Michael Englisch, Andreas Schindlbacher, Karl Gartner, Robert Jandl

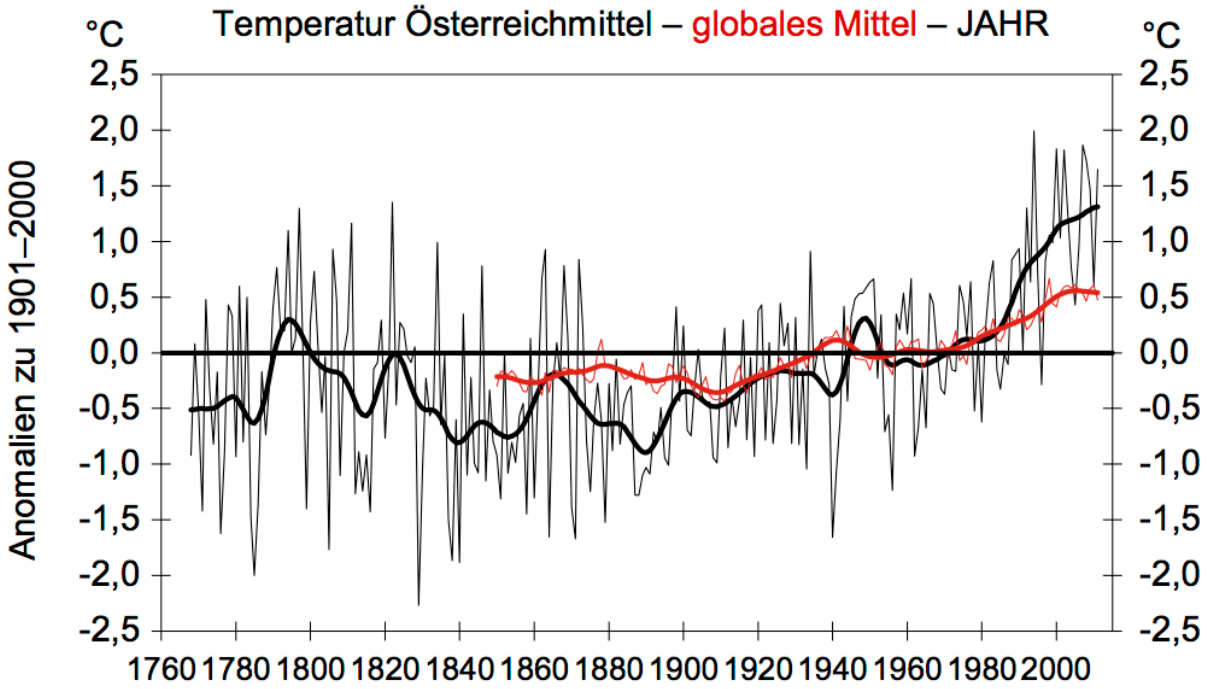
# Auf welchen Standorten kommt der Wald unter Druck?

Institut für Waldökologie und Boden

# Bedeutung des Klimas für die Ökosysteme

Mayer (1980):
„Bei aller Dynamik im stofflichen, energetischen und lebendigen Bereich bewegen sich in den Ökosystemen alle Schwankungen bei gleichbleibendem Klima um eine Mittellage im weiteren Sinn“.

# Temperaturentwicklung in Österreich, seit Beginn der Aufzeichnungen, HISTALP-Datensatz



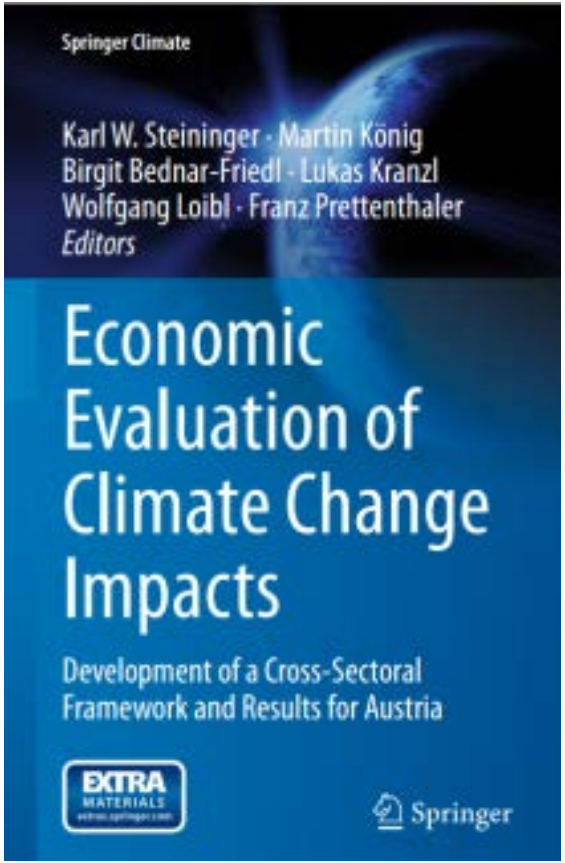

Einzeljahre und 20-jährig geglättet

Quellen: http://www.zamg.ac.at/histalp

# Temperatur-Prognosen

COIN (*Cost of Inaction*: Assessing the costs of climate change for Austria), ACRP-Projekt des Klima- und Energiefonds

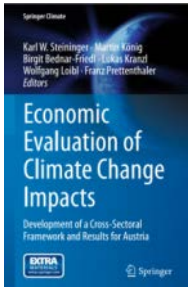
Formayer H. et al. 2015: 17 globale und 14 lokale Modelle zum Downscaling auf regionale Ebene (40 Nuts3 Einheiten in Österreich).

