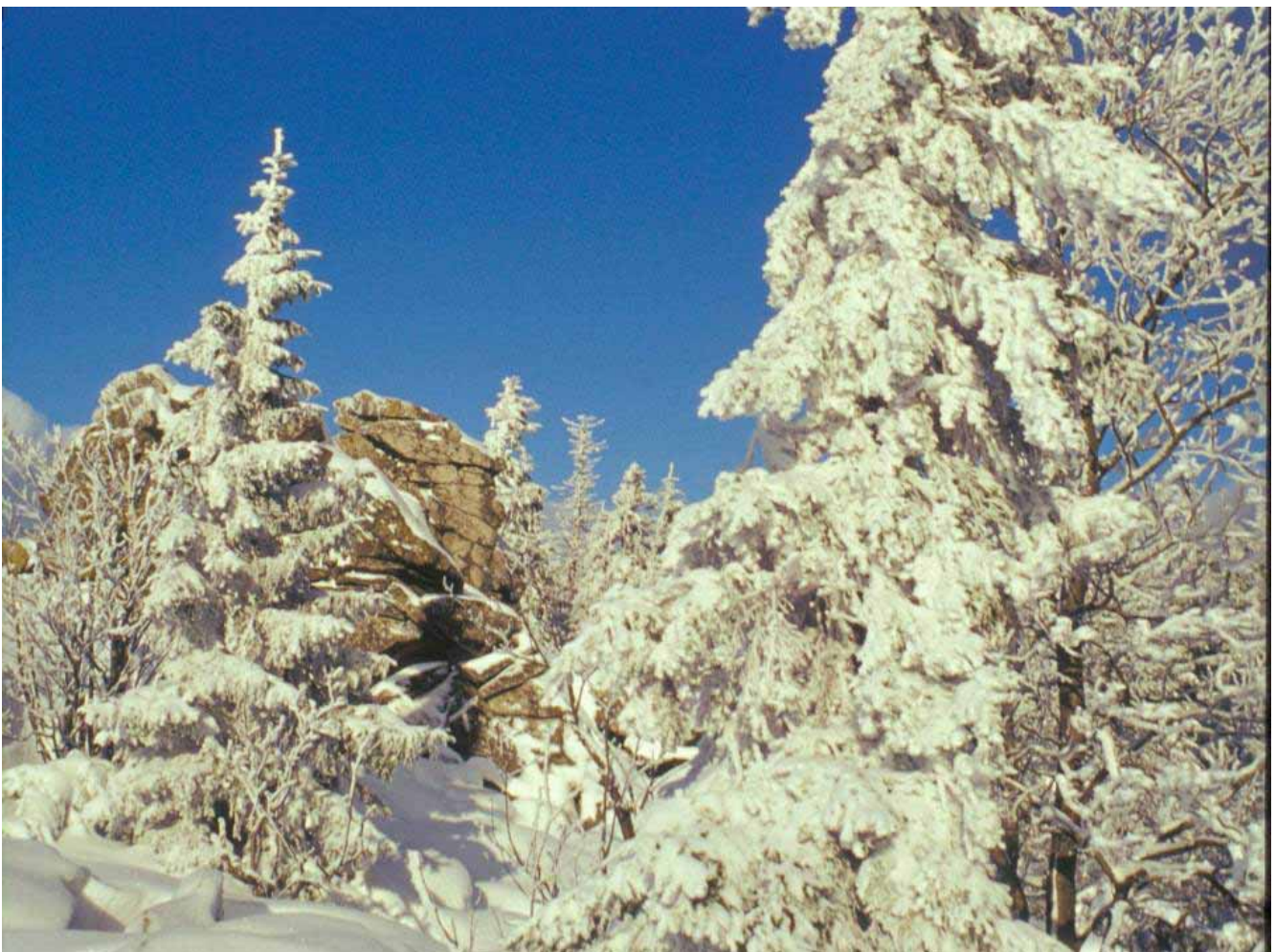




Warum kann der Boden kälter werden,
wenn das Klima wärmer wird?

