



# Identifikation extremer Wetterlagen – Bereich Wald

Andreas Bolte, Tomasz Czajkowski,  
Jürgen Müller

Projektpartner:



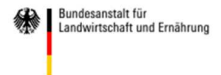
Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT  
GÖTTINGEN



Auftraggeber/ Projektträger:



## Definitionen und kritische Schwellen

- Relevante Extremwetterlagen für Wälder
  - Temperaturextreme (inkl. Zusatzeinflüsse)
  - Wassermangel und -überschuss
  - Mechanische Belastungen

## Extremwetterlagen Wald – kritische Schwellen

### Temperaturextreme (inkl. Zusatzeinflüsse)

Agrarrelevante Extremwetterlage	Wertebereich [Literaturbezug]	Indikator-einheit	Zeitraum	Häufigkeit (nach DWD)	Beschreibung des Problems der Extremwetterlage
<b>Frost (Extremfrost)</b>	Min. Lufttemp. $T_{min}$ [1] (Altbestand/Verjüngung) < -60/-50 (Fichte), -35/-19 (Buche), -90/-70 (Kiefer), -30/-20 (Traubeneiche)	Anzahl Ereignisse	01.10. - 31.03.	extrem selten	Absterben des Kambialgewebes, (Aufbrechen des Stammgewebes, „Frostrisse“, geringe Bedeutung, Eiche)
<b>Spätfrost</b>	Min. Lufttemperaturen <0°C nach Beginn der Vegetationszeit ( $T_m > 10^\circ\text{C}$ ) [4], (Schäden abhängig vom Austriebsstadium und Baumart)	Zeitpunkt nach Beginn Vegetationsperiode, Anzahl Ereignisse	01.04. - 30.06.	häufiger (infolge Klimawandel?)	Beschädigung/Absterben der frisch gebildeten Assimilationsorgane am Beginn der Vegetationsperiode (sensitiv: Buche, Tanne, Douglasie, Jungpflanzen).
<b>Hitze (Strahlung / Ozonbelastung)</b>	Blattoberflächen-temperatur $T_B > 40^\circ\text{C}$ (Buche) [10] CL AOT40 > 2,4 ppm h (Buche), bis > 4,7 ppm h (Fichte, Kiefer)	Anzahl Ereignisse	01.03. - 31.10.	häufiger (infolge Klimawandel)	Schädigung und Absterben des Blatt/Nadelgewebes (Ozon: nennenswerte Einschränkung der Photosynthese)

## Extremwetterlagen Wald – kritische Schwellen

### Wassermangel und -überschuss

Agrarrelevante Extremwetterlage	Wertebereich [Literaturbezug]	Indikator-einheit	Zeitraum	Häufigkeit (nach DWD)	Beschreibung des Problems der Extremwetterlage
<b>Nässe/ Überflutung</b>	nFK > 100 % (stagnierende Nässe) bzw. Überflutung [5]	%-Anteil an der Vegetationsperiodenlänge >10 (Buche) bis >60 (Stieleiche)	01.04. - 31.10.	häufiger (infolge Klimawandel?)	Der Boden ist wassergesättigt oder überflutet. Die Pflanzen leiden unter Sauerstoffmangel (fehlende Wurzelatmung).
<b>Trockenheit (zuwachsmindernd)</b>	nFK < 50 % (im effektiven Wurzelraum) [vgl. Ackerkulturen]	Anzahl der Tage	01.04. - 30.10.	häufiger (infolge Klimawandel)	Aufgrund eines geringen Bodenwasserangebots wird das Wachstum vermindert oder eingestellt.
<b>Dürre (lethal, hauptsächlich Verjüngung!)</b>	nFK < 20 % (im effektiven Wurzelraum) [9]	Anzahl der Tage	01.04. - 30.09.	häufiger (infolge Klimawandel)	Aufgrund des zu geringen Bodenwassergehaltes ist eine ausreichende Versorgung der Pflanzen mit Wasser nicht mehr ausreichend gewährleistet (Verlust der Wasserleitfähigkeit und Embolien).
<b>Kahlfrost (Frosttroknis)</b>	Blatttemperatur >10°C bei Eistagen (Bodentemperatur <-2°C ohne Schneedecke [2, 3])	Anzahl der Tage	01.10. - 30.4.	selten	Gefrorener Boden bzw. blockierte Wasserleitungsbahnen und hohe Einstrahlung auf schneefreie Kronen führt zu Engpässen in der Wasserversorgung (nur Nadelbäume, geringe Bedeutung).