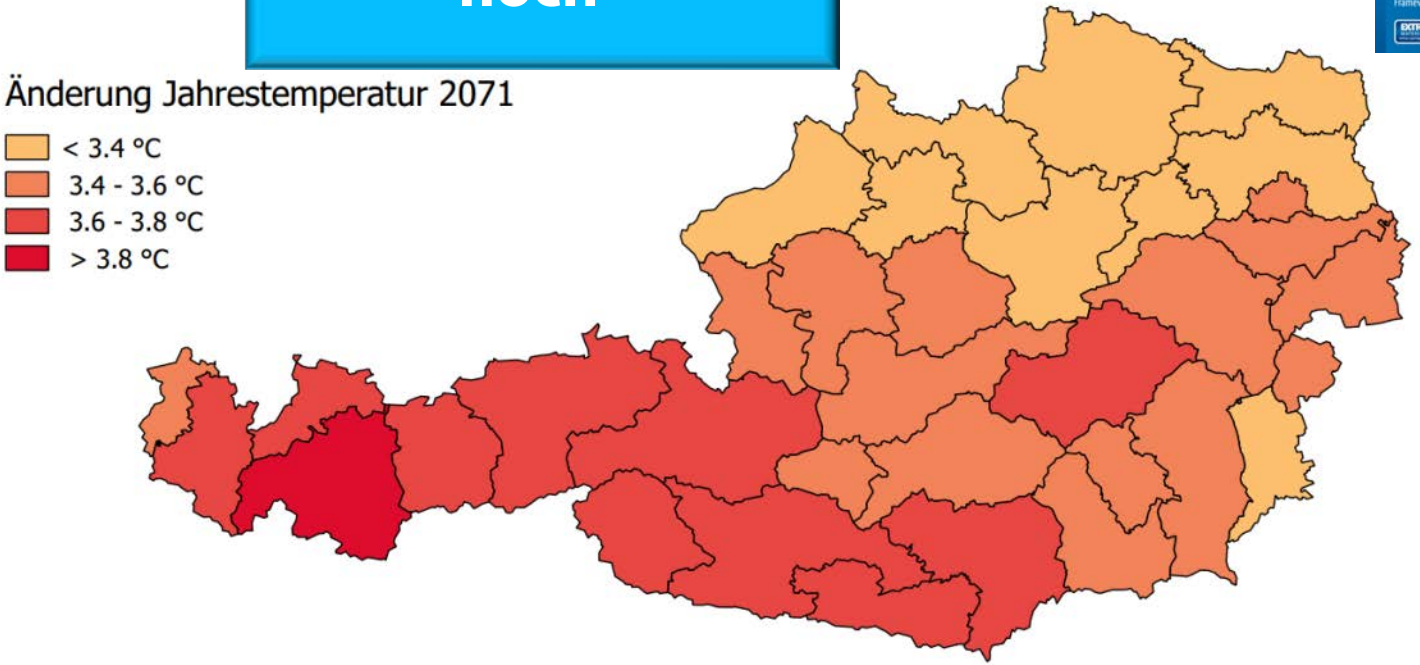


# Jahresmittel-Temperaturen 2071-2100 im Vergleich zu 1981-2010 (Formayer et al. 2015)

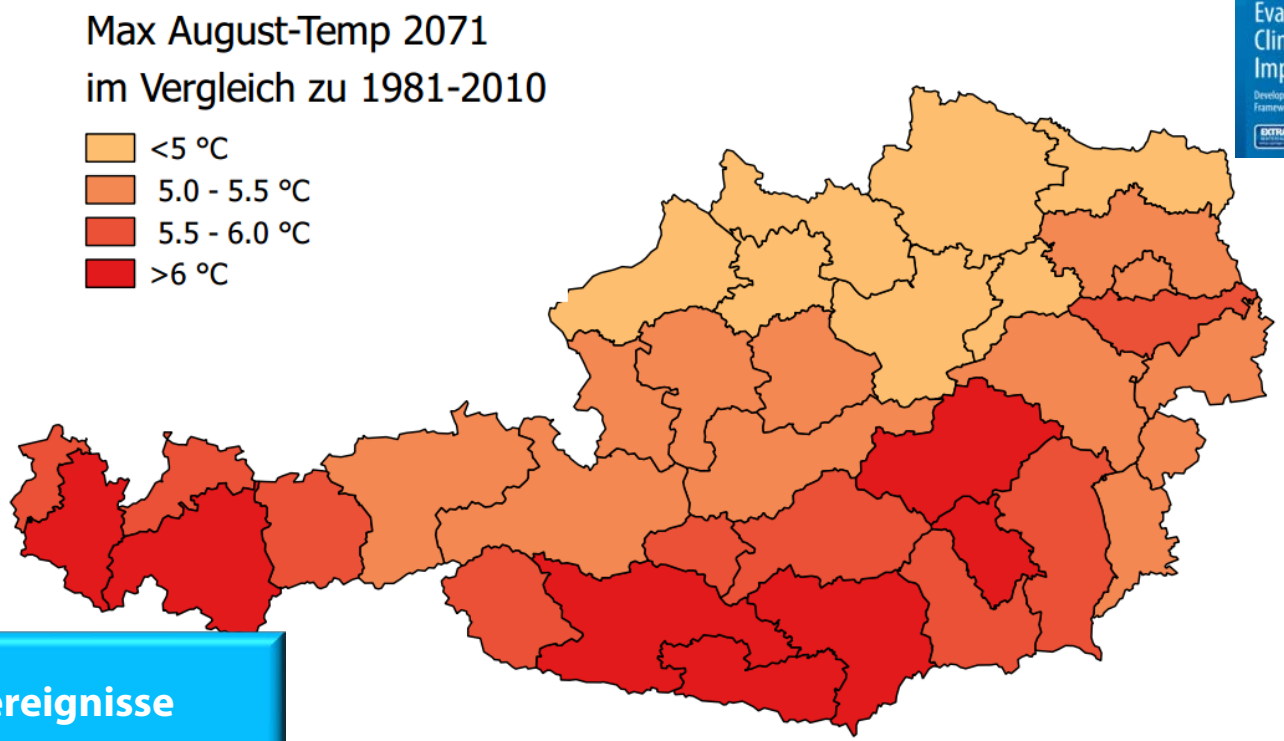
**Prognosesicherheit:**

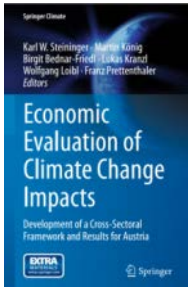
**hoch**



# August-Temperaturen 2071-2100 im Vergleich zu 1981-2010 (Formayer et al. 2015)

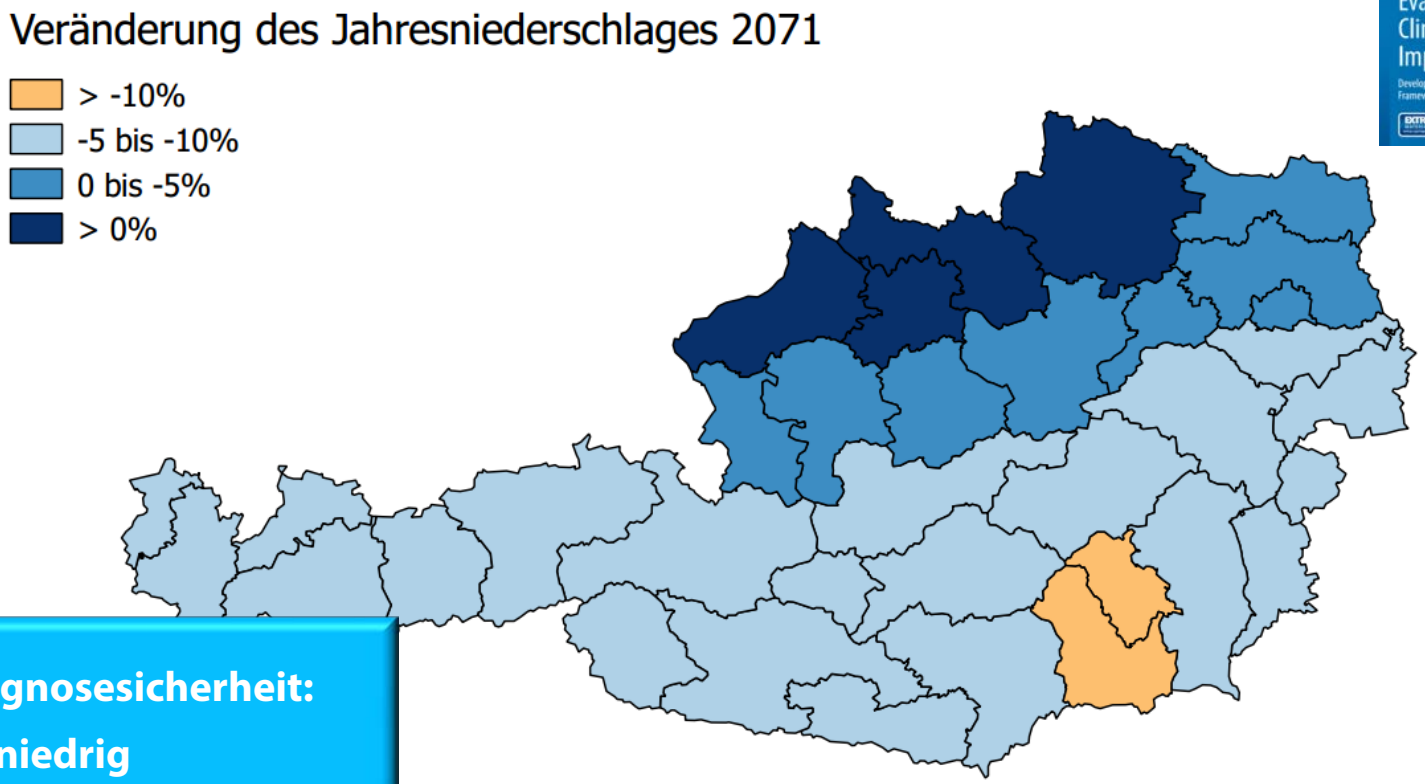



**Extremereignisse**

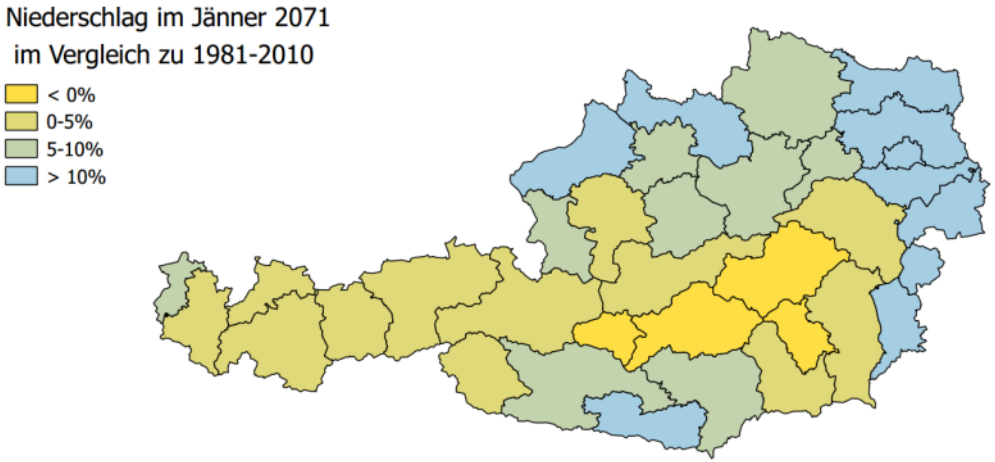
