörte Flächenanteil auch auf einen erheblichen Flächenanteil der Absterberate (1,4 %) zurück, welcher vor allem auf die durch Trockenstress und Insektenbefall abgestorbenen Bäume zurückzuführen ist. Auch 2019 wird der erhöhte Anteil an ausgefallenen Bäumen (2,1 %) maßgeblich von der Fichte bestimmt. Die Absterberate der Buche war bis 2018 bemerkenswert niedrig. 2019 erreicht sie mit 0,5 % das Zehnfache des langjährigen Mittels.

Hinsichtlich der Ausfallrate ist unter den BDF-F F007SLF1 im Solling extrem betroffen. Aufgrund eines massiven Borkenkäferbefalls und der umgehenden Entnahme befallener Bäume im Zuge der Borkenkäferbekämpfung mussten allein zwischen Februar und November 2019 auf der einen Hektar großen Monitoringfläche 84 Fichten entnommen werden. Dies entspricht einer Ausfallrate von über 30 %.

12.4. Fazit

2018 und 2019 waren durch extreme Witterungsbedingungen geprägt. Ein maßgeblicher, sich gegenseitig verstärkender Einfluss auf die Wälder ging von einer Abfolge von Stürmen, Dürrephasen sowie Borkenkäferbefall aus.

Im Jahr 2018 waren die Böden zu Beginn der Vegetationszeit (Wachstumsphase) besser mit Wasser gefüllt als 2019. Insbesondere in der Vegetationszeit 2018 trat ein extremes Defizit im Verhältnis von Niederschlag und Verdunstung auf. Dieses fiel 2019 etwas geringer aus. Besonders ungünstige Werte wurden in beiden Jahren für das östliche und südliche Niedersachsen ermittelt.

An den niedersächsischen BDF-F reagierten alle Hauptbaumarten mit verringerten Zuwächsen auf die extreme Witterung der Jahre 2018 und 2019. Bei Fichte und Buche verschärfte sich die Situation 2019 noch einmal. Die Fichte zeigte generell die deutlichsten Zuwachsrückgänge. Auch die Kiefer reagierte mit Wachstumsunterbrechungen sehr unmittelbar auf die Dürrephasen. Durch erneut einsetzenden Zuwachs nach Niederschlägen und Wachstum im Winter fielen die Zuwachseinbußen jedoch gering aus. Das Wachstum der Buche variierte standortabhängig. Auf tiefgründigen Böden mit hohem Wasserspeichervermögen ergaben sich normale bis hohe Zuwächse, erst in Kombination mit flachgründigen Standorten, hohem Bestockungsgrad oder starker Fruktifikation war ein verringertes Wachstum zu beobachten. Bei der Eiche wurden 2018 generell geringe Jahreszuwächse erreicht. 2019 führte eine unvollständige Auffüllung des Bodenwasserspeichers standortabhängig erneut zu Zuwachseinbußen.

Die Abfolge von Stürmen, Dürrephasen und Borkenkäferbefall führte 2018 und 2019 zu einer deutlichen Erhöhung der von strukturellen Störungen betroffenen Waldfläche in Niedersachsen. 2018 waren hierfür maßgeblich der Sturmwurf und beginnende Borkenkäferbefall der Fichten verantwortlich, 2019 ließ sich zusätzlich ein nicht unerheblicher Anteil der Störungen auf die Absterberate der Bäume infolge von Trockenstress und Schädlingsbefall zurückführen. Unter den BDF-F war F007SLF1 im Solling 2019 besonders massiv von Störungen durch Borkenkäferbefall betroffen.

