



Methodik – Papier zum Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft: Forstliche Vegetationszeitlänge

Grundlagen

Die Länge der Vegetationszeit kann sich je nach Pflanzenart unterscheiden. Ausschlaggebend ist meist das Zusammenspiel der Klimaelemente Lufttemperatur und Sonnenscheindauer für den Beginn der Vegetationszeit, für das Ende spielt häufig auch die ausreichende Wasserverfügbarkeit für die Pflanzen eine Rolle. Für die forstlich relevante Vegetationszeit der Bäume, also der forstlichen Vegetationszeit, wurde die Dauer der Vegetationszeit anhand der Anzahl der Tage festgelegt, deren mittlere Tagestemperatur die 10 °C-Marke überschreitet. Mit diesem Parameter steht ein wichtiger Datensatz für die Entwicklung von Waldbaustrategien zu Verfügung, die dafür sorgen sollen, dass die Wälder „klimastabil“ werden.



Temperaturunterschiede und Wasserverfügbarkeit stellen wichtige Einflussfaktoren für die Länge der forstlichen Vegetationszeit dar. ©teddivicious, Adobe Stock).

Datenbasis und Kartenerstellung

Die Datenbasis stammt vom Deutschen Wetterdienst (DWD). Der DWD unterhält ein umfangreiches und langjähriges Stationsnetz, das mit unterschiedlichster Messtechnik und Sensorik Daten zu beispielsweise Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer erhebt. Basis der Auswertung der forstlichen Vegetationszeitlänge stellt der HYRAS-Datensatz des DWD dar (Razafimaharo et al. 2020). Die HYRAS-Daten liegen als Tagesdaten der Lufttemperatur (Mittel, Minimum und Maximum) in einer Auflösung von 5 km × 5 km vor, die durch Interpolation von Stationsdaten gewonnen werden. Mit Hilfe des HYRAS-Datensatzes der Tagesmitteltemperaturen, die von 1951 bis 2020 vorliegen, konnte die forstliche Vegetationszeit als Summe an Tagen pro Jahr mit einer mittleren Temperatur von mindestens 10 °C berechnet werden. Diese Berechnungen stellen die im KlimaAtlas verfügbaren Karten der forstlichen Vegetationszeitlänge dar. Zusätzlich konnte durch Flächenstatistiken für jedes Jahr jeweils der mittlere Beginn und die mittlere Endzeit und somit die Dauer der sogenannten tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit für die Klimanormalperioden 1951-1980, 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 und 1991-2020 bestimmt werden. Hier wurde nach der Methode von Hübener et al. 2017 der Beginn der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit als der sechste Tag in Folge von Tagen mit Mitteltemperaturen >10 °Celsius vor dem 01.06. definiert. Das jährliche Enddatum der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit wurde entsprechend als sechster Tag in Folge von Tagen <10 °Celsius nach dem 01.06. berechnet. Mit Hilfe der so berechneten tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit kann festgestellt werden, inwieweit sich die Vegetationszeit durch die starken Temperaturanstiege in Folge der globalen Erderwärmung verlängert und verschoben hat. Tabelle 1 zeigt die jeweiligen Beginn- und Enddaten der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit samt der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeitlänge sowie die Anzahl der 10 °C Tage pro Jahr (forstliche Vegetationszeitlänge) für jede verfügbare Klimanormalperiode im Beobachtungszeitraum. Erkennbar ist eine sehr deutliche Verlängerung der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit zu Beginn des Jahres. Im Vergleich zu 1951-1980 fängt die tatsächliche forstliche Vegetationszeit 1991-2020 bereits 10 Tage früher an und hört 5 Tage später auf. Somit hat sich die tatsächliche forstliche Vegetationszeit um 15 Tage verlängert.