**Und wieso ist das wichtig für
Planzen?**

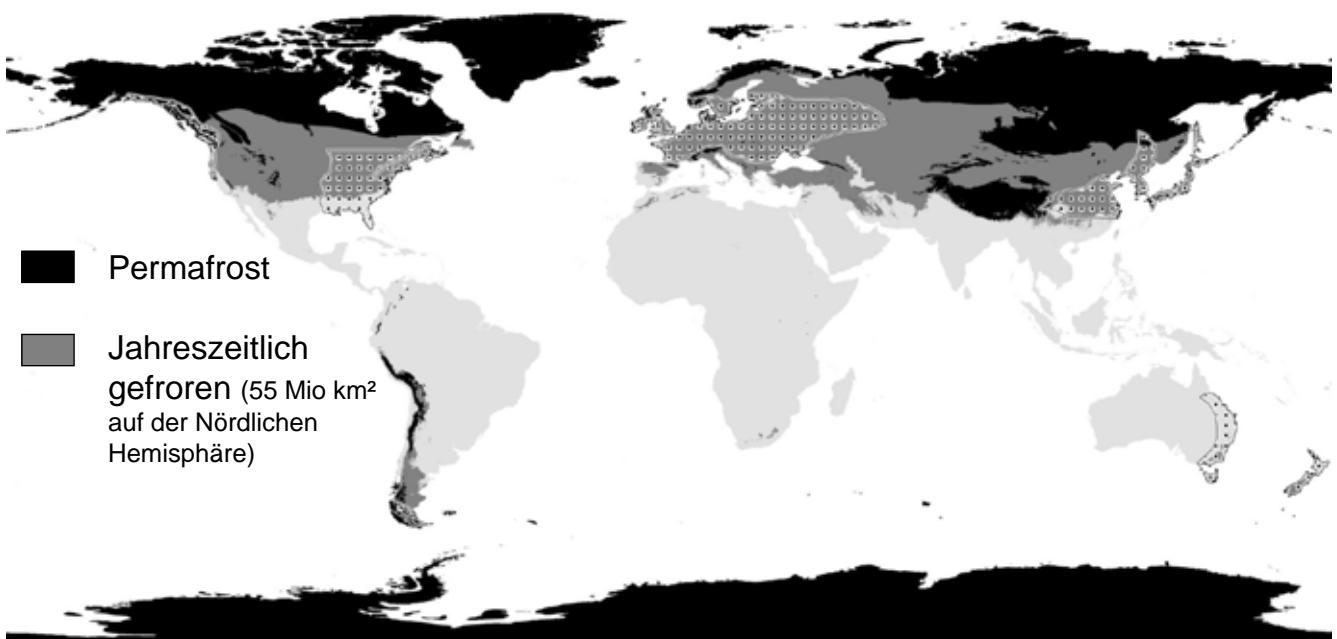
Dr. Jürgen Kreyling



Inhalt

- die ökologische Bedeutung des Winterklimas
- Veränderungen im Winterklima
- Je wärmer der Winter um so besser für die Pflanzen?
Zwei Beispiele
- eine offene Forschungsfrage

Winter räumlich: Bodentemperatur



Winter ökologisch

- Verbreitungsgrenze vieler (tropischer) Arten
- Annuelle Zyklen (Laubwurf, Winterschlaf, Zugverhalten)
- Kalamitäten nach milden Wintern
- Mikrobielle Aktivität
- Nährstoffkreisläufe
- Treibhausgasfreisetzung

Winter ökologisch: Bodenfrostwechsel

- Nährstoffauswaschung (Henry, 2007; Matzner & Borken, 2008)

Nitrat-Verluste bleiben sogar nach 11 Frostzyklen sehr hoch
(Joseph & Henry, 2008)

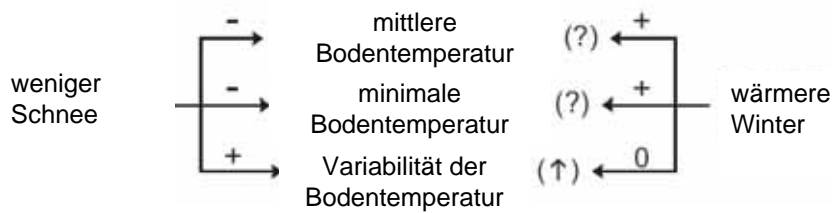
Mechanismen:

- Aufbrechen von Bodenaggregaten (Staricka & Benoit, 1995)
oder Pflanzenmaterial (Harris & Safford, 1996)
- Zersetzung von mikrobiellen Zellen
(e.g. Skogland, Lomeland & Goksoyr, 1988)
- Wurzelschäden (Robitaille et al., 1995; Tierney et al., 2001; Weih & Karlsson, 2002)

Veränderungen im Winterklima



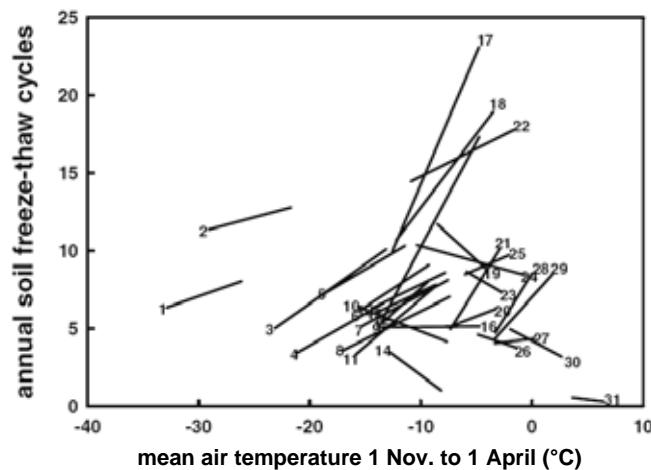
- Winter werden wärmer
- Pflanzenwachstum sollte profitieren
- ABER: mehr Regen, weniger Schnee