**Dürreperioden**

# Veränderung des mittleren Jahresniederschlags 2071-2100 im Vergleich zur Periode 1981-2010 (Formayer et al. 2015)

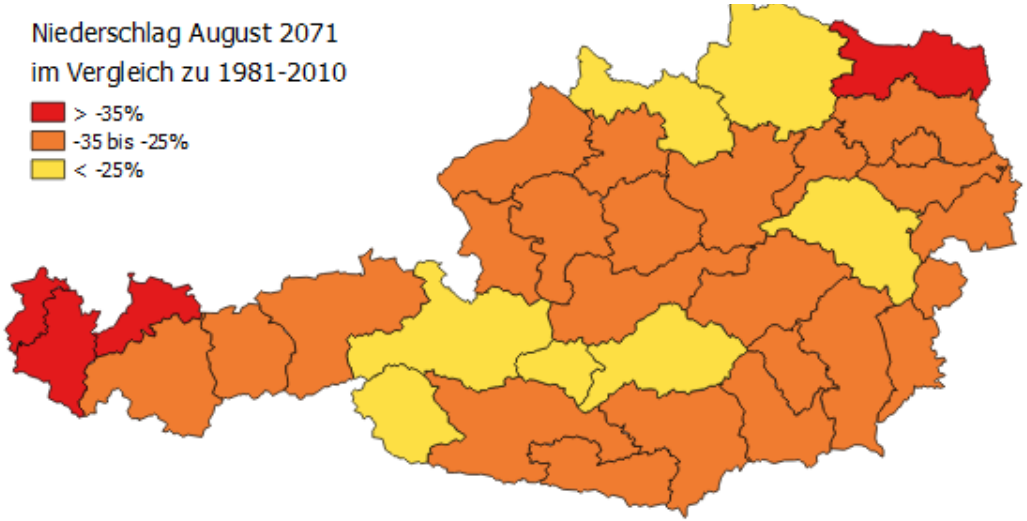



**Prognosesicherheit: niedrig**

# Jahreszeitliche Niederschlagsveränderungen




**Feuchtere Winter**




**Trockenere Sommer**

# Klimawandel und Standort

- Wärme/Hitze, Wasserversorgung
- Nährstoffe (Stickstoff)
- Kohlenstoff
- Prädisposition Störung (Schädlinge, Windwurf)
- Neophyten – Gastbaumarten; Neobiota

