

Methodik – Papier zum Handlungsfeld Biodiversität und Naturschutz: Spätfröste

Grundlagen

Auch in Zeiten des immer schneller voranschreitenden globalen Temperaturanstieges bilden mögliche Spätfröste immer noch eine nicht unerhebliche Gefahr für die immer früher knospenden und blühenden Pflanzen in der Natur und Landwirtschaft. Durch den tendenziell stärker mäandrierenden Jetstream, dem wetterbestimmenden Starkwindband in der nördlichen Hemisphäre, besteht gerade im Frühling eine reale Chance, dass Kaltlufteinbrüche die einsetzende Vegetationsphase durch Frost beeinträchtigen können. So können zum Beispiel Blüten und Blätter durch Spätfröste in Mitleidenschaft gezogen werden, was sich auf das verfügbare Nahrungsangebot in der Natur und auch auf die spätere Ernte im Obst- und Weinbau auswirkt.



Spätfröste können die frühe Vegetation empfindlich beeinträchtigen
(© Ivan_713354498, Adobe Stock).

Datenbasis und Kartenerstellung

Die Datenbasis stammt vom Deutschen Wetterdienst. 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 für die Berechnung der Spätfröste notwendigen tatsächlichen Vegetationszeitlänge stellt der aktuelle HYRAS-Datensatz des DWD (Stand Ende 2022) dar (Razafimaharo et al. 2020). Die HYRAS-Daten liegen als Tagesdaten der Lufttemperatur (Mittel, Minimum und Maximum) in einer Auflösung von 5 km x 5 km vor, die durch Interpolation von Stationsdaten gewonnen werden.

Mit Hilfe des HYRAS-Datensatzes der Tagesmitteltemperaturen, die von 1951 bis 2020 vorliegen, konnte durch Flächenstatistiken für jedes Jahr jeweils der mittlere Beginn und die mittlere Endzeit und somit die Dauer der sogenannten tatsächlichen allgemeinen Vegetationszeit für die Klimanormalperioden 1951-1980, 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010 und 1991-2020 durch das LANUV bestimmt werden. Hier wurde nach der Methode von Hübener et al. 2017 der Beginn der tatsächlichen Vegetationszeit als der sechste Tag in Folge von Tagen mit Mitteltemperaturen $> 5^{\circ}$ Celsius vor dem 01.06. definiert. Das jährliche Enddatum der tatsächlichen allgemeinen Vegetationszeit wurde entsprechend als sechster Tag in Folge von Tagen $< 5^{\circ}$ Celsius nach dem 01.06. festgelegt. Mit Hilfe der so berechneten tatsächlichen allgemeinen Vegetationszeit kann festgestellt werden, inwieweit sich die tatsächliche Vegetationszeit verlängert und verschoben hat durch die starken Temperaturanstiege in Folge der globalen Erderwärmung. Innerhalb der auf diese Art berechneten tatsächlichen allgemeinen Vegetationszeit kann mit Hilfe des gleichen Datensatzes auch berechnet werden, wie oft die Tagestemperaturen unter 0° Celsius (Frosttag) gefallen sind. Die Anzahl der Frosttage innerhalb der tatsächlichen allgemeinen Vegetationszeit wird als Anzahl der Spätfröste pro Jahr auf die Klimanormalperioden gemittelt.

Während das Klima der Vergangenheit und Gegenwart durch meteorologische Daten und Beobachtungen gut beschrieben werden kann, müssen für Aussagen zu möglichen zukünftigen Klimaentwicklungen physikalische Rechenmodelle herangezogen werden. Die Ergebnisse dieser Simulationen werden als Klimaprojektionen bezeichnet. Basis der Auswertung waren die Klimaprojektionen aus den Projekten EURO-CORDEX und ReKliEs-DE, die der DWD als DWD Referenzensemble v2018 (Stand Juli 2018) bereitstellt, für welche darüber hinaus ein Downscaling auf eine 5 km x 5 km Auflösung durch den DWD durchgeführt wurde (vgl. DWD 2015). Die Berechnung der Spätfröste nach der oben beschriebenen Vorgehensweise erfolgte aus den vom Deutschen Wetterdienst zur Verfügung gestellten Daten der Einzelmodellläufe durch das LANUV.