Tabelle 1: Forstlichen Vegetationszeitlänge (Anzahl Tage/Jahr >10 °C) und tatsächliche forstliche Vegetationszeit in den Klimanormalperioden von 1951-1980 bis 1991-2020. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Zeitraum	Tatsächliche forstl. Vegetationszeitlänge	Anfang (Datum)	Ende (Datum)	Forstliche Vegetationszeitlänge
1951-1980	169	01. Mai	17. Oktober	167
1961-1990	176	29. April	22. Oktober	169
1971-2000	175	29. April	21. Oktober	171
1981-2010	184	23. April	24. Oktober	179
1991-2020	184	21. April	22. Oktober	183

Neben den aus dem HYRAS-Datensatz berechneten forstlichen Vegetationszeiten für die Klimanormalperioden 1951-1980 bis 1991-2020 wurden vom DWD ebenfalls Klimamodellsimulationen für die Zukunftszeiträume Mitte des Jahrhunderts (2031-2060) und ferne Zukunft (2071-2100) (Brienen et al. 2020) zur Verfügung gestellt. Der DWD greift dabei auf Klimaprojektionen aus den Projekten EURO-CORDEX und ReKliEs-DE zurück und verwendet das DWD Referenzensemble v2018 (Stand Juli 2018). Darüber hinaus wurde durch den DWD ein Downscaling der Klimaprojektionsdaten auf eine 5 km × 5 km Auflösung durchgeführt (vgl. [DWD 2015](#)). Somit kann für die Zukunft die projizierte Anzahl an Tagen pro Jahr mit Temperaturen >10 °C berechnet werden.

Der DWD stellt darüber hinaus auch Rasterdaten für die mittlere Niederschlagssumme in mm (siehe die entsprechenden [Karten](#) im Klimaatlas und entsprechendes [Methodik-Papier](#)) und für die klimatische Wasserbilanz in mm (Differenz Niederschlagssumme minus Verdunstungssumme) bereit (siehe hierzu die [Karten](#) zur klimatischen Wasserbilanz und das entsprechende [Methodik-Papier](#)). Für die anteilige Berechnung der jeweiligen mittleren Niederschlagssumme und mittleren klimatischen Wasserbilanz innerhalb der mittleren tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit je Klimanormalperiode wurden die monatlichen Mittelwerte der Klimanormalperioden ab 1961-1990 entsprechend der in Tabelle 1 ersichtlichen Zeiträume aufsummiert. Hierzu wurden die Monatssummen im April und Oktober durch die Anzahl der Tage geteilt und entsprechend der tatsächlichen Tagesanzahl anteilig mit den übrigen Monatssummen innerhalb der tatsächlichen Vegetationszeit addiert. Die Summenberechnung erfolgt ab 1961-1990, weil die Rasterdaten zur klimatischen Wasserbilanz erst ab 1961 zur Verfügung stehen.

In Tabelle 2 werden die mittlere Niederschlagssumme und die mittlere klimatische Wasserbilanz in der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit in den verfügbaren Klimanormalperioden von 1961-1990 bis 1991-2020 gegenübergestellt. 1991-2020 hatte bisher die geringste klimatische Wasserbilanz, obwohl die innerhalb der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit gefallene Niederschlagsmenge immerhin noch die zweithöchste war. Die Hauptursache hierfür liegt in den besonders hohen Temperaturen des Zeitraums 1991-2020. Diese sorgen für eine sehr hohe Verdunstung, die durch den Niederschlag nicht kompensiert

werden kann, sodass sich eine negative klimatische Wasserbilanz über die Sommermonate, zum Teil auch bereits im April und Mai ergibt.

Tabelle 2: Mittlere Niederschlagssumme und klimatische Wasserbilanz in mm in der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit in den Klimanormalperioden 1961-1990 bis 1990-2020 in NRW. Datenquelle: LANUV NRW; Daten des DWD.

Zeitraum	Mittlere Niederschlagssumme in mm	Mittlere klimatische Wasserbilanz in mm
1961-1990	425	18
1971-2000	418	5
1981-2010	458	26
1991-2020	438	1