12.5. Literatur

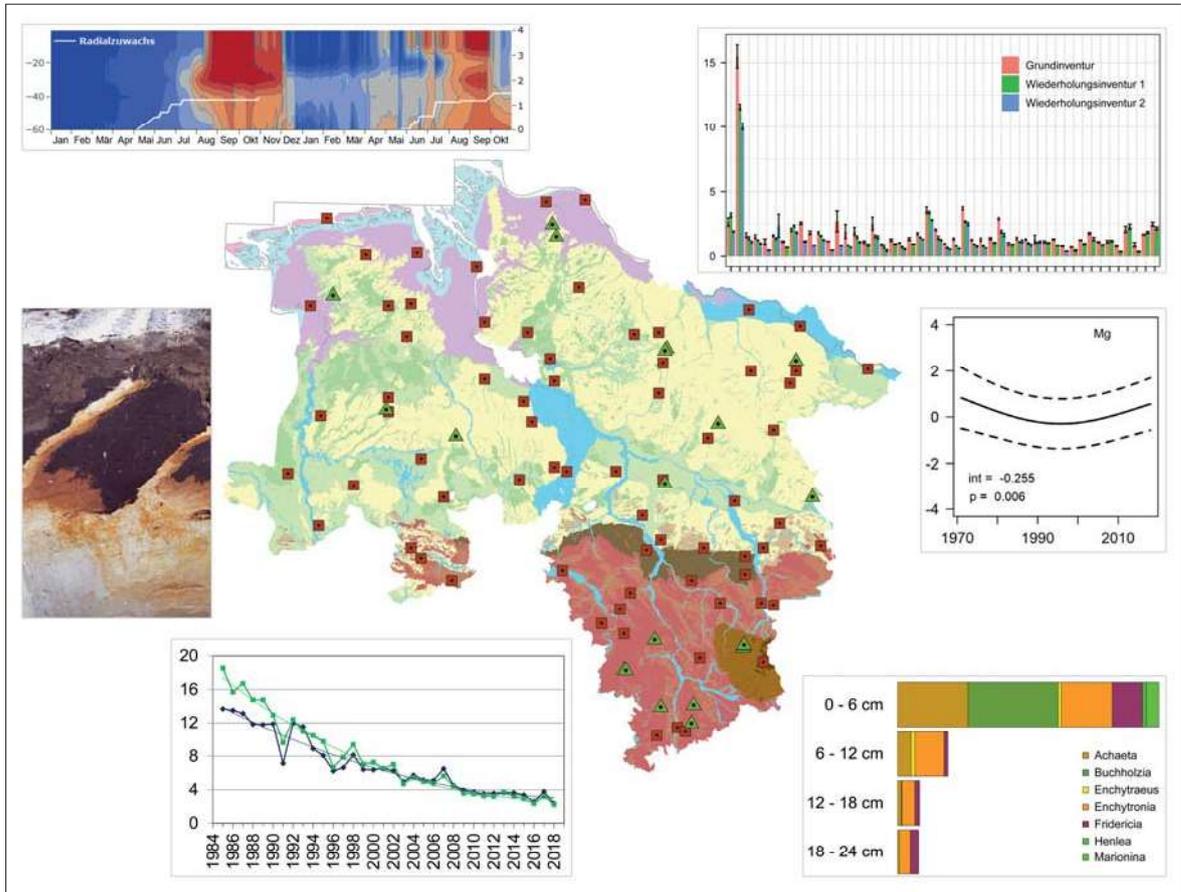
- AHREND, B., SUTMÖLLER, J., SCHMIDT-WALTER, P. & MEESENBURG, H. (2018): Beitrag von Waldflächen zur Sickerwasserbildung in Niedersachsen. – Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung **39.18**: 169–180 [DOI: 10.14617/for.hydrolog.wasbew.39.18].
- ANDERS, S., BECK, W., LUX, W., MÜLLER, J., FISCHER, R., KÖNIG, A. & HEYDECK, P. (2004): Auswirkung der Trockenheit 2003 auf Waldzustand und Waldbau. – Inst. Forstökol. Walderfassung **109**; Eberswalde.
- BAUMGARTNER, A. & LIEBSCHER, H. J. (1990): Lehrbuch der Hydrologie - Allgemeine Hydrologie. – Bd. 1: 362–367.
- BOURIAOUD, O., BRÉDA, N., MOGUÉDEC, G. & NEPVEU, G. (2004): Modelling variability of wood density in beech as affected by age, radial growth and climate. – Trees **18**: 264–276, [DOI: 10.1007/s00468-003-0303-x].
- BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2007): Nutzungsdifferenzierte Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 1.000.000. – BÜK 1000N, Version 2.3.
- DIETRICH, H.-P., RASPE, S. & SCHUBERT, A. (2004): Trockenheit 2003 war nicht die einzige Ursache für starke Zuwachsverluste. – LWF aktuell **43**: 14–16.
- EICHHORN, J., DAMMANN, I. & PAAR, U. (2019): Forstliches Umweltmonitoring. – In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.), Waldzustandsbericht 2019 für Niedersachsen, S. 6–7.
- EICHHORN, J., DAMMANN, I., SCHÖNFELDER, E., ALBRECHT, M., BECK, W. & PAAR, U. (2008): Untersuchungen zur Trockenheitstoleranz der Buche am Beispiel des witterungsextremen Jahres 2003. – Beiträge aus der NW-FVA **3**: 109–134.
- EICHHORN, J., SUTMÖLLER, J., SCHELER, B., WAGNER, M., DAMMANN, I., MEESENBURG, H. & PAAR, U. (2019): Auswirkungen der Stürme und der Dürre 2018/2019 auf die Vitalität der Wälder in Nordwestdeutschland. – In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.), Waldzustandsbericht 2019 für Niedersachsen, S. 21–31.