Die Projektionen werden für drei Klimaszenarien berechnet, die von unterschiedlichen Treibhausgasemissionen/-konzentrationen bis zum Ende des Jahrhunderts ausgehen: RCP2.6, RCP4.5

und RCP8.5. Sie werden nach ihrem Strahlungsantrieb zum Ende des Jahrhunderts bezeichnet. Das RCP-Szenario 2.6 stellt dabei einen Sonderfall dar, da es den maximalen Wert des Strahlungsantriebs bereits vor 2100 erreicht und danach rückläufige Werte aufweist. Es ist das ambitionierteste Szenario unter den RCP-Klimaszenarien. Es ist nur durch die Implementierung von globalen Klimaschutzmaßnahmen und Techniken zur CO₂-Speicherung zu verwirklichen. Der Verlauf des RCP2.6 spiegelt in etwa die Einhaltung des sogenannten „2-Grad-Ziels“ wider und wird auch als „Klimaschutz-Szenario“ bezeichnet. Das Szenario RCP8.5 ist hingegen als „weiter-wie-bisher“-Szenario zu sehen. Es geht bei einem steigenden Verbrauch fossiler Energieträger von weiterhin steigenden Treibhausgasemissionen aus.

Die verschiedenen Klimamodelle liefern unterschiedliche Ergebnisse, die alle grundsätzlich als gleich wahrscheinlich anzusehen sind. Um einen Korridor aufzuzeigen, in dem die zu erwartenden Klimaveränderungen in Nordrhein-Westfalen unter Annahme der verschiedenen Szenarien wahrscheinlich eintreten werden, wird jeweils das 15., das 50. und das 85. Perzentil der Klimaprojektionen dargestellt (vgl. **DWD 2015**). Die Ergebnisse der Klimamodellsimulationen, die sogenannten Klimaprojektionen, liegen für die Zukunftszeiträume Mitte des Jahrhunderts (2031-2060) und ferne Zukunft (2071-2100) (Datenquelle: Brienens et al. 2020) vor.

Kartenbeschreibung

Die Karte in Abbildung 1 zeigt die mittlere Anzahl von Spätfrösten pro Jahr und für den Zeitraum 1991-2020. Das räumliche Verteilungsmuster der Spätfröste zeigt, dass gerade die Mittelgebirge eher weniger Spätfröste pro Jahr erleben, während es an den Nordrändern der Mittelgebirge sowie im westfälischen Tiefland die höchste Anzahl an Spätfrösten pro Jahr gibt. Hier steigt die Anzahl im Mittel auf über acht Spätfröste im Jahr. Die Westfälische Bucht sowie weite Teile des Westfälischen Tieflandes werden dominiert von der zweithöchsten Klasse von über 7 Spätfrösten pro Jahr, während in der ansonsten sehr milden Niederrheinischen Bucht und im Niederrheinischen Tiefland die Anzahl der Spätfröste in den mittleren Klassen liegen. Im Gegensatz zur räumlichen Verteilung der Lufttemperatur und direkt daran gekoppelter Parameter, wie zum Beispiel Temperaturkentage oder die tatsächliche Vegetationszeitlänge, die direkt von der Höhe abhängig sind, zeigt die räumliche Verteilung der Spätfröste zumindest bei den ansonsten wärmeren Großlandschaften ein etwas anderes Bild. Die Häufung der Spätfröste nördlich von Aachen im Westen, um den Großraum Dortmund in der Kartenmitte, am Westrand des Teutoburger Waldes, um Bielefeld bis hin zum Westfälischen Tiefland um Minden im eher nordöstlichen Kartenbereich, kann möglicherweise durch lokale Windsysteme im Frühjahr erklärt werden, doch letztlich müsste die Ursache dafür konkret untersucht werden. Die geringe Anzahl von Spätfrösten in den Mittelgebirgen lässt sich damit erklären, dass dort die tatsächliche Vegetationszeit erst so spät eintritt, dass sich die Gefahr für Spätfröste so spät im Frühjahr schon generell deutlich verringert hat.