Winter und Klimawandel

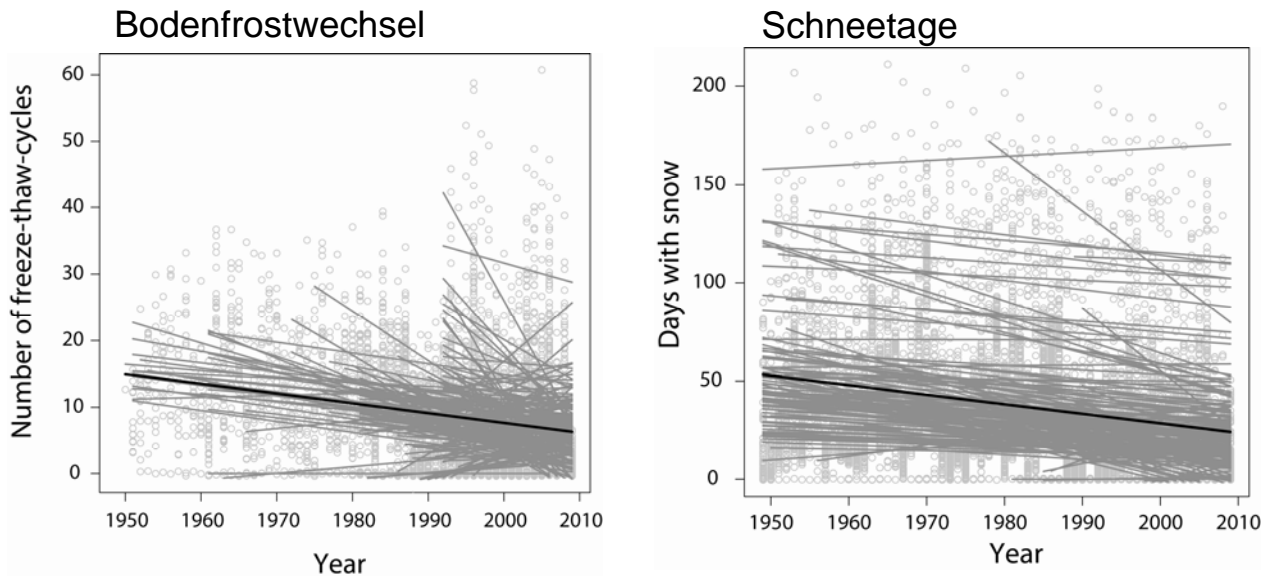
- 30 - 80% weniger Tage mit Luftfrost in Europa bis 2100 (Jylhä et al 2008 Clim Change)
- 40 - 80% weniger Schneetage bis 2100 (Jylhä et al 2008 Clim Change)
- **Weniger Schnee kann mehr Bodenfrost(wechsel) induzieren**
(Henry 2008 ClimChange, Venäläinen et al 2001 ClimResearch, Mellander et al 2007 ClimChange)

31 Kanadische Wetterstationen über die letzten 40 Jahre



Deutschland

- Abnahme der Bodenfrostdwechsel und der Tage mit Schneebedeckung in Deutschland

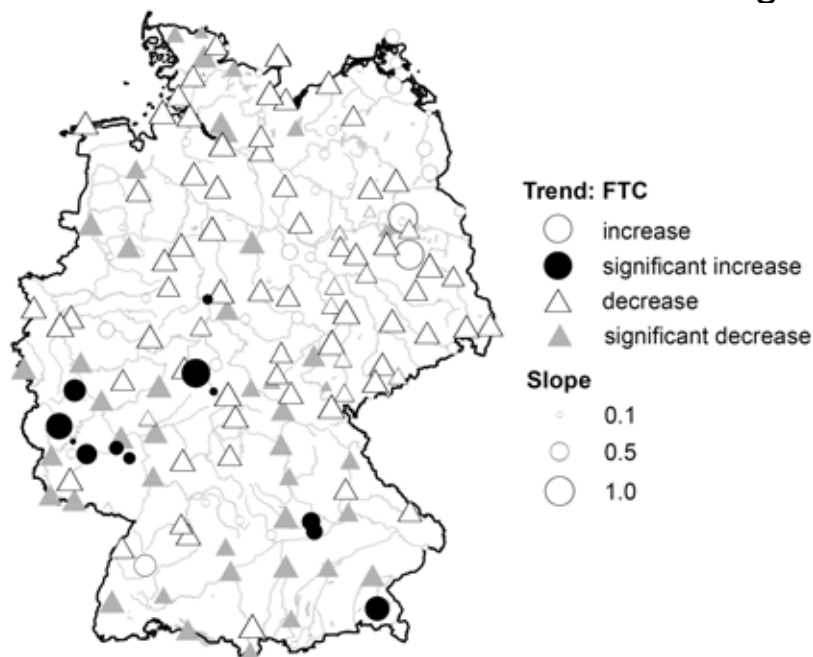


Zeitliche Trends für 177 Klimastationen.

Kreyling & Henry in prep.

Deutschland

- Nicht an allen Stationen ein einheitliches Signal

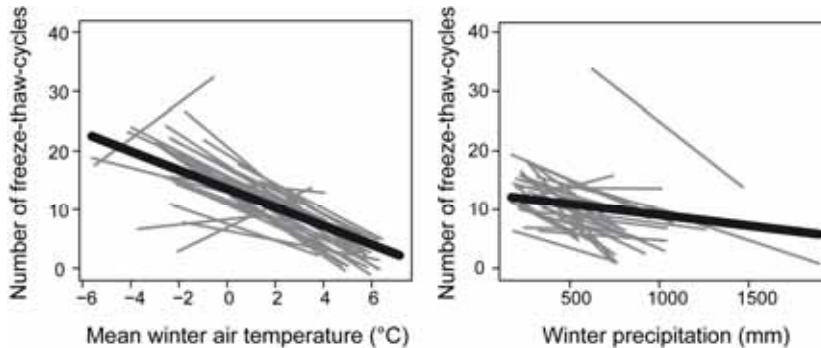


Zeitliche Trends im Auftreten von Bodenfrostdwechseln (FTC) 1995-2009 für 177 Klimastationen.