- FORUMV-AG – BUND-LÄNDER-AG ZUR UMSETZUNG DER VERORDNUNG ÜBER ERHEBUNGEN ZUM FORSTLICHEN UMWELTMONITORING: EICHORN, J., BOLTE, A., CHMARA, I., DIETRICH, H.-P., FLECK, S., GEHRMANN, J., KIRCHNER, T., KÖNIG, N., MEESENBURG, H., RASPE, S., SCHMIDTKE, H., SCHÜTZE, G., STRICH, S. & SUKOPP, U. (2016): Forstliches Umweltmonitoring in Deutschland: Durchführungskonzept Forstliches Umweltmonitoring. – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hrsg.), 40 S.
- FRIEDRICHS, D. A., TROUET, V., BÜNTGEN, U., FRANK, D. C., ESPER, J., NEUWIRTH, B. & LÖFFLER, J. (2009): Species-specific climate sensitivity of tree growth in Central-West Germany. – *Trees* **23**: 729–739.
- HÖPER, H. & MEESENBURG, H. (2012): Das Bodendauerbeobachtungsprogramm. – *GeoBerichte* **23**: 6–18, 1 Abb., 1 Tab.; Hannover (LBEG).
- MEINING, S., SCHRÖTER, H. & VON WILPERT, K. (2002): Waldzustandsbericht 2002 der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. – Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg; Freiburg, <<https://www.fva-bw.de/fileadmin/publikationen/wzb/ws2002.pdf>>.
- RASPE, S., GRIMMEISEN, W. & SCHULTZE, B. (2004): Der Sommer 2003 grub dem Wald das Wasser ab. – *LWF aktuell* **43**: 4–6.
- SCHMITT, U., MÖLLER, R. & ECKSTEIN, D. (2002): Seasonal wood formation dynamics of beech (*Fagus sylvatica* L.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) as determined by the “pinning” technique. – *J. Appl. Botany* **74**: 10–16.
- SUTMÖLLER, J., DAMMANN, I., WAGNER, M., SCHELER, B., PAAR, U., MEESENBURG, H. & EICHORN, J. (2019a): Die extreme Trockenheit 2018 in Nordwestdeutschland, Teil 1. – *AFZ/Der Wald*, 74. Jg., **6**: 42–46.
- SUTMÖLLER, J., WAGNER, M., SCHELER, B., MEESENBURG, H. & EICHORN, J. (2019b): Der Bodenfeuchtezustand zu Beginn der Vegetationszeit 2019. – *AFZ-Der Wald*, 74. Jg., **15**: 46–49.
- UTSCHIG, H., BACHMANN, M. & PRETZSCH, H. (2004): Das Trockenjahr 1976 bescherte langjährige Zuwachseinbrüche. – *LWF aktuell* **43**: 17–18.
- WAGNER, M., SCHELER, B., SUTMÖLLER, J., DAMMANN, I., PAAR, U., MEESENBURG, H. & EICHORN, J. (2019): Die extreme Trockenheit 2018 in Nordwestdeutschland, Teil 2. *AFZ/Der Wald*, 74. Jg., **6**: 47–50.
- WAGNER, M., SUTMÖLLER, J., NAGEL, R.-V., RUDOLPH, J., HANSEN, J., AHRENDTS, B., MEESENBURG, H., FLECK, S., SCHELER, B., EVERS, J., PAAR, U., NOLTENSMEIER, A., NAGEL, J., SPELLMANN, H. & EICHORN, J. (2016): Zukünftige Entwicklung der Wasserverfügbarkeit und ihre Bedeutung für das Wachstum der Buche in Hessen. – In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.): Gefährdungen der Ökosystemdienstleistungen von Wäldern. Fachtagung vom 9. bis 10. Oktober 2014 in Göttingen. – Beiträge aus der NW-FVA **14**: 147–172.

GeoBerichte 39



LANDESAMT FÜR
BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE



30 Jahre Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen



Niedersachsen



GeoBerichte 39

Landesamt für
Bergbau, Energie und Geologie

30 Jahre Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen

HEINRICH HÖPER & HENNING MEESENBURG
(Hrsg.)

Hannover 2021

Impressum

Herausgeber: © Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

Stilleweg 2
30655 Hannover
Tel. (0511) 643-0
Fax (0511) 643-2304

Download unter www.lbeg.niedersachsen.de

1. Auflage.

Version: 29.09.2021

Redaktion: Ricarda Nettelmann

Mail: bodenkundlicheberatung@lbeg.niedersachsen.de

Titelbild: BDF auf Bodengroßlandschaften, Deposition Sulfat, Profilgrube L056MEIN, Radialzuwachs Fichte, Organika BDF-L, Nährstoffbilanz Mg, Bodenfauna (Collage: H. Höper, LBEG).

ISSN 1864–6891 (Print)

ISSN 1864–7529 (digital)

DOI 10.48476/geober_39_2021