Kartenbeschreibung

Die Karte in Abbildung 1 zeigt die Dauer der mittleren forstlichen Vegetationszeitlänge in Tage $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro Jahr, gemittelt über den Zeitraum 1991-2020. Das räumliche Verteilungsmuster der Vegetationszeitlänge folgt als temperaturabhängiger Parameter stark der Temperaturverteilung in NRW. Entlang der Rheinschiene ist die forstliche Vegetationslänge erwartungsgemäß am längsten und erreicht mittlerweile flächig 200 Tage und zum Teil noch mehr. Die weitaus größte Fläche des Landes hat sich mittlerweile auf eine mittlere forstliche Vegetationszeitlänge von 190-200 Tagen sowie 180-190 Tagen pro Jahr eingependelt. Nur in den höher gelegenen Mittelgebirgsregionen sinkt die Vegetationslänge auf unter 170 Tage im Jahr, wovon nur noch in den vereinzelt Kammlagen des Sauer- und Siegerlandes die Länge der forstlichen Vegetationszeit von 130 Tagen unterschreitet. Der Blick und Vergleich der Karten mit der forstlichen Vegetationszeit aus den vorangegangenen Klimanormalperioden im Klimaatlas zeigt eine deutliche Verschiebung der Klassenzonen. Im Mittel betrug die durchschnittliche forstliche Vegetationslänge pro Jahr in NRW im Zeitraum 1991-2020 183 Tage im Jahr mit Temperaturen $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dauer der forstlichen Vegetationszeit
1991-2020