Kreyling & Henry in prep.

Deutschland

- Je wärmer und feuchter die Winter, desto weniger Bodenfrostwechsel



Warmer (a) and moister (b) winters are correlated with fewer FTC for the majority of the 29 weather stations with a record of more than 15 years and freely available daily air temperature and precipitation data. Winter: December 1st to March 31st

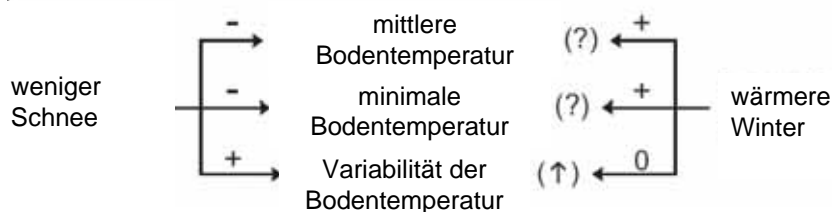
Kreyling & Henry in prep.

Veränderungen im Winterklima



- Winter werden wärmer
- Pflanzenwachstum sollte profitieren
- ABER: mehr Regen, weniger Schnee

Was heißt das nun für die Pflanzen? – Zwei Beispiele



Beispiel 1: Scheinzypresse



Scheinzyresse, Lebensbaum (*Xanthocyparis nootkatensis*)

Beispiel 1: Scheinzypresse

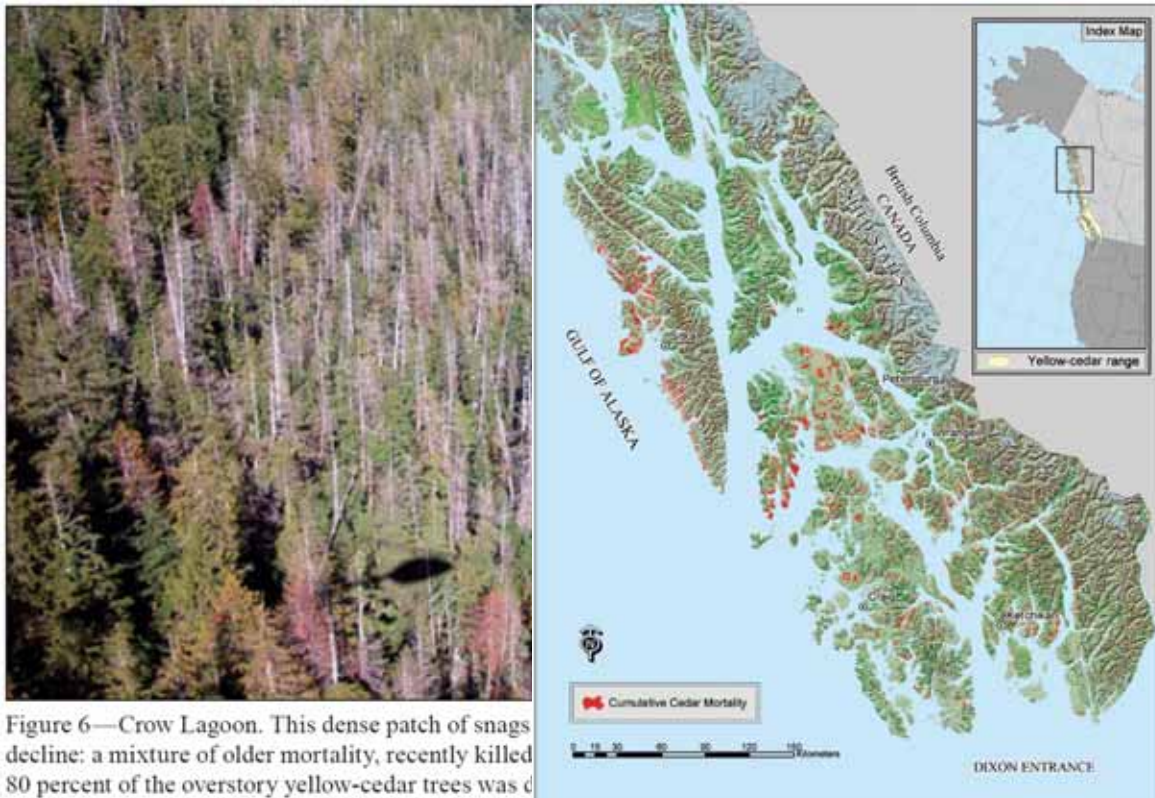


Figure 6—Crow Lagoon. This dense patch of snags decline: a mixture of older mortality, recently killed 80 percent of the overstory yellow-cedar trees was located above an open sloping bog on an

Figure 7—Distribution of yellow-cedar decline in southeast Alaska and inset map of the natural range of yellow-cedar.