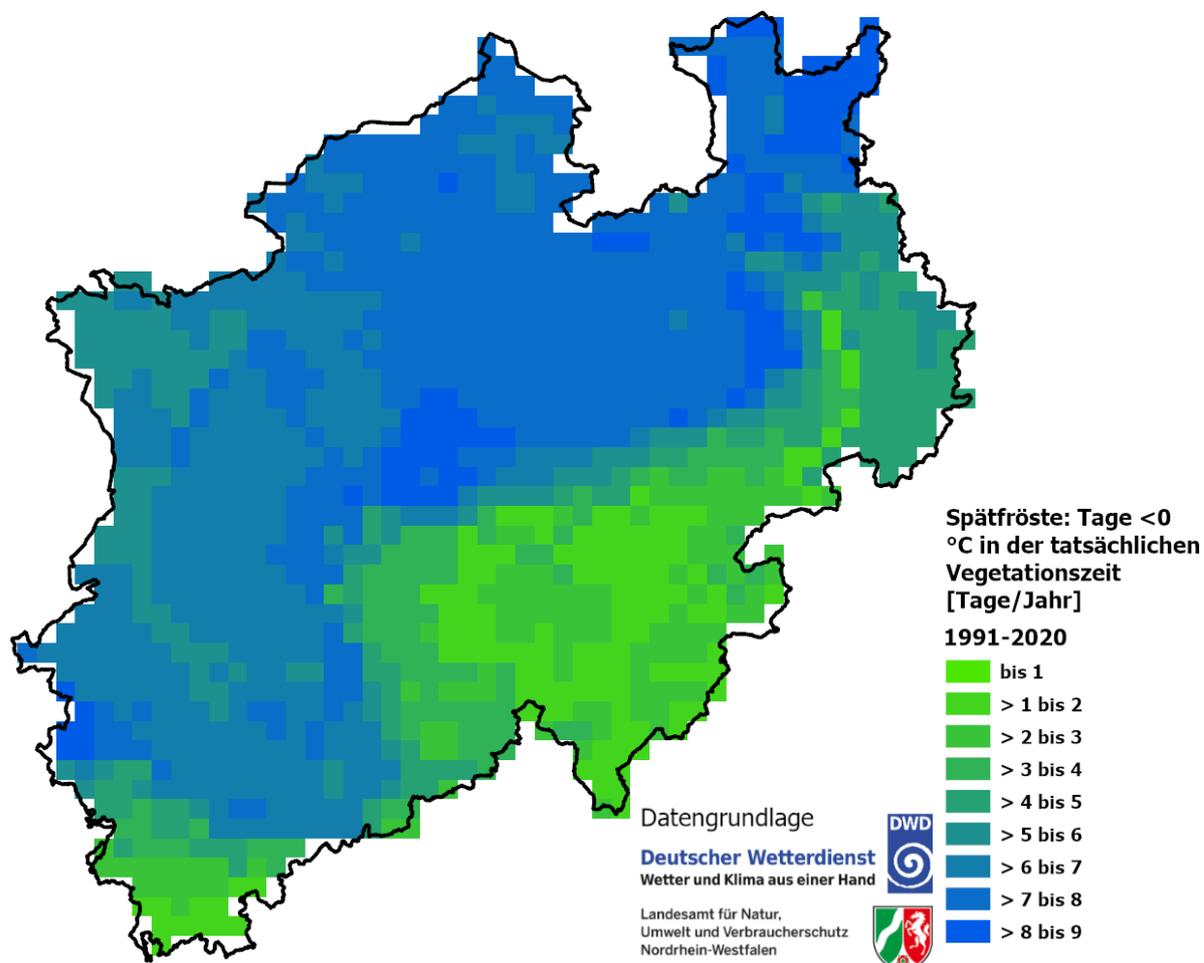


Abbildung 1: Mittlere Anzahl der Spätfröste pro Jahr innerhalb des Zeitraums 1991-2020 in NRW. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Tabelle 1 stellt die mittlere Anzahl der Spätfröste pro Jahr für jede verfügbare Klimanormalperiode im Beobachtungszeitraum dar. Diese Daten liegen auch als Karten im Klimaatlas vor. Tabelle 1 zeigt, dass die Anzahl der Spätfröste pro Jahr in der aktuellen Klimanormalperiode 1991-2020 mit 5,8 deutlich am höchsten ist, nach dem der Mittelwert zu Beginn (1951-1980) der Beobachtungsperiode mit 4,5 Spätfrösten pro Jahr am zweithöchsten war. In den Klimanormalperioden danach fiel die Häufigkeit auf unter 4 Spätfröste pro Jahr, um dann ab 1981-2010 wieder auf 4,3 Spätfröste pro Jahr anzusteigen.