# Wärme

**Biomasseproduktion 2040 + 1,5°C; Niederschlag +20%; 0%; jahreszeitliche Verschiebung; -20 % (Wald u. Landw.)**

Erwärmung führt zu tendenziell **steigender Biomasseproduktion im Westen und zu Rückgängen im Osten** - Modellberechnung

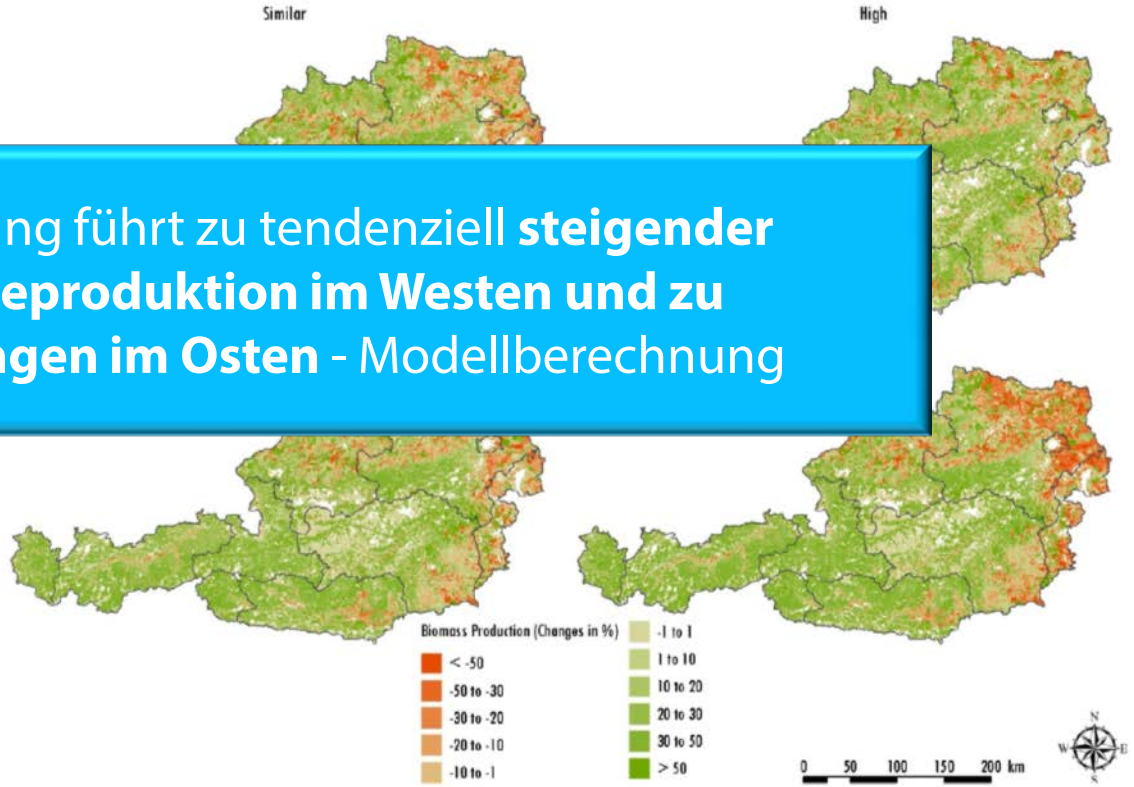



**Fig. 4.** Percent changes in total biomass production on agricultural land including afforestation in *BAU* for all climate change scenarios at 1 km grid resolution (compared to *REF*).

**Kirchner et al. (2015) Ecological Economics:** Veränderung der Biomassenproduktion – unterschiedliche Klimawandel- und Politikszenarien (links); rechts: räumliche explizite Darstellung (Klimawandelszenarien)