Beispiel 1: Scheinzypresse

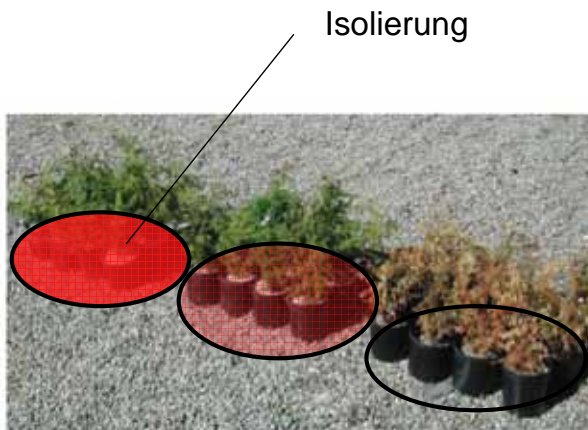
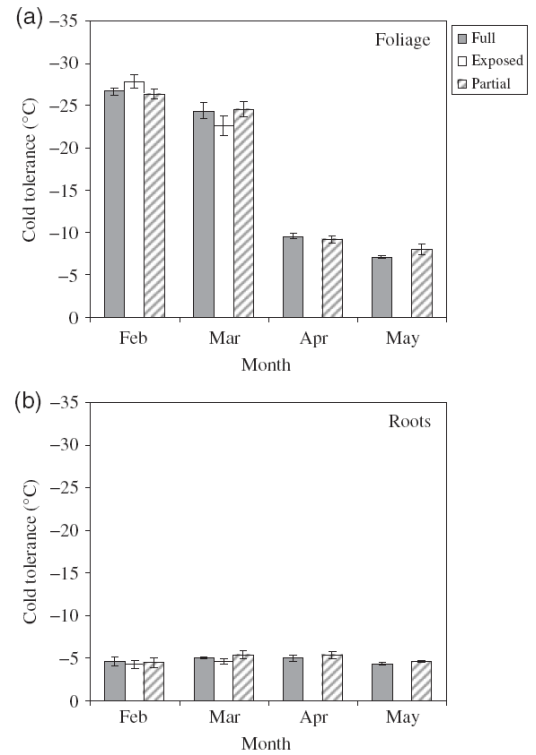


Fig. 5 Differences in the visible injury of foliage of yellow-cedar seedlings during the fourth sampling interval on 22 May removed from their blocks and arranged by treatments: full protection (left), partial protection (middle), exposed (right).



Schaberg et al. 2008 Global Change Biology

Beispiel 1: Scheinzypresse

Wurzeln ertragen maximal -5°C und können sich nicht abhärten
 => Absterben wegen Bodenfrost in Folge mangelnder Schneebedeckung



Schaberg et al. 2008 Global Change Biology

Beispiel 2: Spätfrost

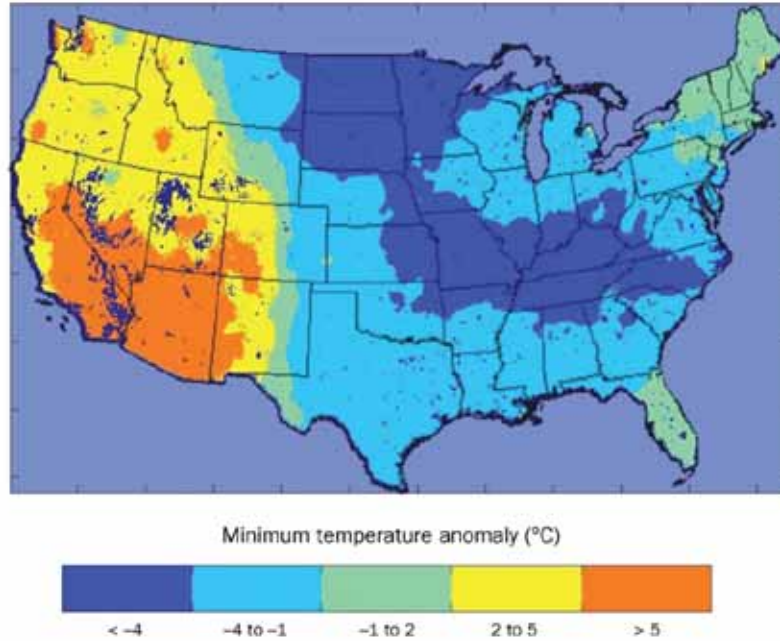


Figure 1. Anomalies of the average daily minimum temperature (degrees Celsius) for the period 5–9 April 2007 relative to the 2000–2006 average computed with the terrestrial observation and prediction system (8-kilometer spatial resolution).

Gu et al. 2008 Bioscience

Beispiel 2: Spätfrost



Figure 4. Sample photographs showing different degrees of freeze damage to leaves and fruits of natural and horticultural species in Oak Ridge, Tennessee.