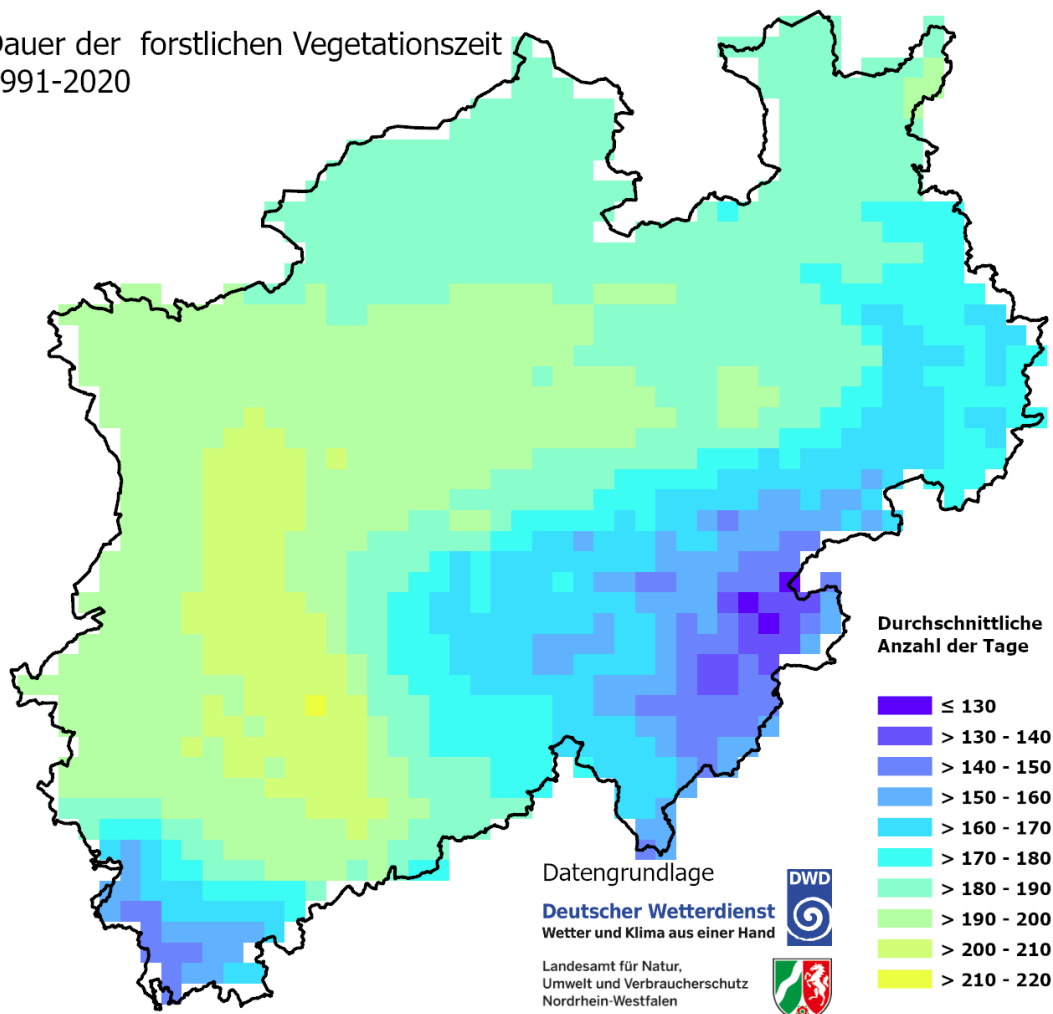


Abbildung 1: Länge der forstlichen Vegetationszeit (Anzahl Tage > 10 °C) im Mittel des Zeitraums 1991-2020 in NRW. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Bei den Karten mit den Klimaprojektionen (siehe Beispielkarten in Abbildung 2) unterscheiden sich die Ergebnisse je nach gewähltem Klimaszenario und Zeitscheibe hauptsächlich nach der regionalen Geländestruktur, d. h. nach den verschiedenen Höhenlagen. Der projizierte Temperaturanstieg sorgt, je nach betrachtetem Szenario, für zum Teil sehr deutliche Veränderungen der forstlichen Vegetationszeit. Insgesamt wird die Vegetationszeit zum Teil in für NRW völlig neuartige Längen verschoben. Beim sogenannten „Klimaschutz-Szenario“ (RCP2.6), welches weitestgehend der Einhaltung der 2-Grad-Grenze des Paris-Abkommens entspricht, reicht die Spannweite der forstlichen Vegetationszeitlänge im Mittel von ca. 182 Tagen bis zu 196 Tagen für NRW im Zeitraum 2031-2060. Im Zeitraum 2071-2100 wird eine insgesamt recht ähnliche Zunahme der forstlichen Vegetationszeitlänge projiziert, nämlich rund 181 Tagen bis 195 Tage im NRW-Mittel. Im sogenannten „weiter-wie-bisher-Szenario“ (RCP8.5) wird bereits für den Zeitraum 2031-2060 eine deutliche längere forstliche Vegetationszeit projiziert: im Mittel für NRW

zwischen 190 Tagen und 204 Tagen. Zum Ende des Jahrhunderts (2071-2100) verstärkt sich diese Zunahme erheblich auf rund 213 Tage bis 238 Tage. Angesichts der Tatsache, dass es sich bei den hier genannten Werten um die Landesmittel handelt, sind je nach Lage nochmals deutlich höhere Werte möglich, wie in Abbildung 2 auch sehr deutlich wird. Tabelle 3 stellt die möglichen Längen der forstlichen Vegetationszeit eingliedert nach Szenario und Bandbreite dar.