# Hitzestress

**Proteindenaturierung**

**zwischen 45 und 55°C**

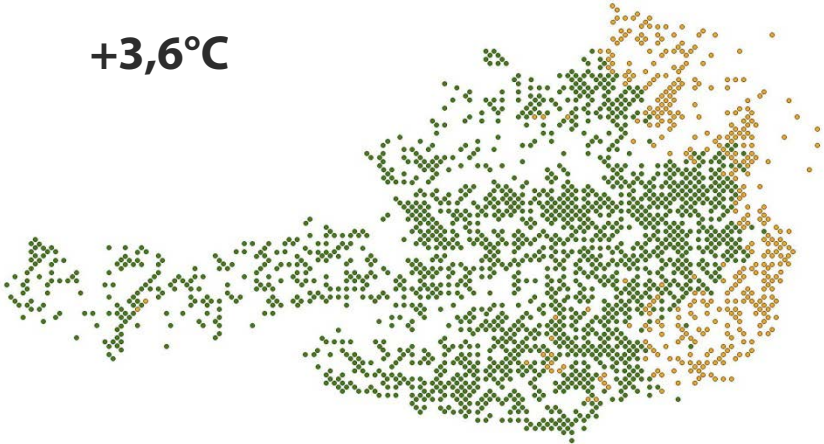
Baum kühlt durch Verdunstung

Temperatur/Hitzestress ist immer abhängig von **Wasserversorgung**

# Klimatische Wasserbilanz für Probeflächen der ÖWI, aktuelle Temperatur, + 2°C, +3.6°C; unveränderter Niederschlag

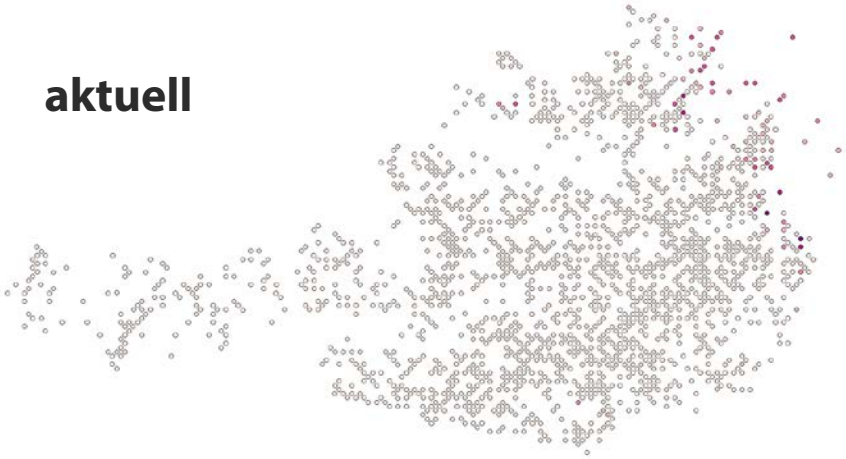
negative klimat. Wasserbilanz

positive klimat. Wasserbilanz



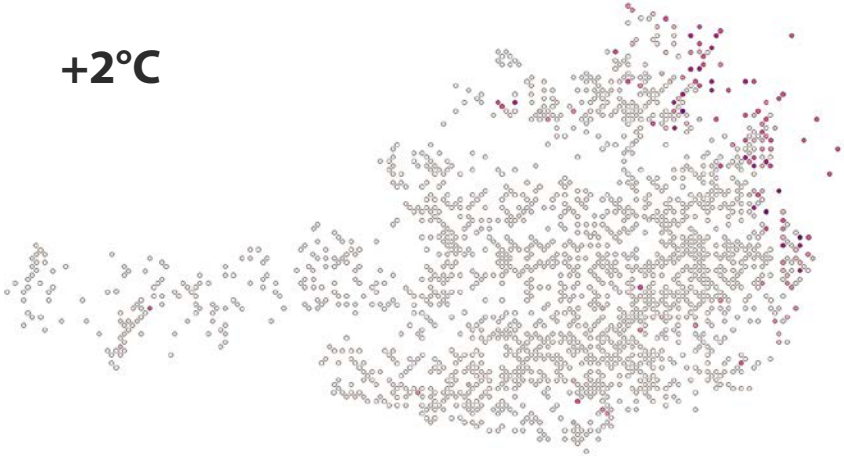
# Vegetation im Bereich des permanenten Welkepunktes; Anzahl der Monate pro Jahr; ÖWI-Flächen