Tabelle 1: Veränderungen der mittleren Anzahl der Spätfröste pro Jahr im Laufe des Beobachtungszeitraumes 1951-2020, aufgeteilt nach 30-jährigen Mittelwerten der Klimanormalperioden. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Zeitraum	Anzahl Spätfröste/Jahr
1951-1980	4,5
1961-1990	3,6
1971-2000	3,9
1981-2010	4,3
1991-2020	5,8

Bei den Karten mit den Klimaprojektionen (siehe Beispielkarten in Abbildung 2) zeigt sich ganz leicht ebenfalls die bereits geschilderte Beobachtung, dass die Spätfröste generell in den Mittelgebirgen weniger verbreitet sind als in den niedriger gelegenen und wärmeren Regionen NRWs. Allerdings ist diese räumliche Verteilung zwischen den Projektionskarten deutlich weniger stark ausgeprägt als bei den klassischen temperaturabhängigen Parametern. Im Vergleich zur aktuellen Klimanormalperiode 1991-2020 (Abbildung 1), welche im NRW-Mittel 5,8 Spätfröste pro Jahr lieferte, kommen die projizierten Spätfröste etwas weniger bis deutlich weniger häufig vor, wie der Vergleich mit der Kartenübersicht in Abbildung 2 deutlich macht. Für das sogenannte „Klimaschutz-Szenario“ RCP2.6, welches der im Paris-Abkommen 2015 verabschiedeten 2 °C-Grenze entspricht, projizieren die Modelle im Zeitraum 2031-2060 Mittelwerte von 2,6 bis 4,9 Spätfröste pro Jahr. Für den Zeitraum 2071-2100 werden, ausgehend von einem wieder sinkenden Treibhausgasgehalt in der Atmosphäre, für das RCP2.6-Szenario Mittelwerte von 2,0 bis ebenfalls 4,9 Spätfröste pro Jahr projiziert. Im sogenannten „weiter-wie-bisher“-Szenario RCP8.5, welches einen stetig steigenden Treibhausgasgehalt in der Atmosphäre annimmt, werden im Zeitraum 2031-2060 im Mittel 1,9 bis 4,5 Spätfröste projiziert. 2071-2100 liegen die Spätfröste im Mittel bei 0,8 bis 3,2. Der sehr geringe Wert von 0,8 Spätfrösten pro Jahr für den unteren Rand (15. Perzentil) der gesamten Projektionsbandbreite des RCP8.5-Szenarios 2071-2100 fällt auch in Abbildung 2 durch die fast flächig für NRW anliegende Klasse von < 1 Spätfröste pro Jahr deutlich auf. Hier sind die

Temperaturen bereits flächendeckend so hoch, dass Spätfröste selten werden. Bei der Betrachtung der anderen Szenarien und jeweiligen Bandbreitenränder muss allerdings davon ausgegangen werden, dass die Anzahl der Spätfröste auch in Zukunft noch ein gewisses Maß erreichen werden. Der Vollständigkeit halber werden die vollständigen Flächenmittel der im Klimaatlas dargestellten Klimaprojektionen (RCP2.6, RCP4.5 („moderate“-Entwicklung) und RCP8.5) der Spätfröste in Tabelle 2 zusammengefasst.