## Extremwetterlagen Wald – kritische Schwellen

### Mechanische Belastungen

Agrarrelevante Extremwetterlage	Wertebereich [Literaturbezug]	Indikator-einheit	Zeitraum	Häufigkeit (nach DWD)	Beschreibung des Problems der Extremwetterlage
<b>Nassschnee / Eisanhang (Duftanhang)</b>	Tagesniederschlag T-0,5 – 2°C > 50 mm, Periodenniederschlag T-0,5 – 2°C > 150 mm [6]	Summe Tages- bzw. Periodenniederschlag [mm]	01.10. bis 31.03.	selten?	Mechanische Beschädigungen von Baumkronen bis zum Wurf und Bruch ganzer Bäume (insbesondere Nadelholzbestände)
<b>Sturm (Gewitterstürme)</b>	Wind > 11 bis 20 m s <sup>-1</sup> [7, 8]	Anzahl Ereignisse	01.04.-30.09.	häufiger (infolge Klimawandel?)	Wurf und Stammbruch von Bäumen (auch belaubte Laubbaumarten)
<b>Sturm (Herbst/Winter-Orkane)</b>	[Wind > 15 bis 20 m s <sup>-1</sup> ], Inhalt EH-Projekt NW-FVA	Anzahl Ereignisse	1.9.-30.4.	häufiger (infolge Klimawandel?)	Wurf und Stammbruch von Bäumen (insbesondere Fichte und andere flachwurzelnde Nadelbäume)

## Extremwetterlagen Wald – kritische Schwellen

### Verwendete Literatur (mit Angaben zu kritischen Schwellwerten)

- [1] Hickler, T., Bolte, A., Hartard, B., et al. (2012). Folgen des Klimawandels für die Biodiversität in Wald und Forst. In: Mosbrugger, V., Brasseur, G., Schaller, M., Stribrny, B. [Hrsg.]: Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 164-221.
- [2] Lerch, G. (1991). Pflanzenökologie. Akademie-Verlag, Berlin, 535 Seiten.
- [3] Larcher, W. (2001). Ökophysiologie der Pflanzen. UTB Verlag, Stuttgart, 408 Seiten.
- [4] Krause, A. (2011) Regionales Management von Klimafolgen in der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen. Ber. Institut Meteorol. Klimatol. Univ. Hannover Bd. 77, 108 Seiten (und Anhang).
- [5] Glenz, C., Schlaepfer, R., Iorgulescu, Kienast, F. (2006). Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. For. Ecol. Manage. 235, 1-13.
- [6] Hager, H., Willinger, M. (1994): Schneebruch und Windwurf im Böhmerwald. Forstliche Schriftenreihe der Universität für Bodenkultur, 7, 147-169.
- [7] Peltola, H., Kellomäki, S., Väisänen, H. (1999). Model computations of the impact of climatic change on the windthrow risk of trees. Clim. Change 41, 1, 17-36.
- [8] Wellpott, A. (2008). The stability of continuous cover forests. PhD thesis, Univ. Edinburgh, School of Geosciences, 160 Seiten (website: [http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CDMQFJAA&url=http%3A%2F%2Fwww.axelwellpott.org%2Findex.php%2Fcomponent%2Fdocman%2Fdoc\\_download%2F5-phd-thesis-stability-of-continuous-cover-forests.html&ei=9vlyU7b0l4S1yAPN6oGYDw&usq=AFQjCNGGZ4DuXf\\_GV1MmqcWBVNALyQRHQ&bvm=bv.63738703,d.bGQ](http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CDMQFJAA&url=http%3A%2F%2Fwww.axelwellpott.org%2Findex.php%2Fcomponent%2Fdocman%2Fdoc_download%2F5-phd-thesis-stability-of-continuous-cover-forests.html&ei=9vlyU7b0l4S1yAPN6oGYDw&usq=AFQjCNGGZ4DuXf_GV1MmqcWBVNALyQRHQ&bvm=bv.63738703,d.bGQ))
- [9] Czajkowski, T., Schill, H. (2013). Ableitung von Absterbewahrscheinlichkeiten der Baumartenverjüngung bei Buchen und Fichten durch Trockenheit im Zusammenhang mit dem Auftreten von Extremwetterereignissen in Deutschland. Schlussbericht vom Entscheidungshilfe-Vorhaben (EH2) FKZ 2813HS003, Hochschule für Nachhaltige Entwicklung (HNE) Eberswalde (nicht publ.).
- [10] Karlsson, P. E., Uddling, J., Braun, S., et al. (2004). New critical levels for ozone effects on young trees based on AOT40 and simulated cumulative leaf uptake of ozone, Atmos. Environ., 38, 2283–2294.

## Definitionen und kritische Schwellen

---

### Geringe bzw. keine Relevanz von folgenden Extremwetterlagen (im Gegensatz zu LW/Sonderkulturen)

- Wechselfrost
- Frühfrost
- Dauerregen (sofern keine Wassersättigung/Überflutung)
- Starkregen (sofern keine Wassersättigung/Überflutung)
- Hagel

## Definitionen und kritische Schwellen

---

### Wichtige Beschränkungen

- **Hauptsächlich abiotische Einzel-Einflüsse**, daher fehlende Wechselwirkungen (z.B. Nassschneebelastung – Windwurf, Stickstoffeintrag – erhöhte Frostempfindlichkeit)
- **Folge- und Begleitschäden durch biotische Schaderreger nicht enthalten** (z. B. Borkenkäferbefall Fichte: Trockenheit/Wärme – geringer Verteidigungsstatus (niedriger Harzdruck) – erhöhte Borkenkäferschäden)
- Viele **Grenzwerte nur aus lokalen/regionalen Fallstudien abgeleitet**, daher Unsicherheit bei der Übertragung.