Beispiel 2: Spätfrost

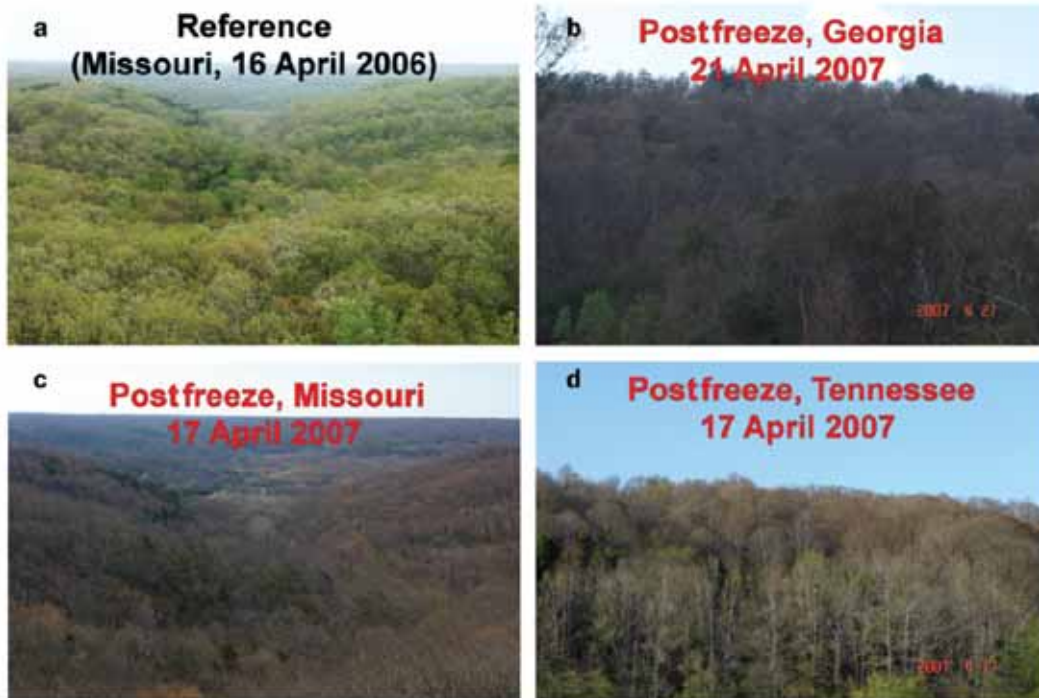


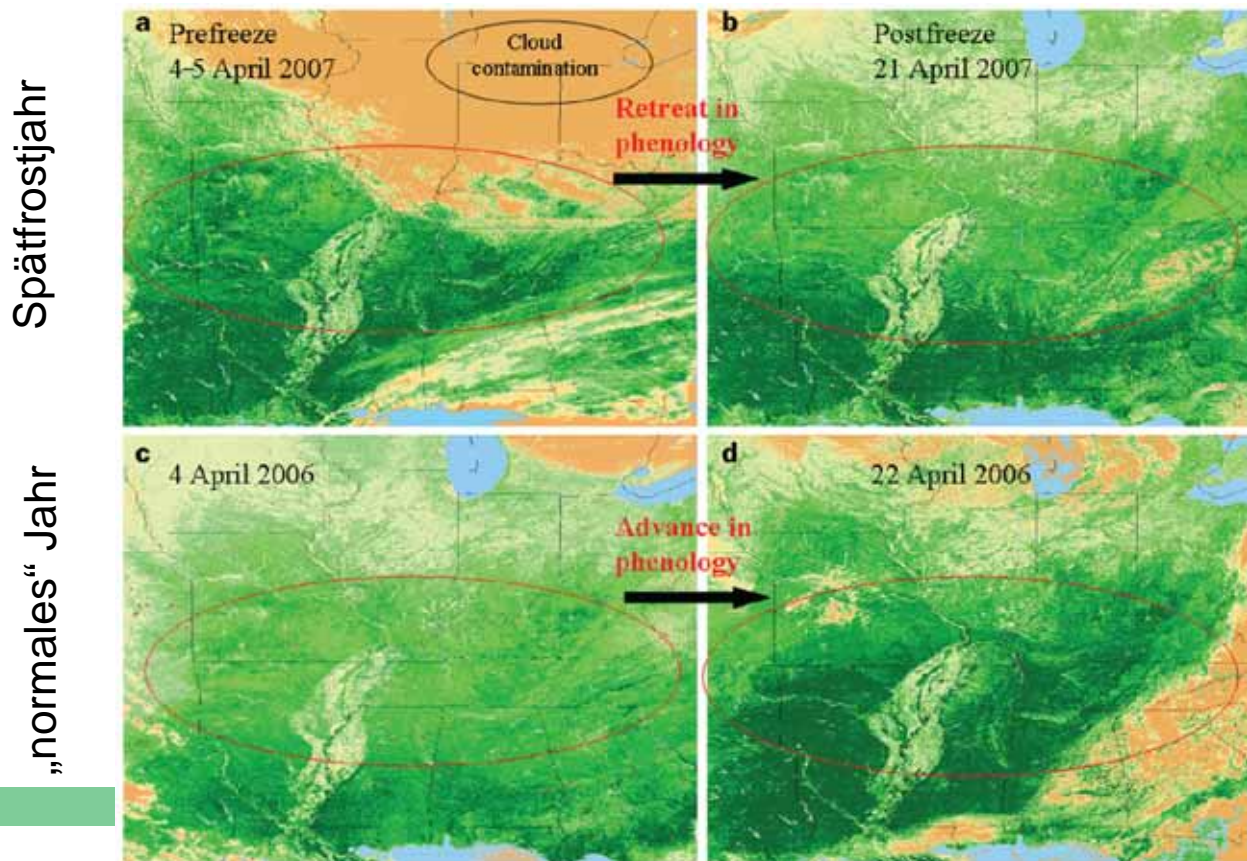
Figure 6. Samples of freeze-damaged canopies in northern Georgia (b), central Missouri (c), and eastern Tennessee (d). A picture from the same period in 2006 on the same spot as the Missouri freeze-damage picture is used as a reference (a). Had the 2007 spring freeze not occurred, all three sites should be at least as green as indicated by (a), because Missouri is the northernmost site of the three.