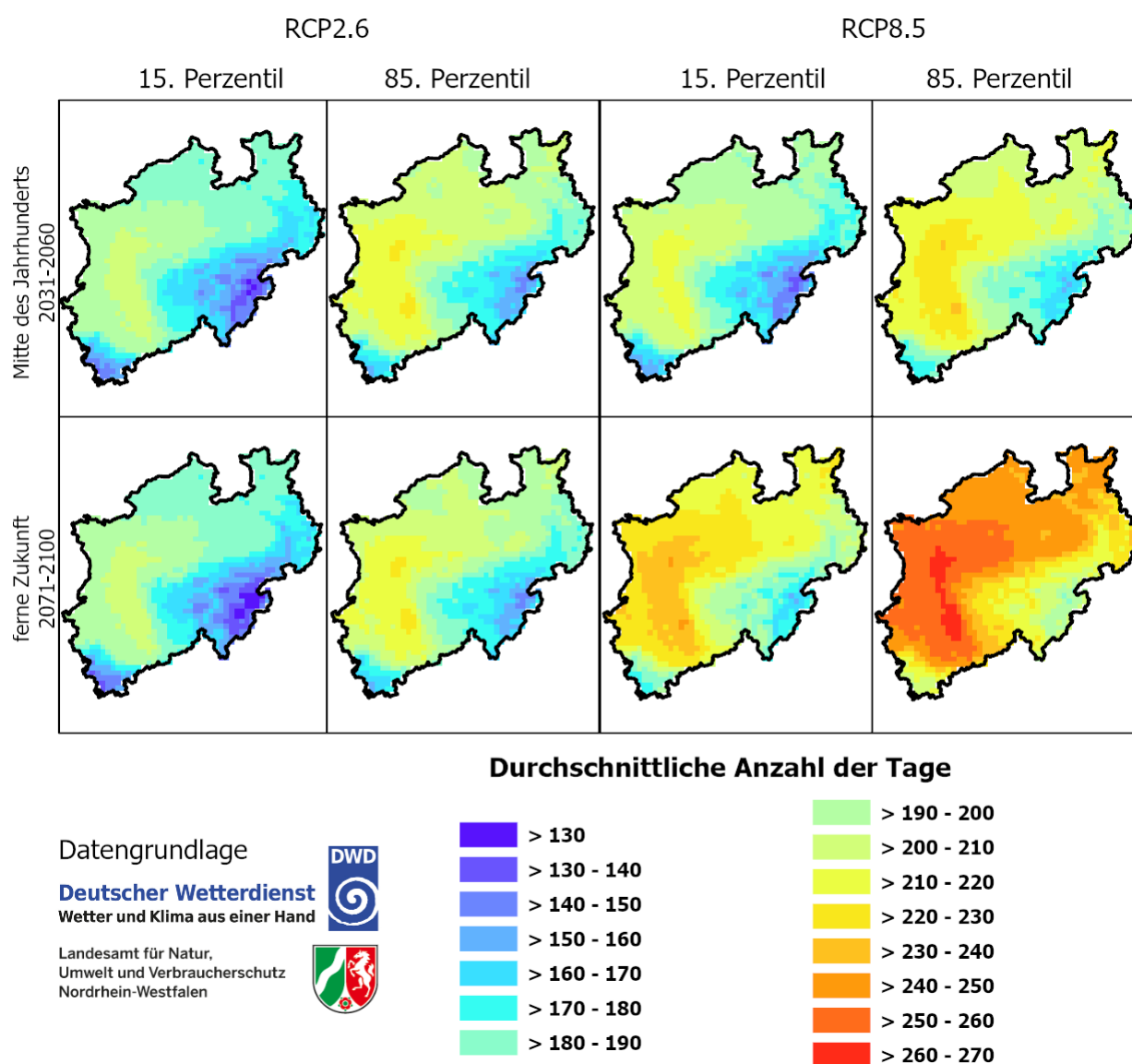


Abbildung 2: Mittlere jährliche forstliche Vegetationszeit (Anzahl Tage > 10 °C) in NRW in den Zeiträumen 2031-2060 und 2071-2100 für die Klimaszenarien RCP2.6 und RCP8.5 auf Basis des DWD-Referenzensembles v2018. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Tabelle 3: Länge der forstlichen Vegetationszeit (Anzahl Tage > 10 °C) im Mittel für NRW für die Mitte des Jahrhunderts (2031-2060) und die ferne Zukunft (2071-2100). Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Zeitraum	Perzentil	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
2031-2060	15. Perzentil	182	182	190
	50. Perzentil	187	190	198
	85. Perzentil	196	199	204
2071-2100	15. Perzentil	181	191	213
	50. Perzentil	187	202	227
	85. Perzentil	195	213	238

Neben der forstlichen Vegetationszeit als mittlere Anzahl an Tagen >10 °C pro Jahr liegen auch Karten der mittleren anteiligen Niederschlagssumme und der mittleren anteiligen klimatischen Wasserbilanz in der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2) vor.

Abbildung 3 zeigt die anteilige mittlere Niederschlagssumme, die innerhalb der mittleren tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit 1991-2020 (zwischen dem 21.04. und dem 22.10.) gefallen ist. Am weitesten in der Fläche verbreitet sind die Niederschlagsklassen 300 bis 400 mm sowie 400 bis 500 mm, die fast die gesamte Landesfläche, abgesehen von den höheren Lagen der Mittelgebirge, abdecken. 500 bis 600 mm sind ausschließlich in den Mittelgebirgslagen zu finden, vor allem auch dort, wo die Niederschläge generell am ergiebigsten sind, also im Bergischen Land sowie im Sieger- und Sauerland. Im Bergischen Land und kleinen Arealen des Sieger- und Sauerlandes kommen auch mittlere Niederschlagsmengen von 600 bis 700 mm innerhalb der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit vor.