**aktuell**

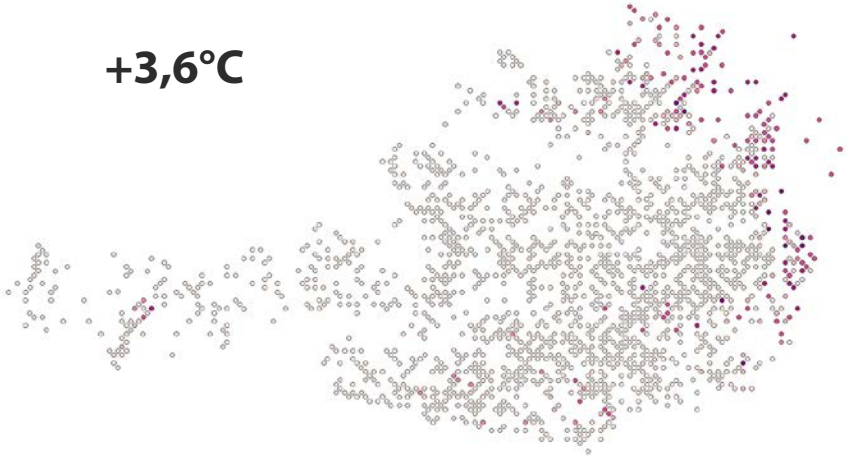


- 0-2 Monate
- 2-4 Monate
- 4-6 Monate
- 6-8 Monate
- 8-10 Monate
- >10 Monate

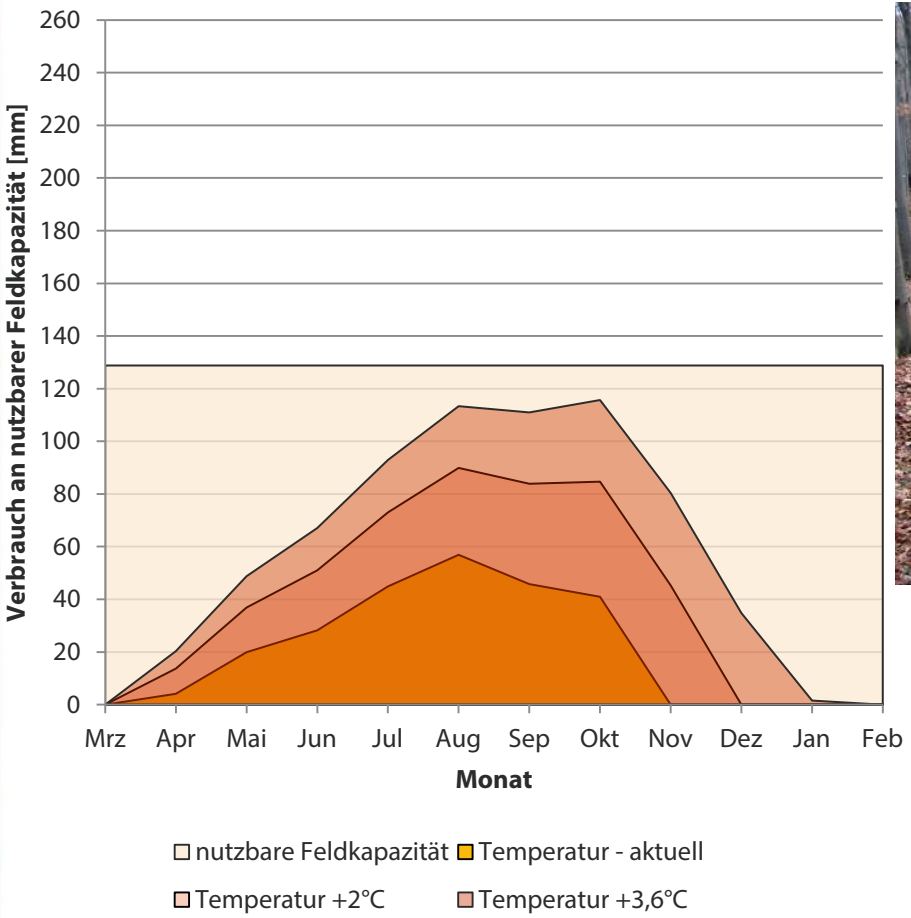
**+2°C**



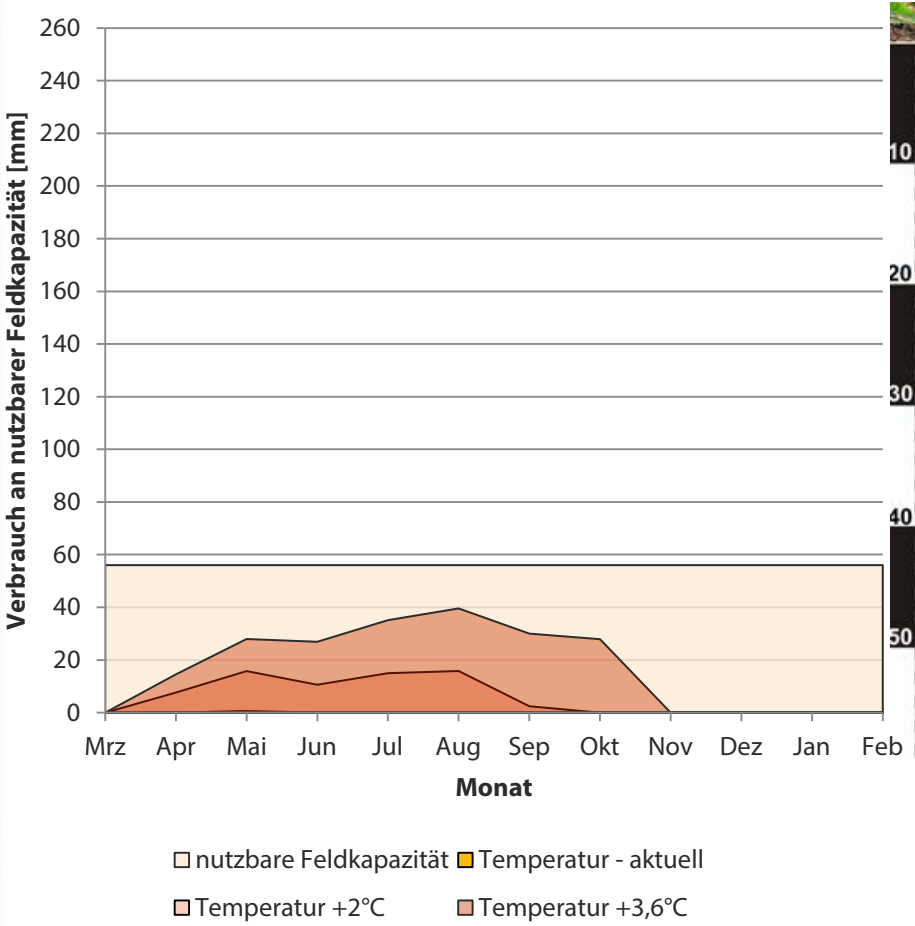
**+3,6°C**



# **Standort – Wasserversorgung,** Klausenleopoldsdorf: **geschätzte nutzbare Feldkapazität: 129 mm, Jahresniederschlag: 861 mm**

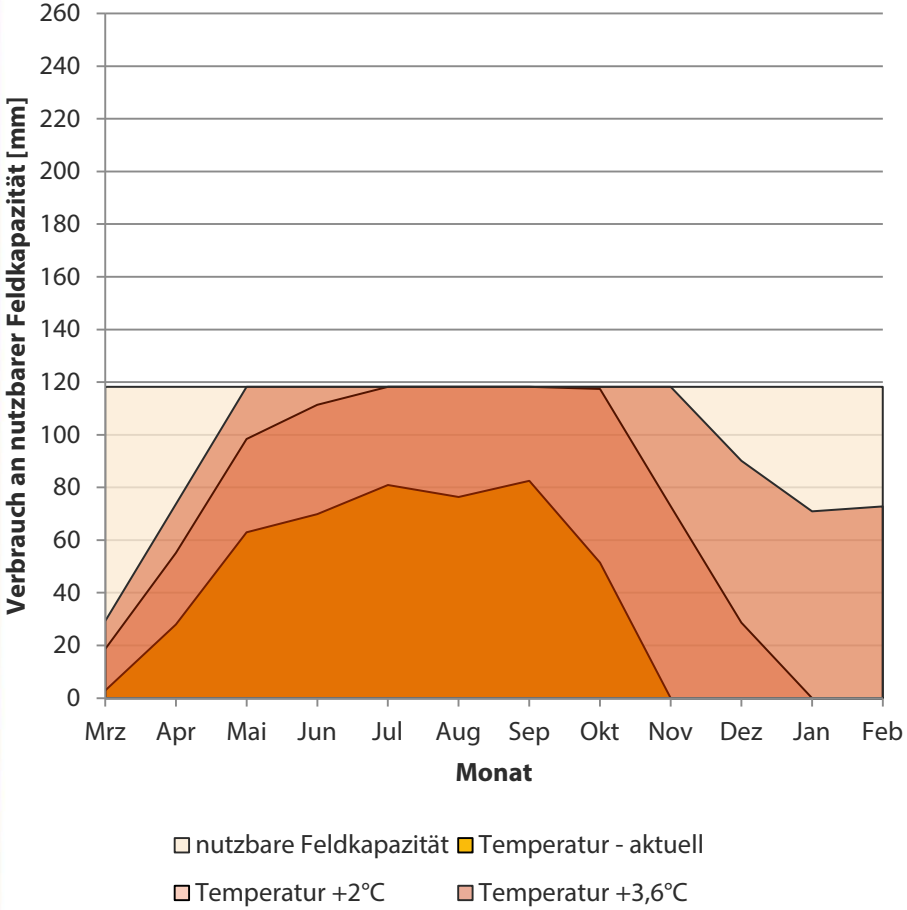


# Standort – Wasserversorgung, ÖWI-Fläche nahe Kleinzell, Kalkalpin, geschätzte nutzbare Feldkapazität: 56 mm, Jahresniederschlag: 971 mm