Beispiel 2: Spätfrost



Figure 5. A comparison of prefreeze and postfreeze aspects of a switchgrass plantation in Milan, Tennessee. The switchgrass in the lower picture was not dead and grew back subsequently. The summer-style clothing of the two scientists in the upper picture indicates the warmth right before the 2007 spring freeze. Photographs: Tris West (prefreeze picture); Rosier Matamala (postfreeze picture).

Beispiel 2: Spätfrost

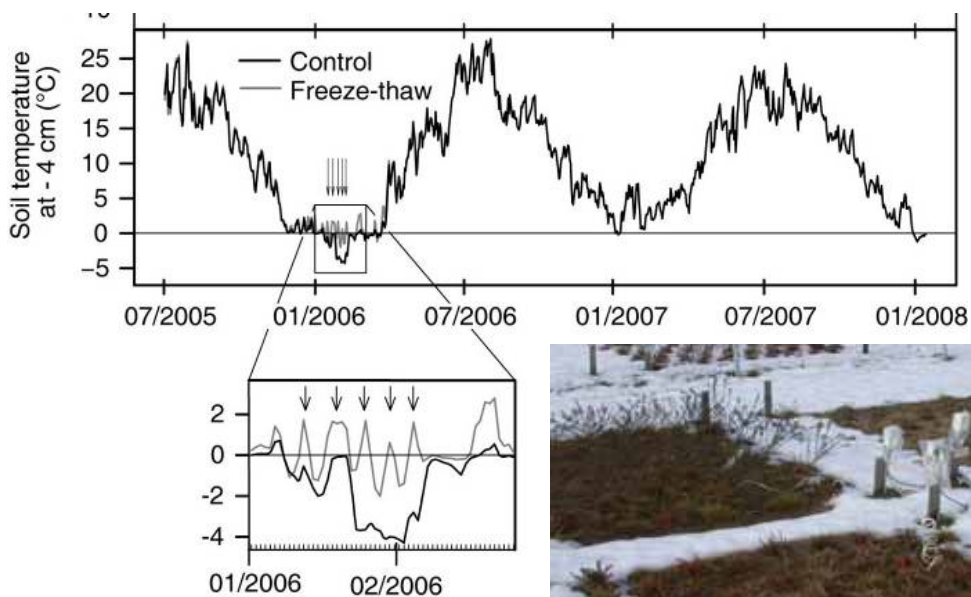


Beispiel 2: Spätfrost

- Warmer Winter führte zu früher Vegetationsentwicklung
- Spätfrostereignis traf (zu) weit entwickelte Vegetation
- flächenhafte Schädigung
- Schäden in Land/ und Forstwirtschaft in Höhe von >100 Millionen Dollar allein in North Carolina

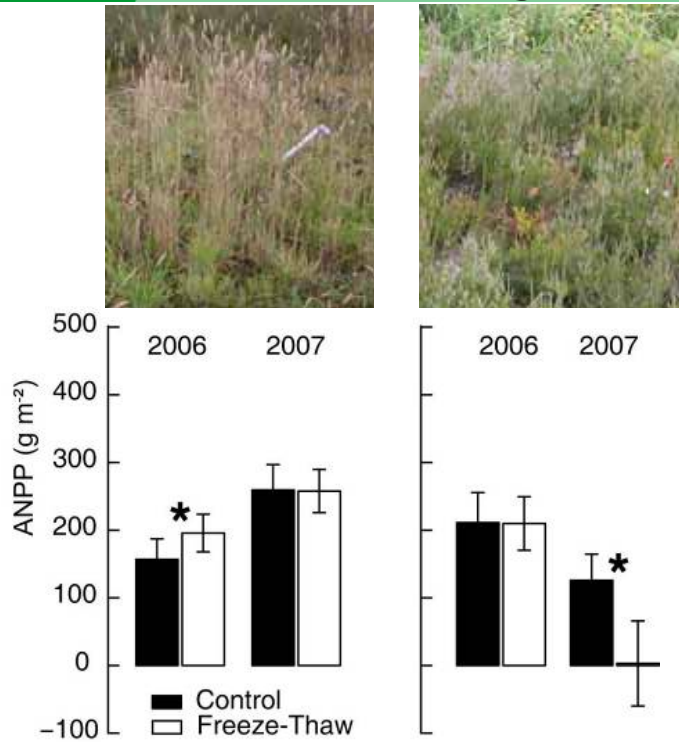


EVENT: Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die Vegetation



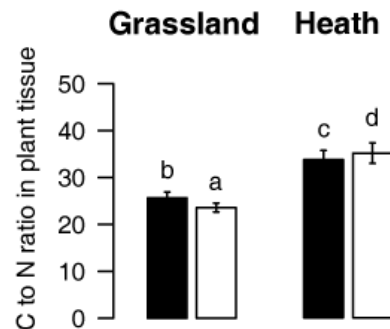
5 replications,
3 species compositions per vegetation type