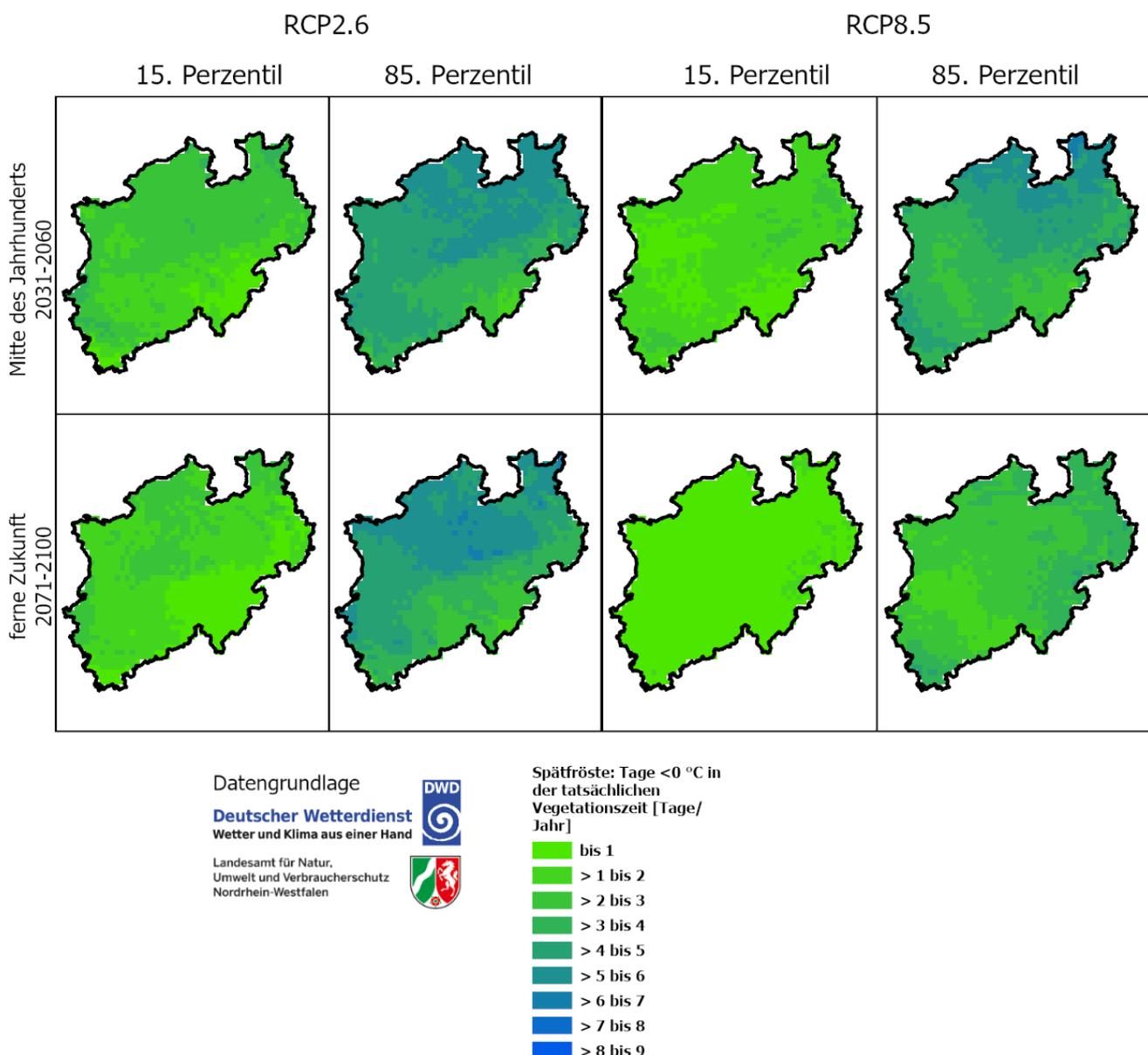


Abbildung 2: Mittlere Anzahl von Spätfrösten pro Jahr in NRW für die Zeiträume 2031-2060 (Mitte des Jahrhunderts) und 2071-2100 (ferne Zukunft). Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Tabelle 2: Mittlere Anzahl der Spätfröste pro Jahr für NRW für die Mitte des Jahrhunderts (2031-2060) und die ferne Zukunft (2071-2100). Für die Klimanormalperiode 1991-2020 liegt ein Mittelwert von 5,8 Spätfrösten pro Jahr vor. Datenquelle: Deutscher Wetterdienst.

Zeitraum	Perzentil	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
2031-2060	15. Perzentil	2,6	1,7	1,9
	50. Perzentil	4,1	3,0	3,0
	85. Perzentil	4,9	3,8	4,5
2071-2100	15. Perzentil	2,0	2,1	0,8
	50. Perzentil	3,3	3,2	1,8
	85. Perzentil	4,9	4,3	3,2

Fazit

Die Anzahl der Spätfröste pro Jahr ist in der aktuellen Klimanormalperiode höher als in den vorangegangenen Klimanormalperioden und wird in Zukunft tendenziell wieder abnehmen. Nur in den ungünstigen Szenarien bzw. den entsprechenden Bandbreitenbereichen werden Spätfröste deutlich seltener, als sie im Beobachtungszeitraum 1961-2000 vorkamen. Erst im absolut ungünstigsten Bandbreitenrand werden Spätfröste eher selten auftreten, aber dafür wird man es mit ganz anderen Klimafolgen infolge der extremen Temperaturen zu tun bekommen.

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**.
- Hübener, Heike; Spekat, Arne; Bülow, Katharina; Früh, Barbara; Keuler, Klaus; Menz, Christoph et al. (2017): ReKliEs-De Nutzerhandbuch.
- 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>