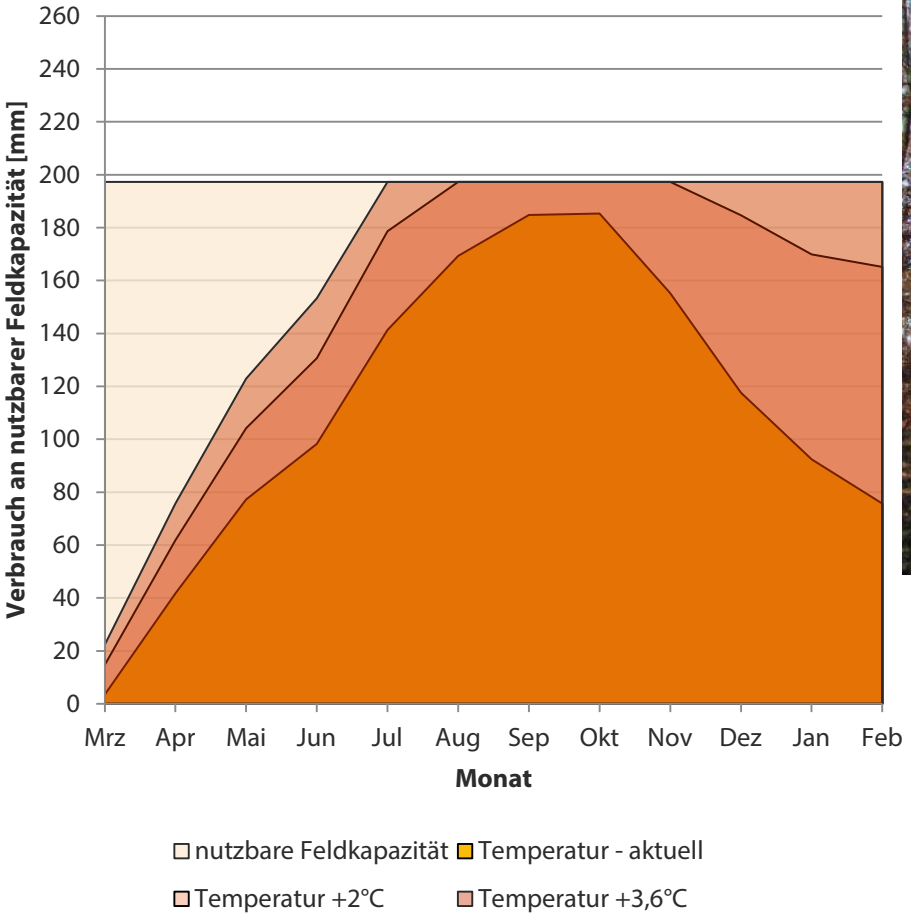


Fichten-Bestand mit Tanne und Esche

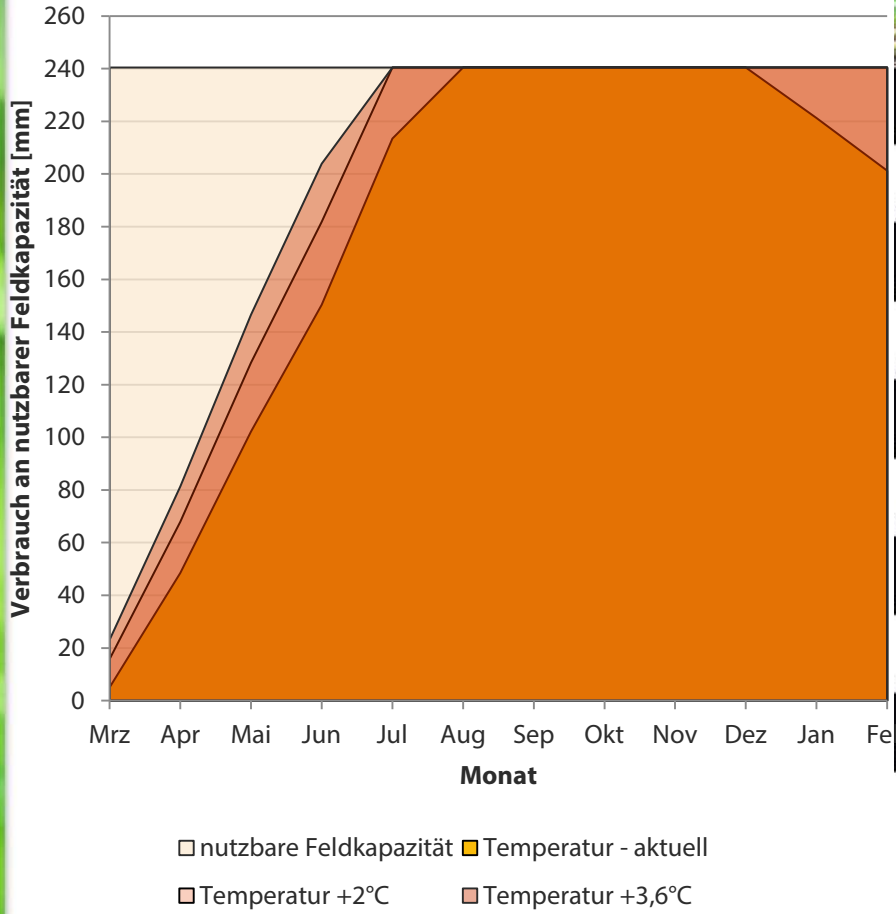
# **Standort – Wasserversorgung, ÖWI-Fläche,** Klagenfurter Becken: **geschätzte nutzbare Feldkapazität: 118 mm, Jahresniederschlag: 889 mm**



# Standort – Wasserversorgung, Unterpullendorf: geschätzte nutzbare Feldkapazität: 197 mm, Jahresniederschlag: 695 mm



# Standort – Wasserversorgung, ÖWI-Fläche (Weinviertel): geschätzte nutzbare Feldkapazität: 240 mm, Jahresniederschlag: 562 mm



Ahorn- Eschen-Kiefern-Dickung

# Mittlere Transpiration, Laubmasse und Bestandestranspiration unterschiedlicher Baumarten (Lyr et al. [eds.] 1992)

| Baumart | Mitt. Transpiration (Blätter) | Laubmasse | Bestandes-transpiration | Bestandes-transpiration |
|---|---|---|---|---|
| | [$gH_2Og^{-1}FGd^{-1}$] | $kgha^{-1}$ | $mmd^{-1}$ | $mma^{-1}$ |
| Birke | 9,5 | 4940 | 4,7 | 430-480 |
| Buche | 4,8 | 7900 | 3,8 | 320-370 |
| Lärche | 3,2 | 13950 | 4,7 | 460-580 |
| Kiefer | 1,9 | 12550 | 2,4 | 240-300 |
| Fichte | 1,4 | 31000 | 4,3 | 390-450 |
| Douglasie | 1,3 | 40000 | 5,3 | 480-580 |

# Klimawandel - Nährstoffe

- **Erwärmung** könnte die **Mineralisierung und Verfügbarkeit von Nährstoffen im Boden steigern** -> mehr Wachstum
- Bei zunehmend günstigeren Klimabedingungen könnten Nährstoffe **auf armen Standorten das Wachstumspotential einschränken**