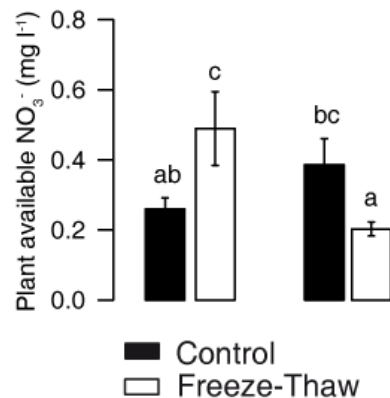


Kreyling et al 2008 New Phytologist; 2010 BasicApplEcol

Blatt-C/N (Sommer 2007)



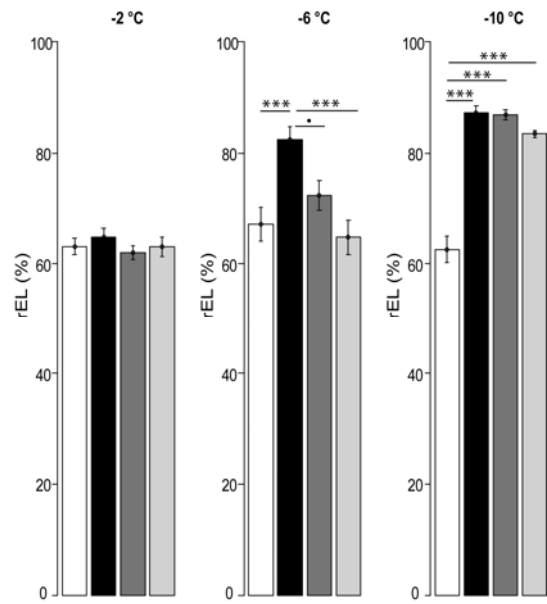
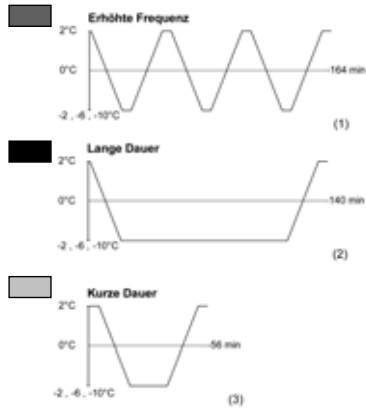
Pflanzenverfügbare Stickstoff im Boden (Sommer 2007)



as influenced by five additional FTC in winter 2005/06. Mean values and standard errors are shown. Letters display homogeneous treatment groups (for plant tissue CN: Mixed Model: $p < 0.05$; for plant available NO₃⁻: TukeyHSD post-hoc comparison). $n = 15$ for each bar.

Kreyling et al 2010 BasicApplEcol

Wurzelschäden?

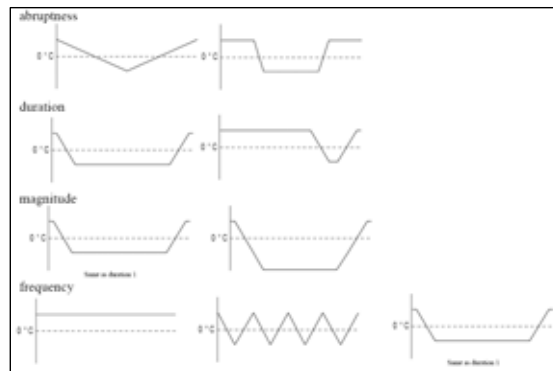


Vergleich der relativen elektrischen Leitfähigkeit (rEL) der Wurzelproben von *C. vulgaris* nach den Frostsznarien. Dargestellt sind Mittelwerte und Standardfehler (n = 4). R = Referenz, 1 = Lang, 2 = Wechsel, 3 = Kurz.

DA Meike Benzenberg 2010

Mykorrhizierung?

- Artenzusammensetzung der Pilzgemeinschaft
- Methode: ITS-Sequenzierung (Molekulargenetik)

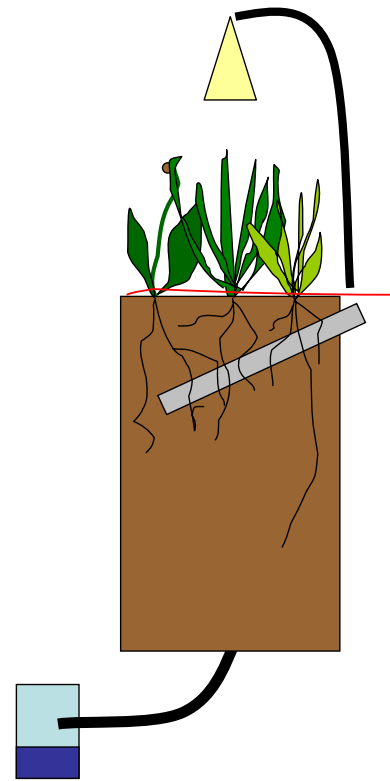


- Stand: keine dramatischen Veränderungen

DFG Kreyling/ Wöllecke

Lösung: Neues Experiment

Ziel: Prozessverständnis



DFG Jentsch/ Kreyling

Zusammenfassung

- Winter werden wärmer
- Wärmere Winter können zu vermehrten Forstschäden führen
 - weil der Boden nicht mit Schnee isoliert ist
 - weil die Pflanzen nicht in Abhärtung investieren
- Auswirkungen werden besonders in mittleren Breiten spürbar werden
- Abschätzung der Veränderungen in Ökosystemen bislang kaum abschätzbar