Mittlere Niederschlagssumme innerhalb tatsächlicher forstlicher Vegetationszeit
1991-2020

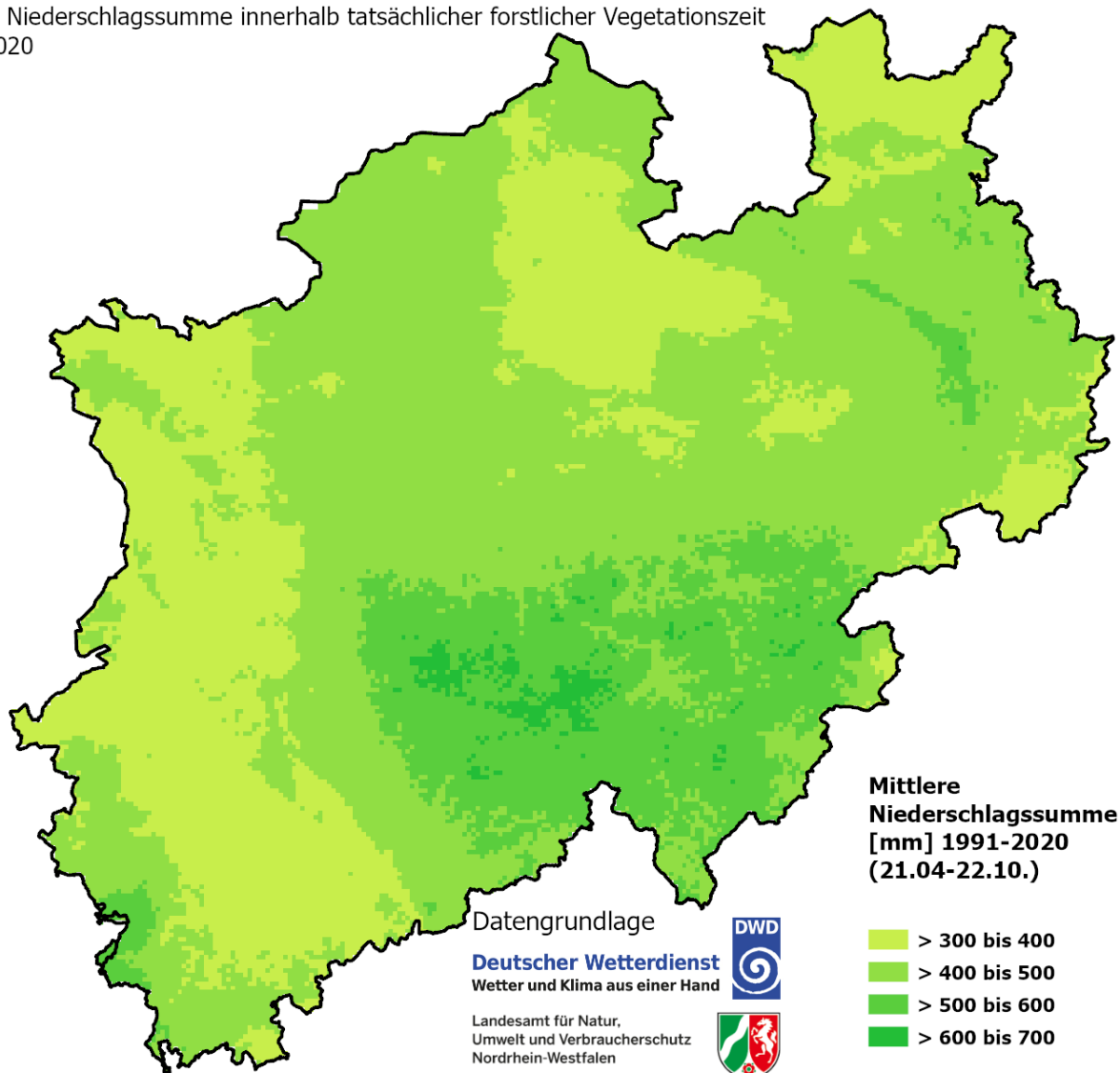


Abbildung 3: Mittlere Niederschlagssumme in mm innerhalb der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit, Klimanormalperiode 1991-2020, die im Mittel vom 21.04. bis 22.10. geht. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Abbildung 4 stellt die mittlere klimatische Wasserbilanz in der mittleren tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit (21.04.-22.10.) dar. Lediglich in den Mittelgebirgen bleibt die mittlere klimatische Wasserbilanz positiv. In den tiefergelegeneren, trockeneren und wärmeren Gebieten Nordrhein-Westfalens ist die Bilanz mit -100 bis 0 mm durchweg negativ. In Windschatten der Eifel, der Zülpicher Börde und dem Rurtal, fällt die mittlere klimatische Wasserbilanz sogar in die Klasse unter -100 mm. Erst in den etwas höher gelegenen Gebieten kommen Klassen mit positiver klimatischer Wasserbilanz vor. Hier dominiert die Klasse 0 bis 100 mm. Während die Klassen 100 bis 200 sowie 200 bis 300 mm deutlich begrenzter in den ansonsten auch regenreicheren Gebieten vorkommen. Die höchste Klasse 300 bis

400 mm wird nur für einzelne Pixel angezeigt und kann somit de facto als nicht mehr vorkommend bezeichnet werden.

Mittlere klimatische Wasserbilanz innerhalb tatsächlicher forstlicher Vegetationszeit
1991-2020

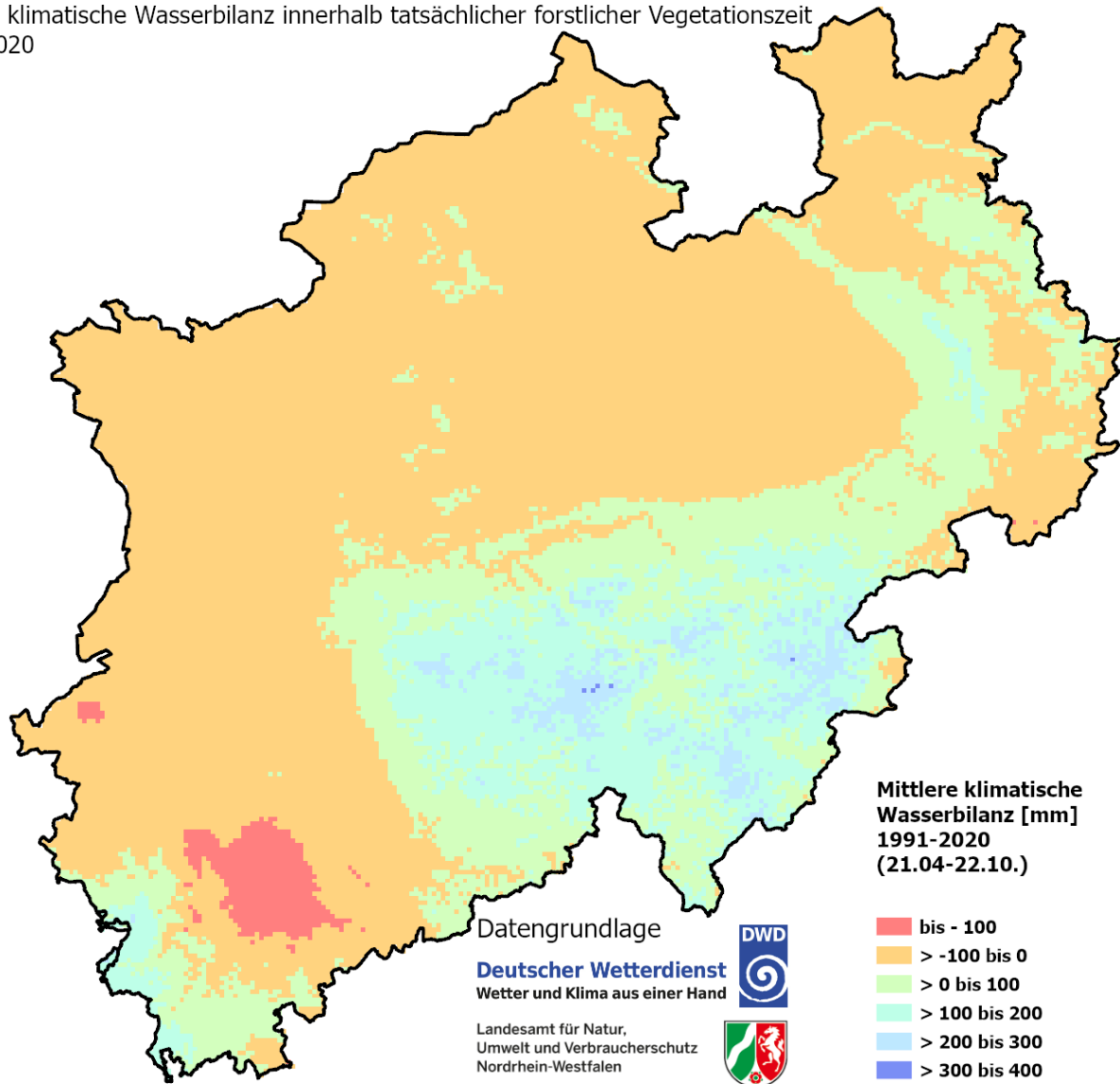


Abbildung 4: Mittlere klimatische Wasserbilanz in mm innerhalb der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit Klimanormalperiode 1991-2020, die im Mittel vom 21.04. bis 22.10. geht. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Fazit

Neueste Tageswertanalysen haben ergeben, dass die tatsächliche forstliche Vegetationszeit bereits in der dritten Aprilwoche beginnt und erst in der dritten Oktoberwoche aufhört. Angesichts der Dynamik des Klimawandels wird sich die forstliche Vegetationszeit rasch und deutlich verlängern. Zusammen mit dem geänderten Niederschlagsregime und der aktuell gesunkenen klimatischen Wasserbilanz innerhalb der forstlichen Vegetationszeit sind deutliche Veränderungen bei den Standortbedingungen für Bäume schon jetzt klar feststellbar.

Mit der in der Klimanormalperiode 1991-2020 zuletzt deutlich gesunkenen Niederschlagssumme und bisher niedrigsten klimatischen Wasserbilanz während der tatsächlichen forstlichen Vegetationszeit wird unter Umständen bereits ein Vorgeschmack geliefert, wie sich die Wuchsbedingungen in der Zukunft verändern werden. Die möglichen zukünftigen Verlängerungen der forstlichen Vegetationszeit werden sich im bestem Fall in einem ähnlichen Umfang verlängern wie im Beobachtungszeitraum, im negativsten Ausblick besteht die Möglichkeit einer Verlängerung um annähernd 70 Tage in der fernen Zukunft.

Literatur

Brienen, S.; Walter, A.; Brendel, C.; Fleischer, C.; Ganske, A.; Haller, M.; Helms, M.; Höpp, S.; Jensen, C.; Jochumsen, K.; Möller, J.; Krähenmann, S.; Nilson, E.; Rauthe, M.; Razafimaharo, C.; Rudolph, E.; Rybka, H.; Schade, N. & Stanley, K. (2020): Klimawandelbedingte Änderungen in Atmosphäre und Hydrosphäre: Schlussbericht des Schwerpunktthemas Szenarienbildung (SP-101) im Themenfeld 1 des BMVI-Expertennetzwerks. 157 Seiten. DOI: <https://doi.org/10.5675/ExpNBS2020.2020.02>

DWD - Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2015): Deutscher Klimaatlas: **Erläuterungen**.

DWD - Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2020): **Datensätze auf Basis der RCP-Szenarien**.

Razafimaharo, C.; Krähenmann, S.; Höpp, S.; Rauthe, M. & Deutschländer, T. (2020): New high-resolution gridded dataset of daily mean, minimum, and maximum temperature and relative humidity for Central Europe (HYRAS). in: Theoretical and Applied Climatology. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03388-w>