# Klimawandel - Nährstoffe

**Indirekter Effekt:** Erhöhter Biomasseentzug

**Vermehrter Biomasseentzug kann langfristig zu Nährstoffmangel führen**

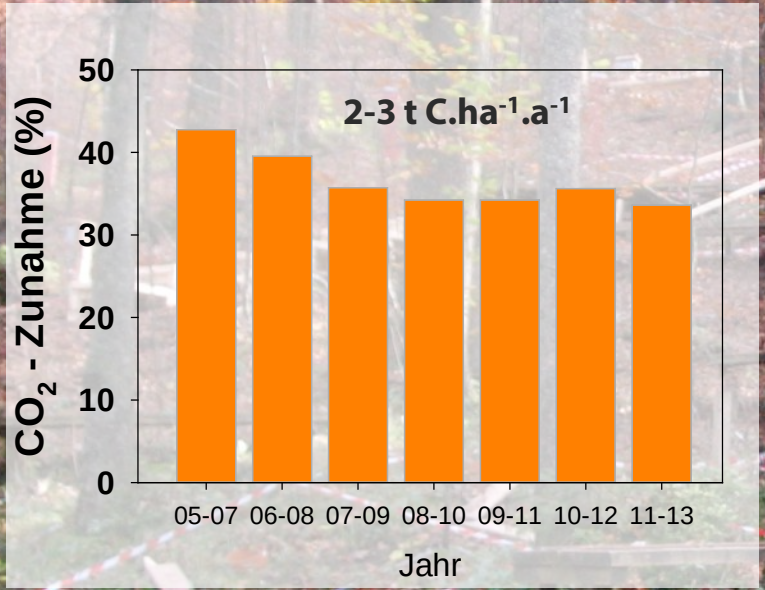
# Klimawandel - Kohlenstoff

- Wald ist wichtiger **Kohlenstoff-Speicher**
- Wald ist momentan eine wichtige **Kohlenstoffsenke (**Kyoto-Reporting)

- **> Klimawandel kann zu vermehrter Kohlenstoffspeicherung führen (steigendes Wachstum)**

-> Klimawandel kann **Bodenkohlenstoff freisetzten** (steigender Abbau) -> Worst Case: Wald wird Kohlenstoff-Quelle

# Bodenerwärmung Achenkirch




+ 4°C

# Klimawandel - Kohlenstoff

nature geoscience

news & views

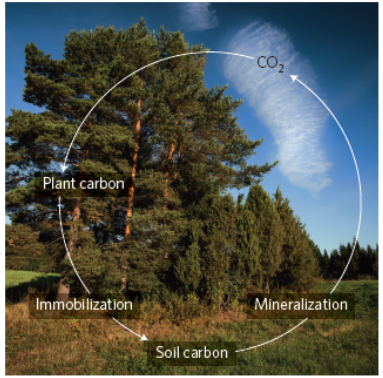
CLIMATE CHANGE

# Carbon losses in the Alps

Soil carbon stocks depend on inputs from decomposing vegetation and return to the atmosphere as $CO_2$. Monitoring of carbon stocks in German alpine soils has shown large losses linked to climate change and a possible positive feedback loop.

Guy Kirk

The response of the terrestrial carbon cycle to global change is one of the main uncertainties in current climate change predictions[1]. Most terrestrial carbon is held in soils as organic matter derived from the decay of plant material (Fig. 1). Soil organic matter accounts for roughly three times more carbon than living vegetation, and for more carbon than vegetation and the atmosphere combined. Because elevated atmospheric $CO_2$ concentrations have a fertilizing effect on plant growth, anthropogenic $CO_2$ emissions have triggered increases in the land carbon sink[2]. However, models predict that other factors — such as water and nutrients — will eventually become limiting to plant growth, and hence to the land carbon sink. In contrast, the turnover of soil organic matter producing $CO_2$ is expected to increase as the Earth warms. As a result, simulations using coupled




© JUHANI VIITANEN/ALAMY STOCK PHOTO

**Figure 1 |** Soil carbon dynamics. Plant productivity — and plant carbon stocks — can be stimulated by increased atmospheric $CO_2$ concentrations. Plant carbon is then decomposed and converted to soil carbon, where it can

35 sites across both forests and pastures. They found no change in soil carbon in the pasture areas, but large losses in absolute and percentage terms in soils with high carbon stocks in forests at elevations below 1,100 m. Changes in management weren't responsible for the carbon losses, because forests across the German Alps have been under constant, low-intensity management for more than 50 years. Instead, the losses matched changes in mean summer temperatures at the low-elevation sites: temperatures at these elevations increased by 0.5 °C per decade over the survey period, even though mean winter temperatures at these elevations decreased by 0.3 °C per decade.

Measuring climate-induced changes in soil carbon is difficult. Measurable changes occur on decadal timescales, and it can be challenging to detect the changes against large background concentrations and the

# Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

- starker Temperaturanstieg (hohe Sicherheit); relativ wenig Veränderung in Niederschlagsmenge (unsicher)
- auf nicht wasserlimitierten Standorten der Alpen erscheint prinzipiell aufgrund der höheren Temperaturen in Zukunft **höheres Wachstum** als bisher möglich (Stickstoffeintrag – Düngeeffekt; Ende außerforstlicher Nutzungen)
- **Wachstumsrückgang/Baumartenwechsel/Trockenstreß im Weinviertel, östl. Waldviertel, Wiener Wald, Grazer Bergland, Mittel- und Südburgenland, punktuell im Klagenfurter Becken, Mühlviertel, östliche Randalpen, Grazer Becken, inneralpine Trockengebiete**.
- Kalkalpin → starke Hinweise auf Verluste an organischer Substanz aus dem Boden (Schindlbacher; Prietzel & Christophel 2013) → Verlust an Speicherung von pflanzenverfügbarem Wasser, Nährstoffen.

# Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

- **Veränderungen auf sehr vielen Standorten**
- Neophytenproblematik – z.B. Götterbaum
- Herausforderungen: Störungen – veränderte Risikoeinschätzungen → Bewirtschaftungsveränderungen);
- Multifunktionelle Waldwirtschaft – erwünschte Strukturen und Baumarten ?
- Seit Mitte des 19. Jh. mehr Waldfläche und Vorrat im alpinen Raum → erhöhte Anfälligkeit für Störungen . (Bebi et al. 2016)

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit !