



Picture: H. Cochard



# Klimawandel: Welche Baumarten sind noch vertretbar?

Steven Jansen

# nature

THE INTERNATIONAL WEEKLY JOURNAL OF SCIENCE

## THE HEAT IS ON

A survival guide for the post-Kyoto world **PAGE 653**



**CULTURE**

### DEAD RECKONING

Two exhibitions put death centre stage

**PAGE 671**

**GEOCHEMISTRY**

### MAKING THE SEABED

Global distribution of ocean-floor trace elements

**PAGES 677 & 698**

**CEREALS**

### FEEDING THE BILLIONS

Analysis of bread wheat and barley genomes

**PAGES 670, 705 & 711**



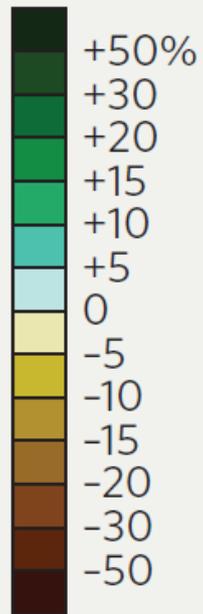
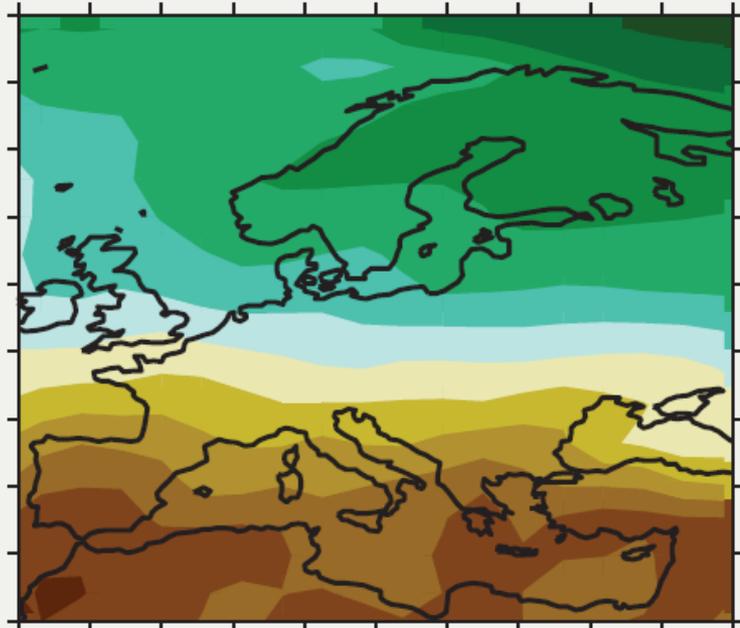
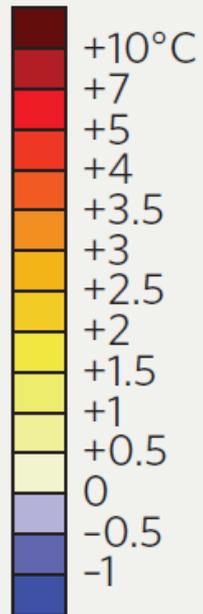
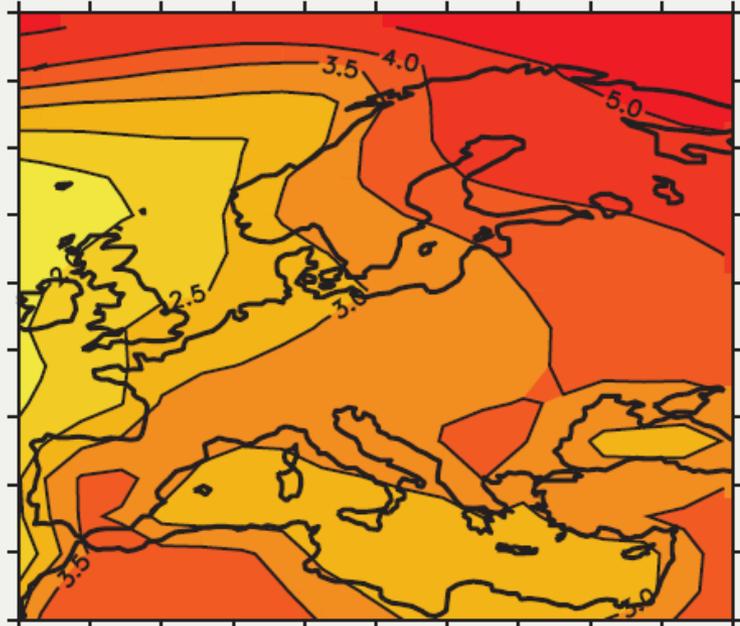
**NATURE.COM/NATURE**

29 November 2012 £10

Vol. 491, No. 7426



9 770028 083095



# Trockenstress



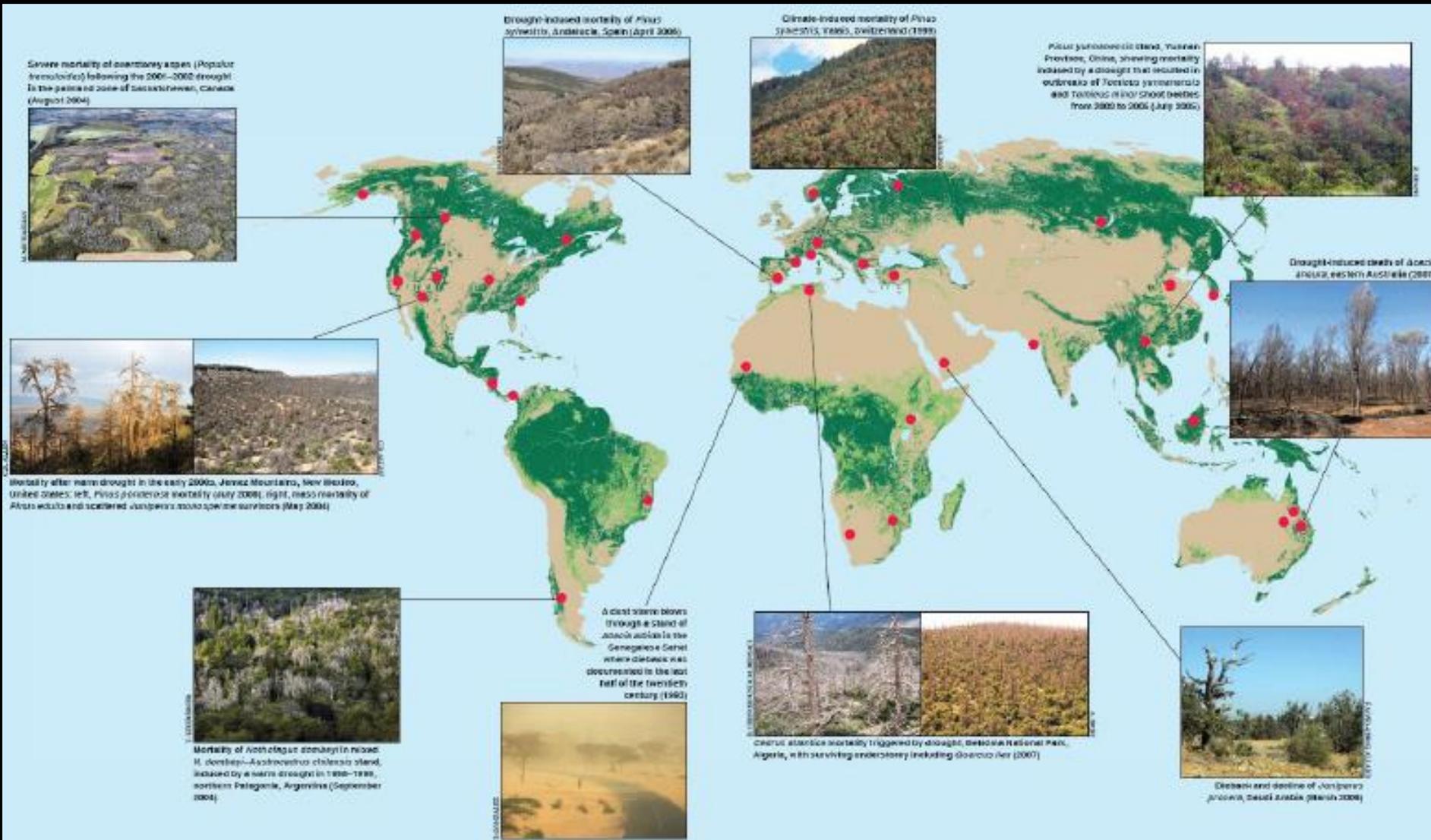
Langzeit-Bewässerungsprojekt in Wallis  
Mai 2012 (Pictures: S. Jansen)



Ein Wald nahe Trieste (Italy) im August 2012

Bild: Andrea Nardini

# Anfälligkeit von Wäldern gegenüber Trockenheit: Ein globales Problem



Außenluft  $\psi$   
= -10,0 bis  
-100,0 MPa

Blatt  $\psi$   
(Interzellularsystem)  
= -7,0 MPa

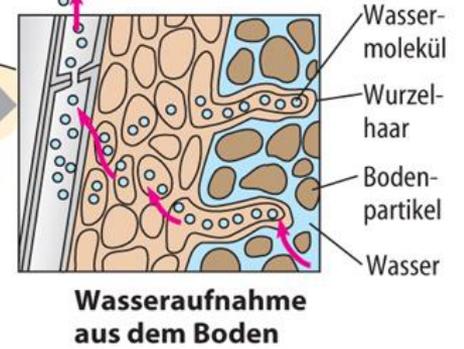
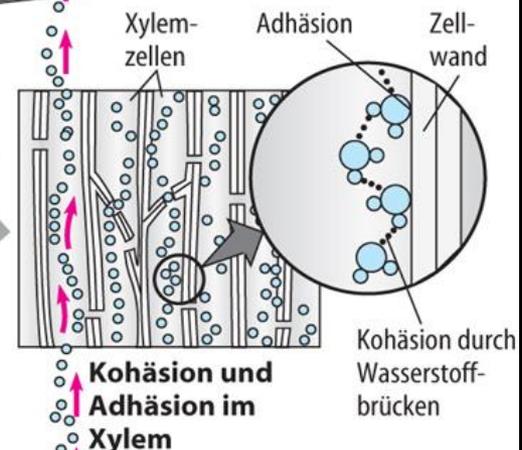
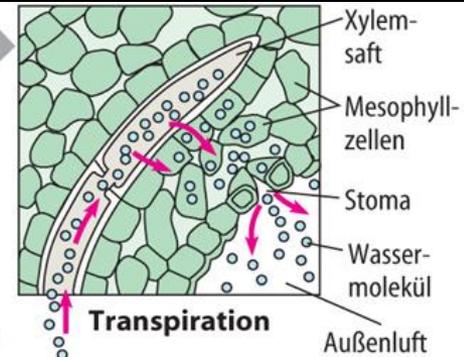
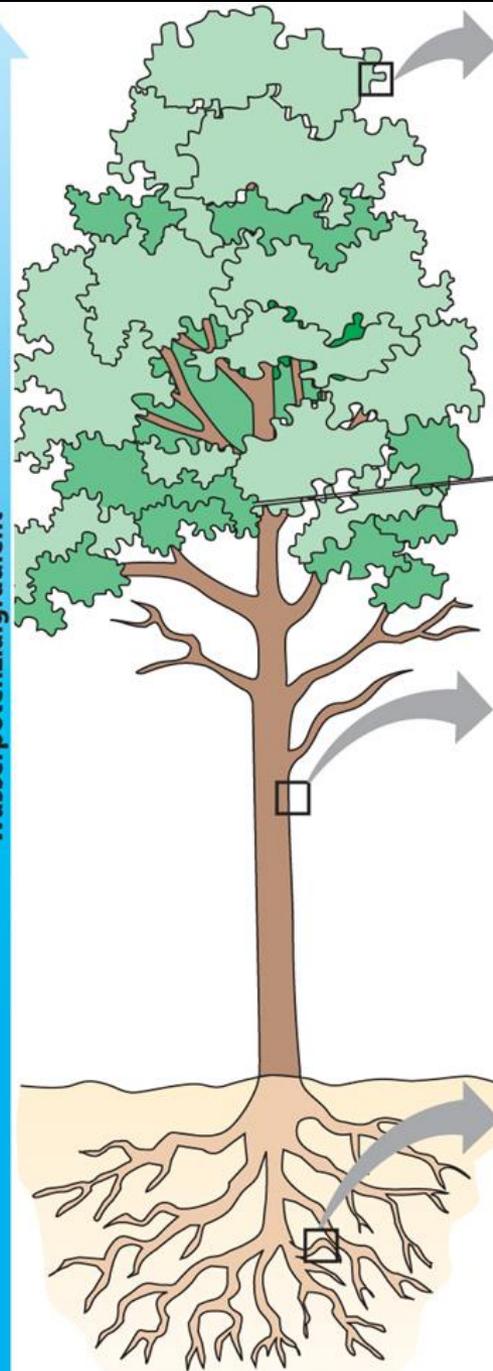
Blatt  $\psi$  (Zellwände)  
= -1,0 MPa

Xylem  
des Stammes  $\psi$   
= -0,8 MPa

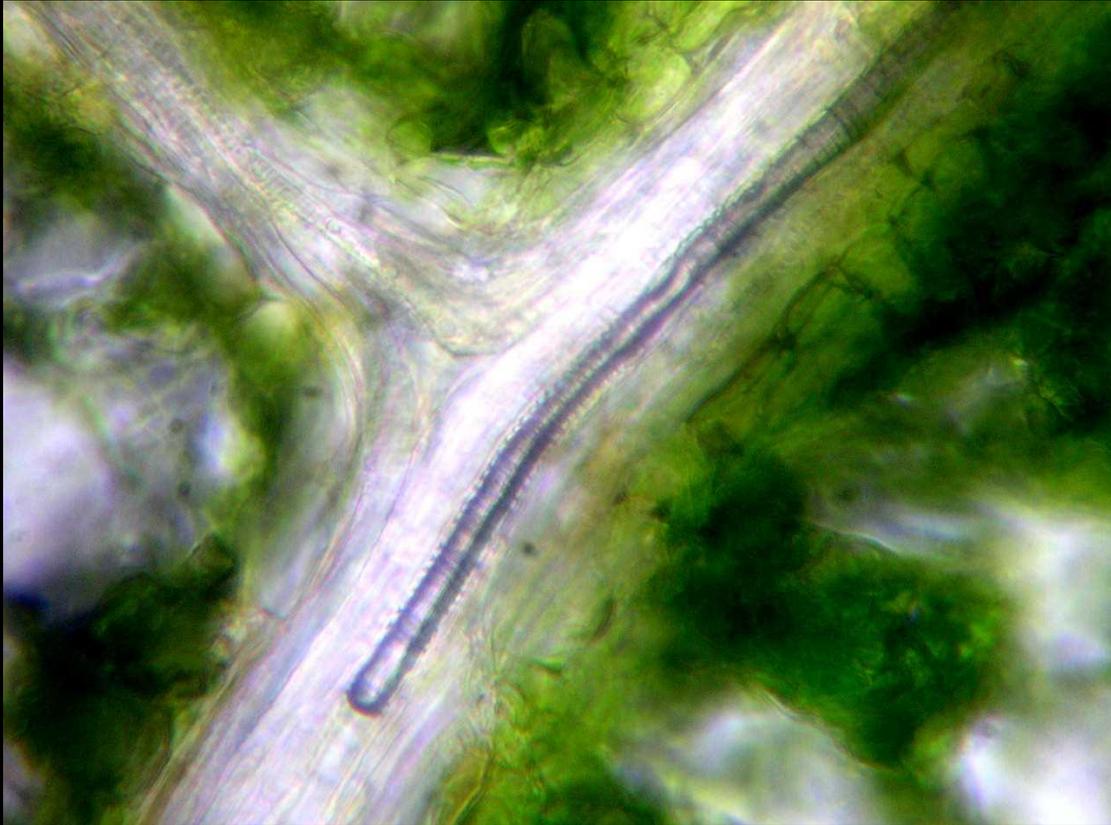
Xylem der Wurzel  $\psi$   
= -0,6 MPa

Boden  $\psi$   
= -0,3 MPa

Wasserpotenzialgradient

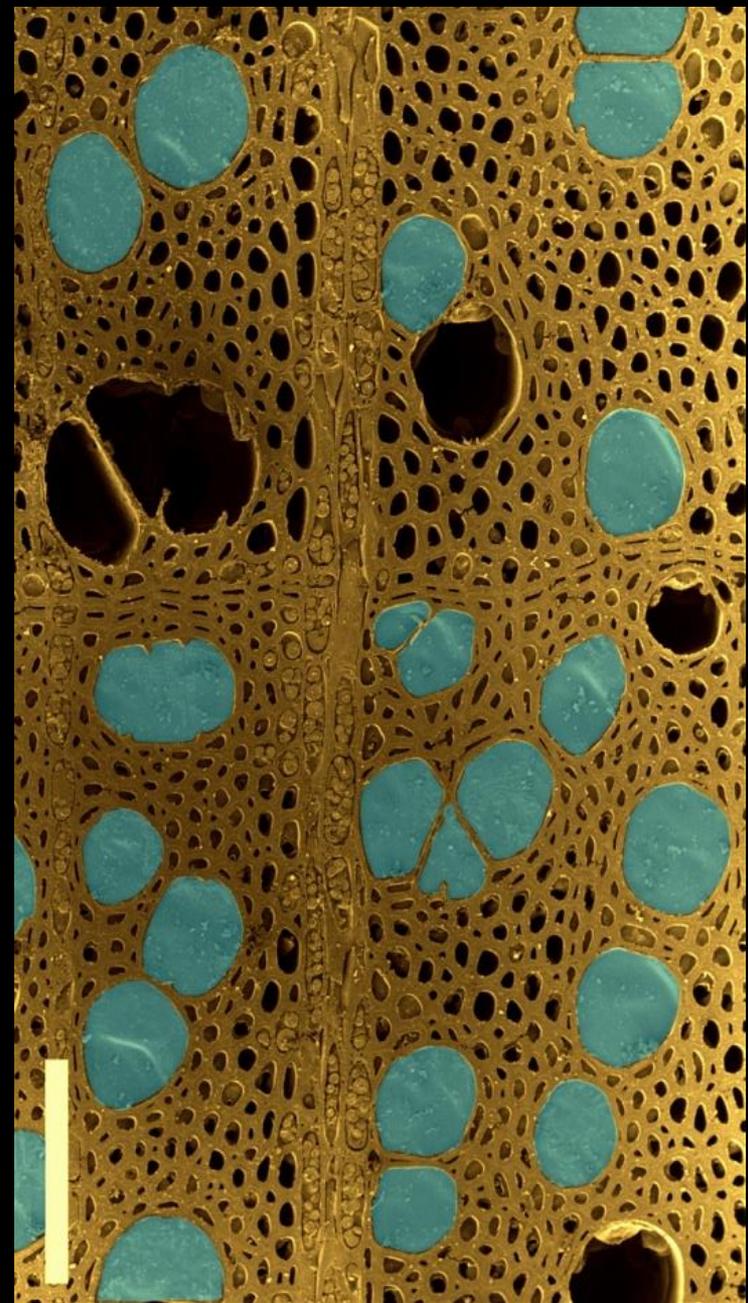


# Kavitation von Gefäßen



*Juglans regia* (Walnuss)

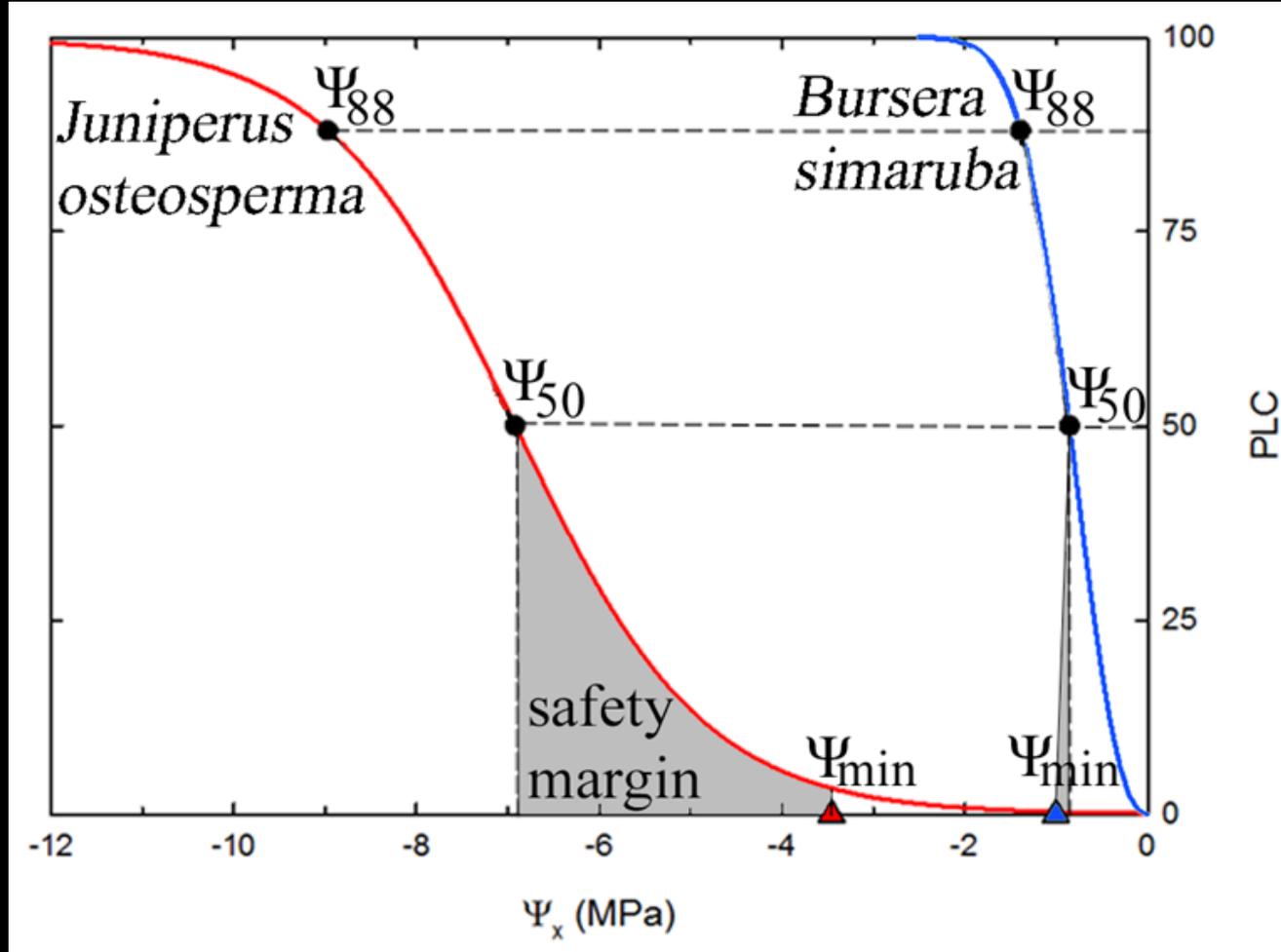
Bilder: Yuzou Sano (Hokkaido University), Hervé Cochard (INRA)



*Prunus sargentii*

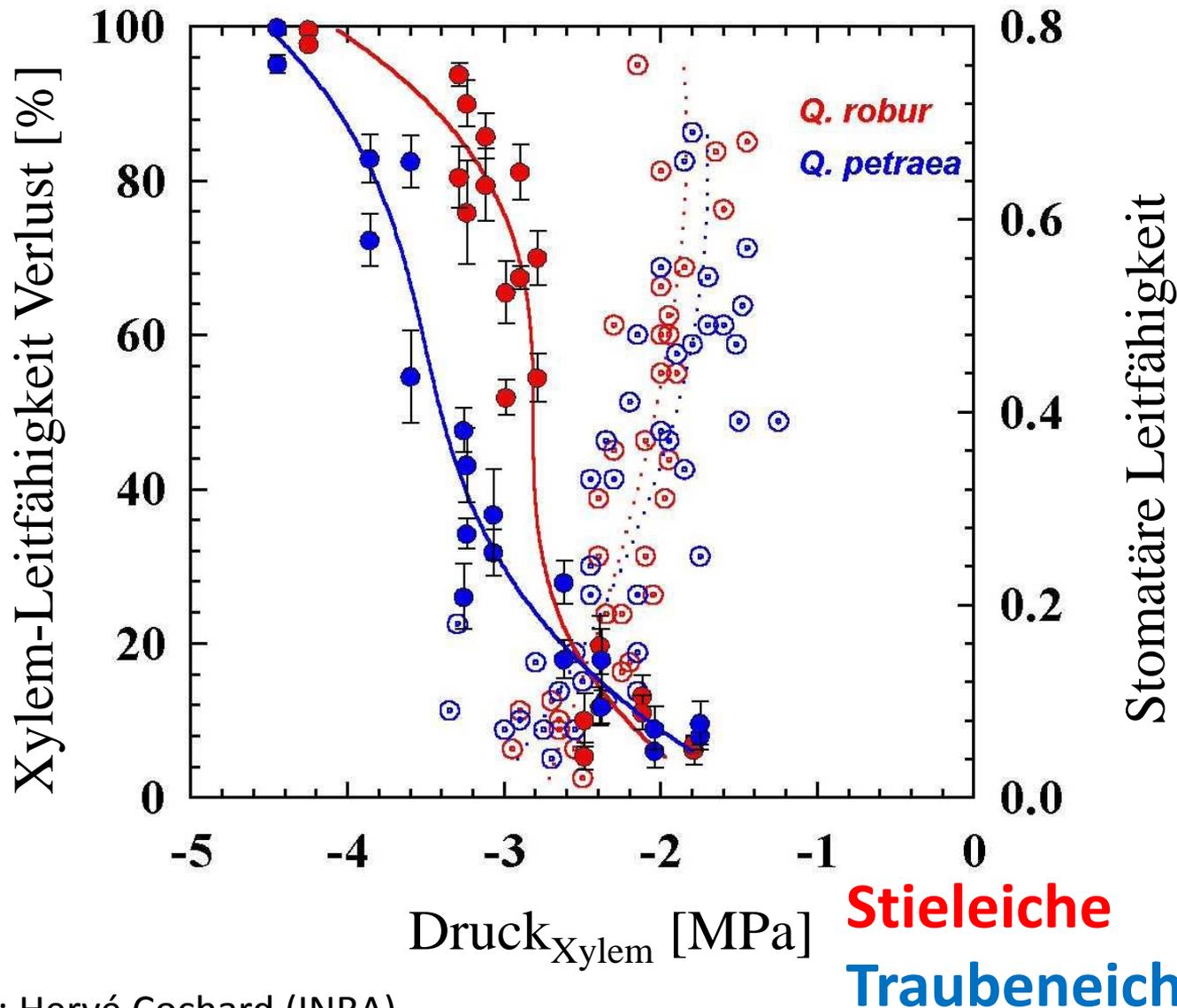


Pictures: S. Jansen

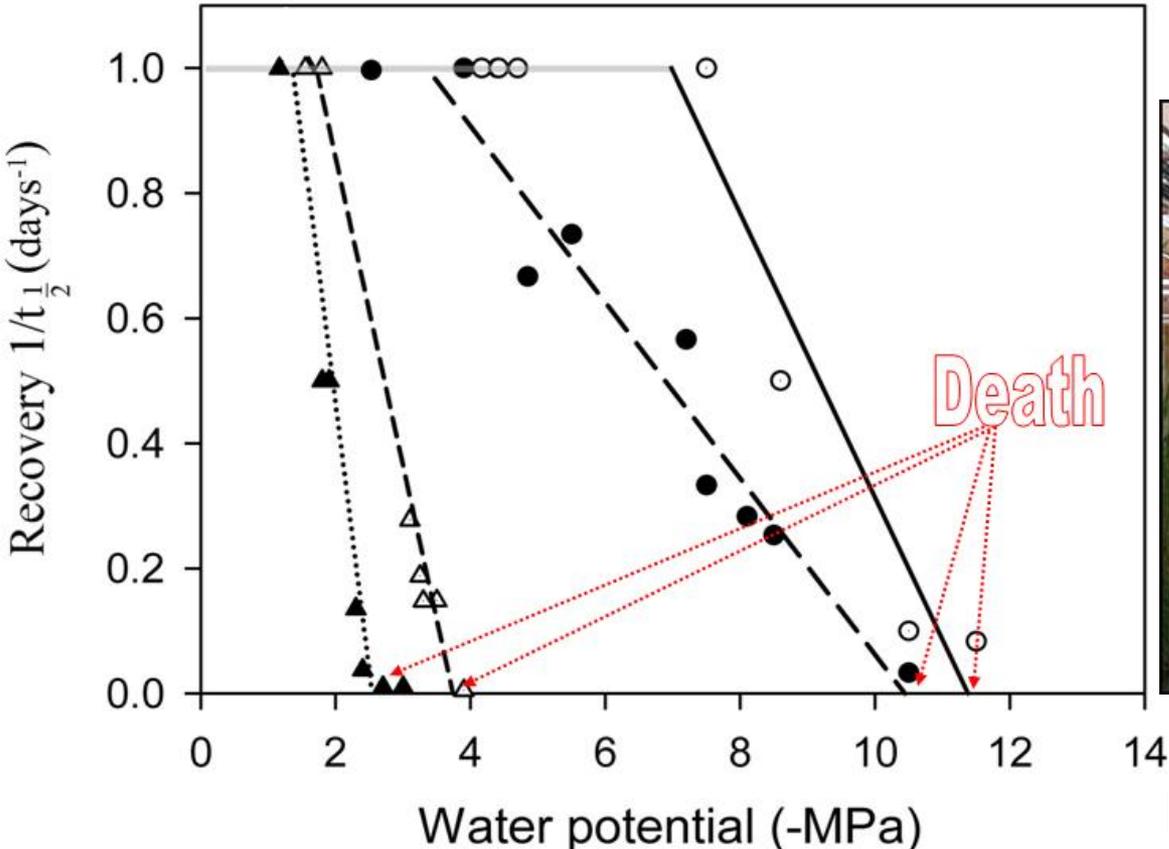


$$\Psi_{50} \text{ Sicherheitsbereich} = \Psi_{min} - \Psi_{50}$$

# Der Wassertransport in Bäumen geschieht dicht an der Grenze zur Kavitation des Xylems

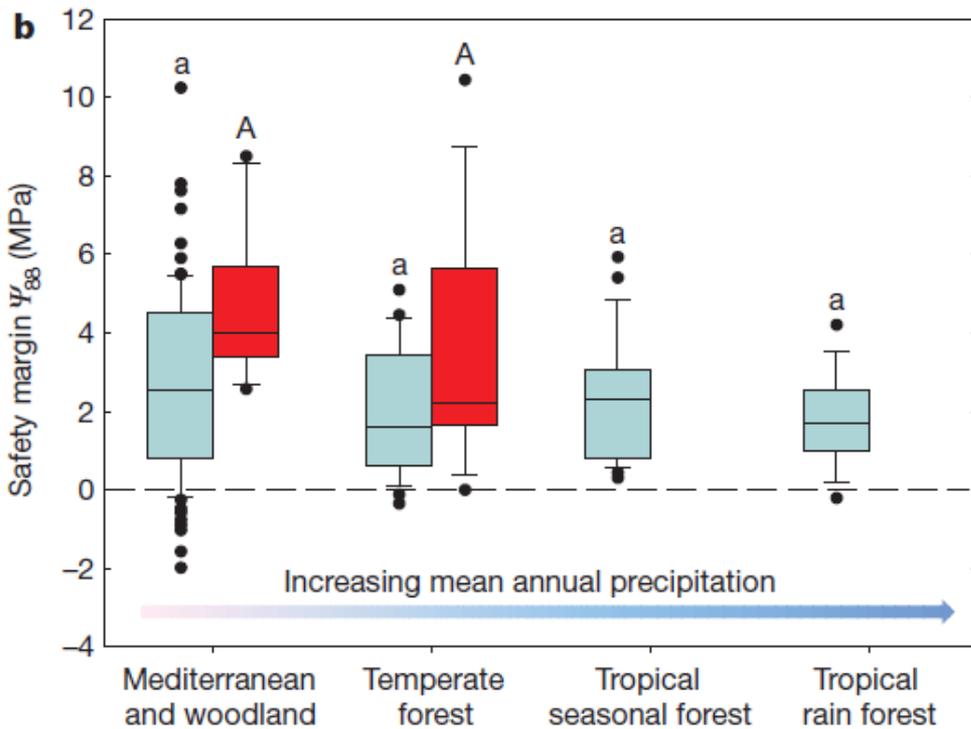
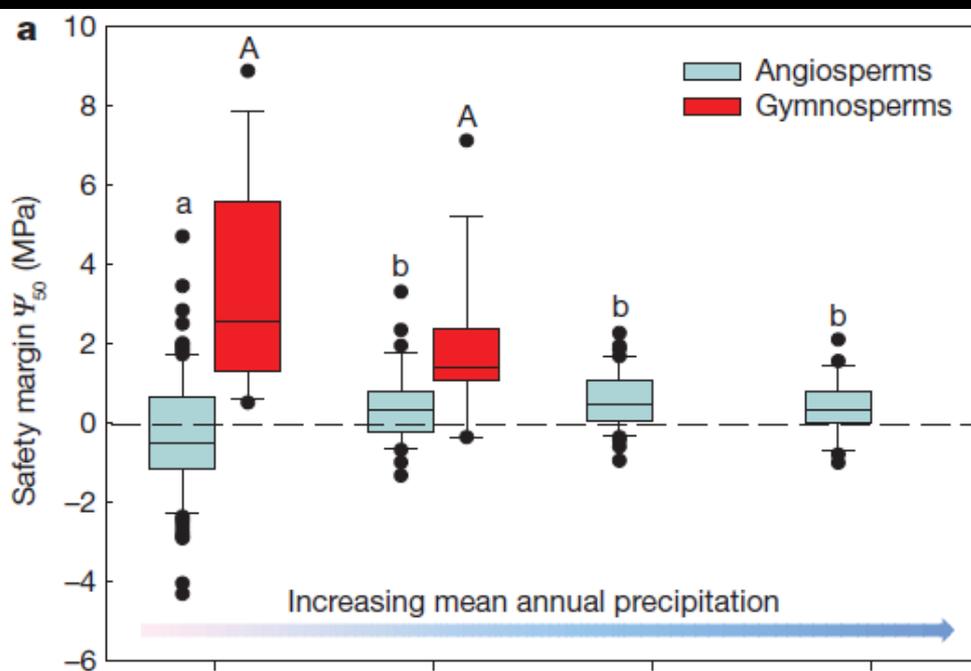


# $\Psi_{\text{lethal}}$ : Wo liegt der maximal tolerierbare Trockenstress?



Das Jena-Trockenstress-Experiment  
Quelle: H. Hartmann

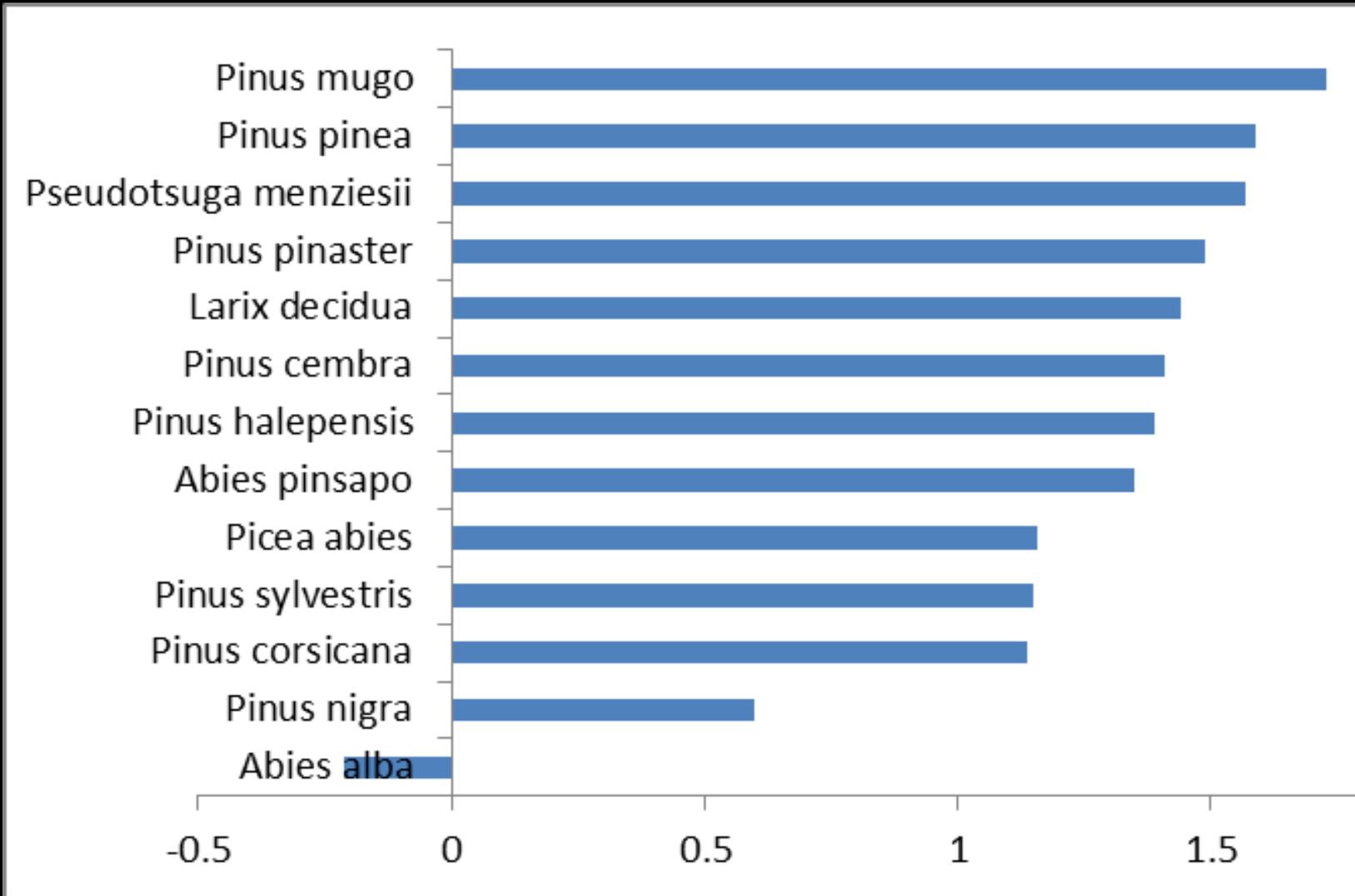
Quelle: Brodribb & Cochard, 2009: *Plant Physiol.*



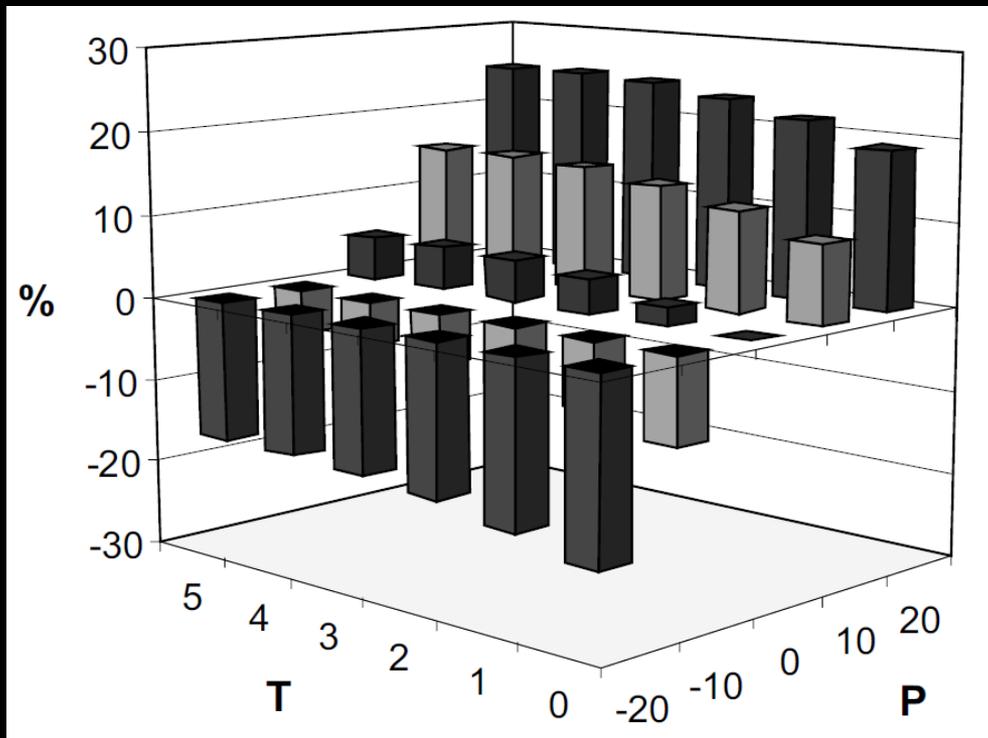
Pflanzen besitzen eine beinahe konstante, relative Anfälligkeit gegenüber Trockenstress über alle Biome hinweg. Dies ist das Ergebnis einer evolutiven Anpassung, welche eine Abwägung zwischen optimalem Wachstum und Schutz vor Kavitation (Mortalität) an einem gegebenen Standort darstellt.

Quelle: Choat et al., 2012: *Nature*

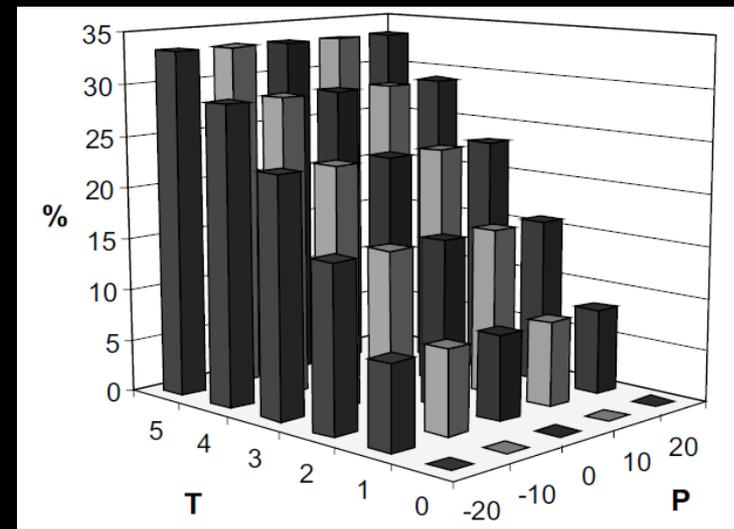
# Anfälligkeit europäischer Koniferen



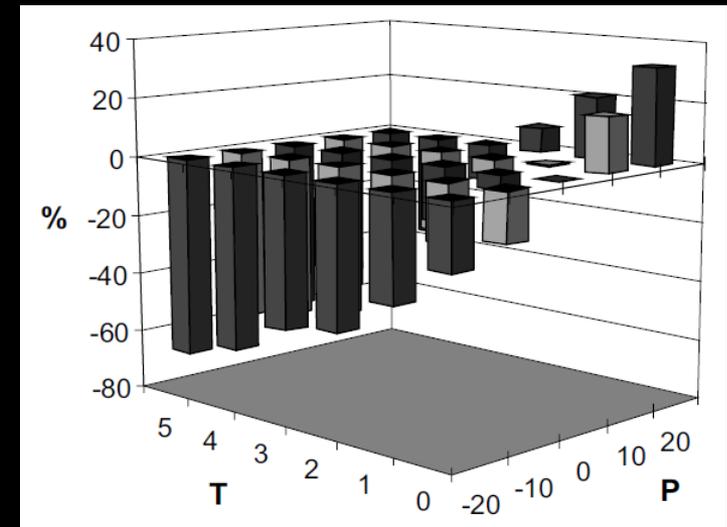
# Relative Änderung des Wachstums des Stammvolumens bei *Pinus sylvestris* (Waldkiefer) als Reaktion auf Temperatur und Niederschlag



**N.E. Germany**

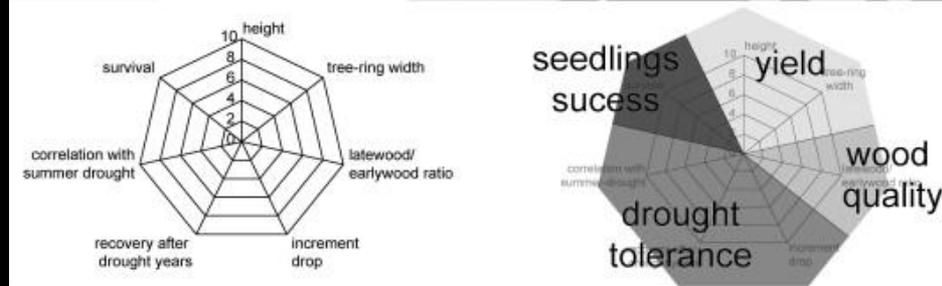
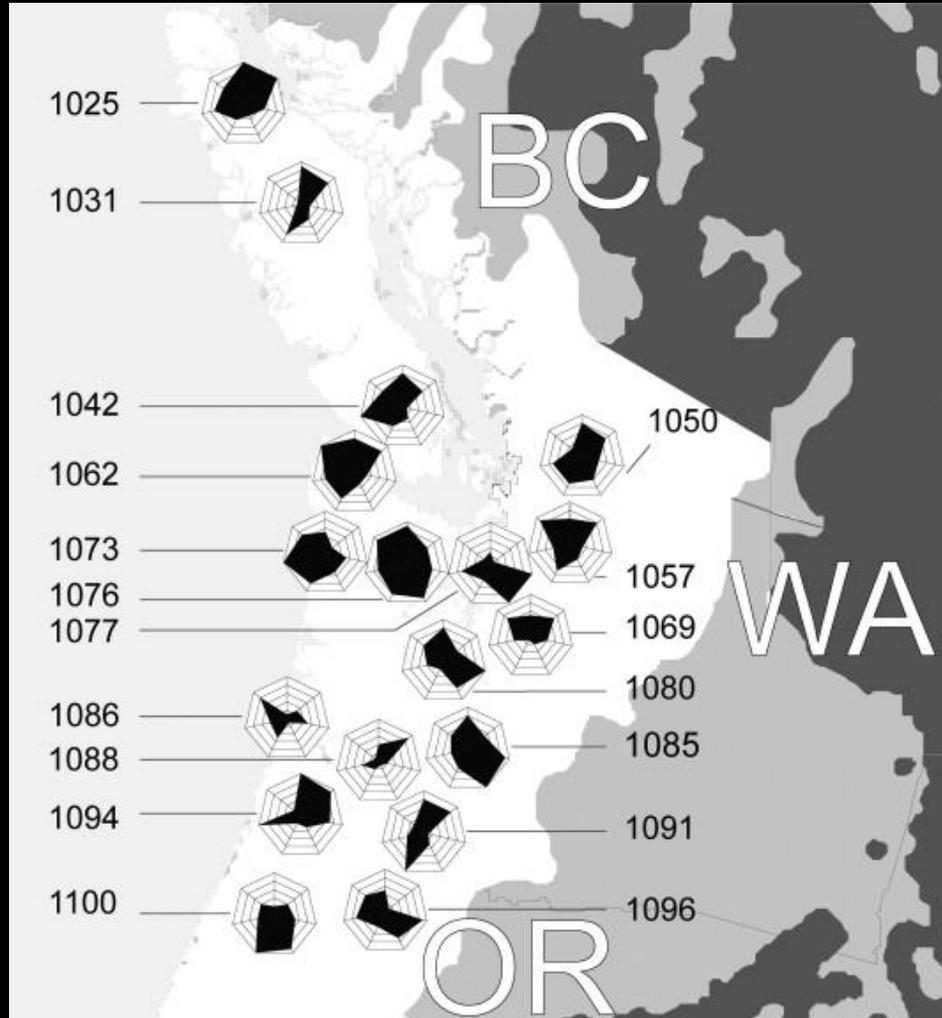
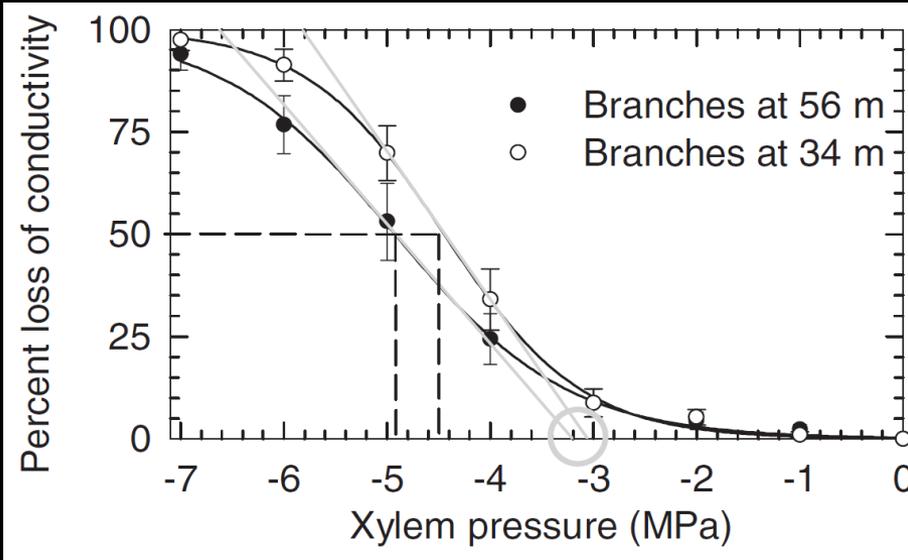


**North Finland**



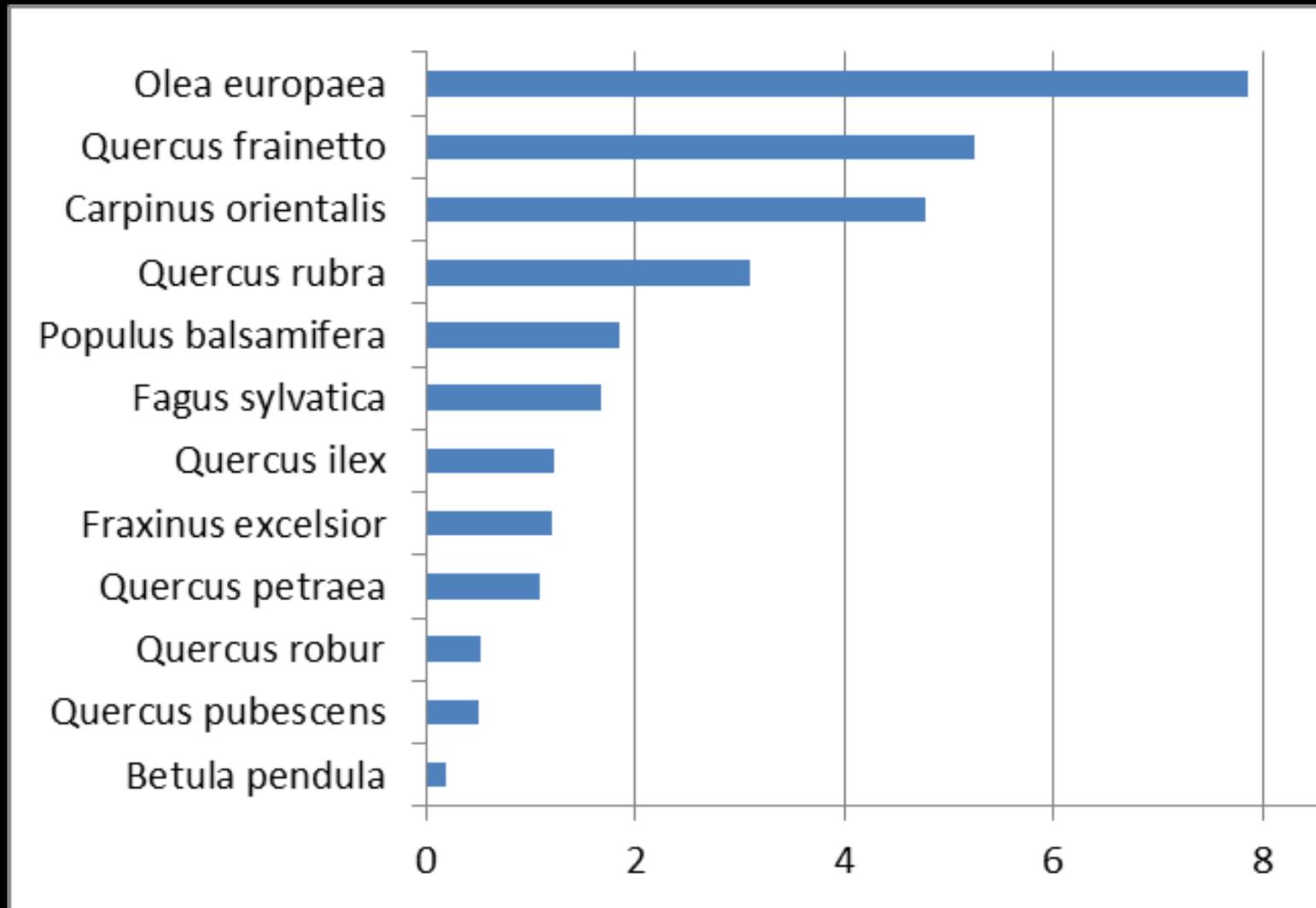
**N.E. Spain**

# Douglasie

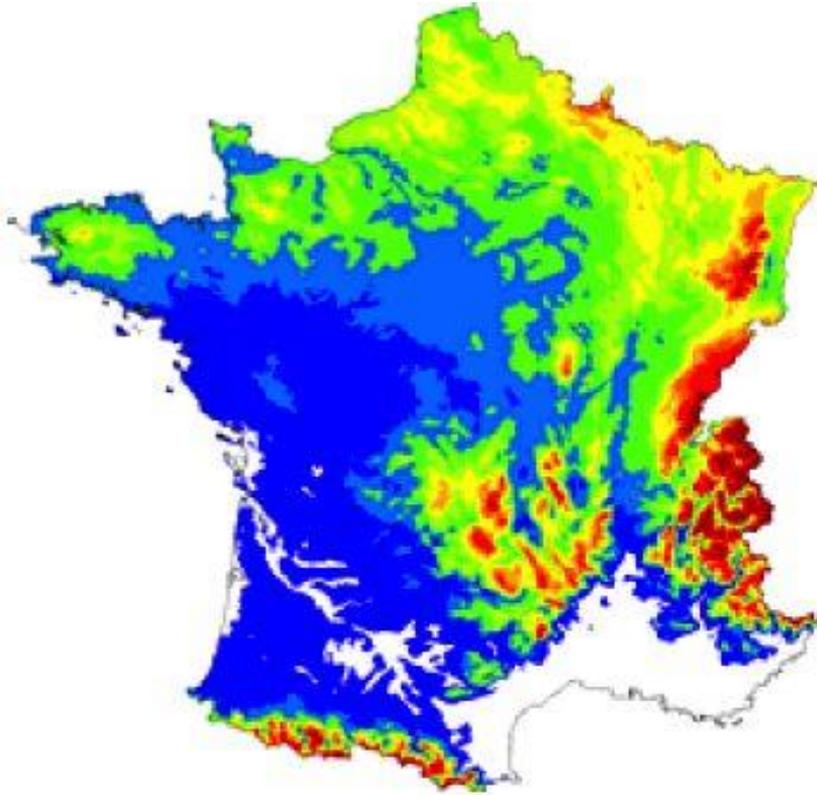


Quelle: Domec et al. 2008, *PNAS*;  
Eilmann et al. 2013, *For. Ecol. Manag.*

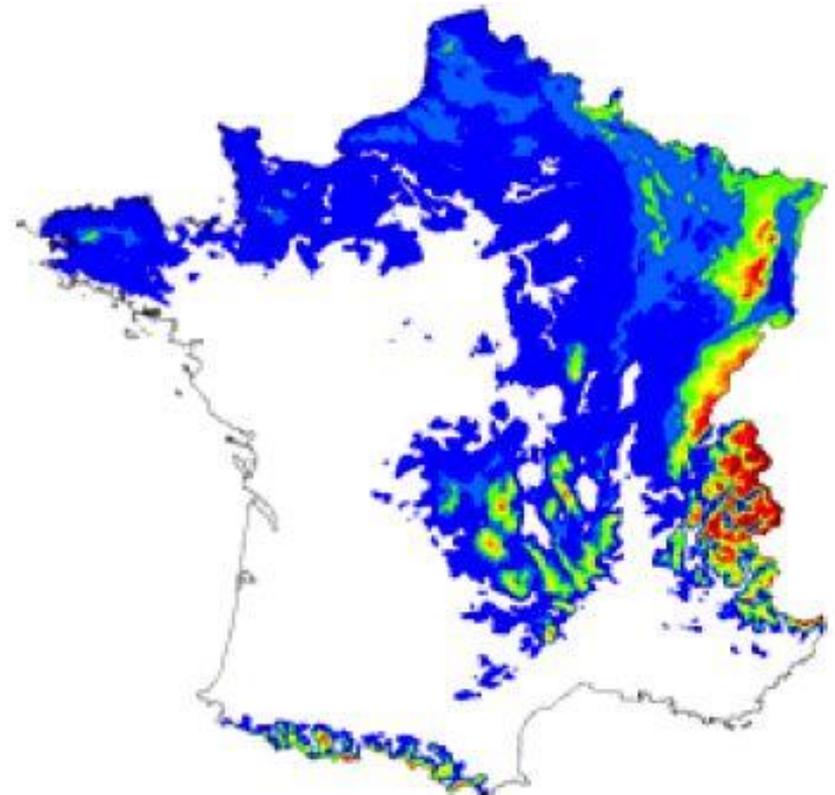
# Anfälligkeit europäischer Angiospermen



**Heute**

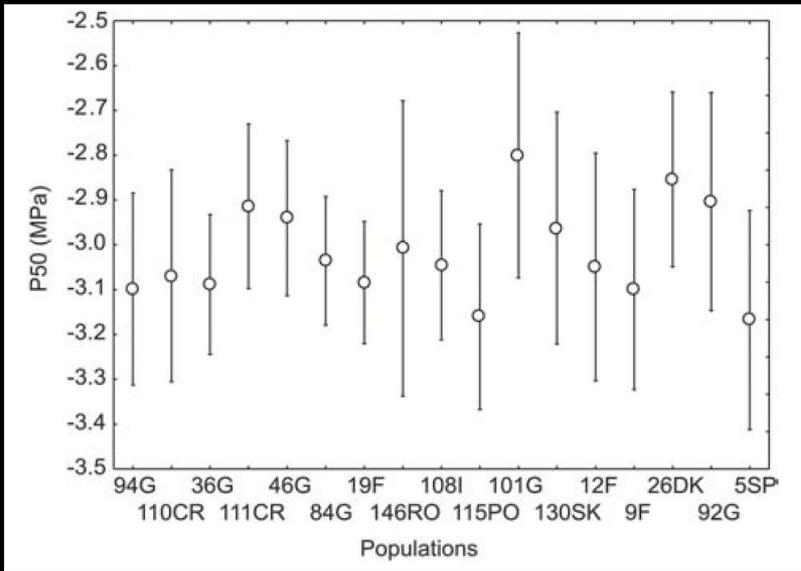
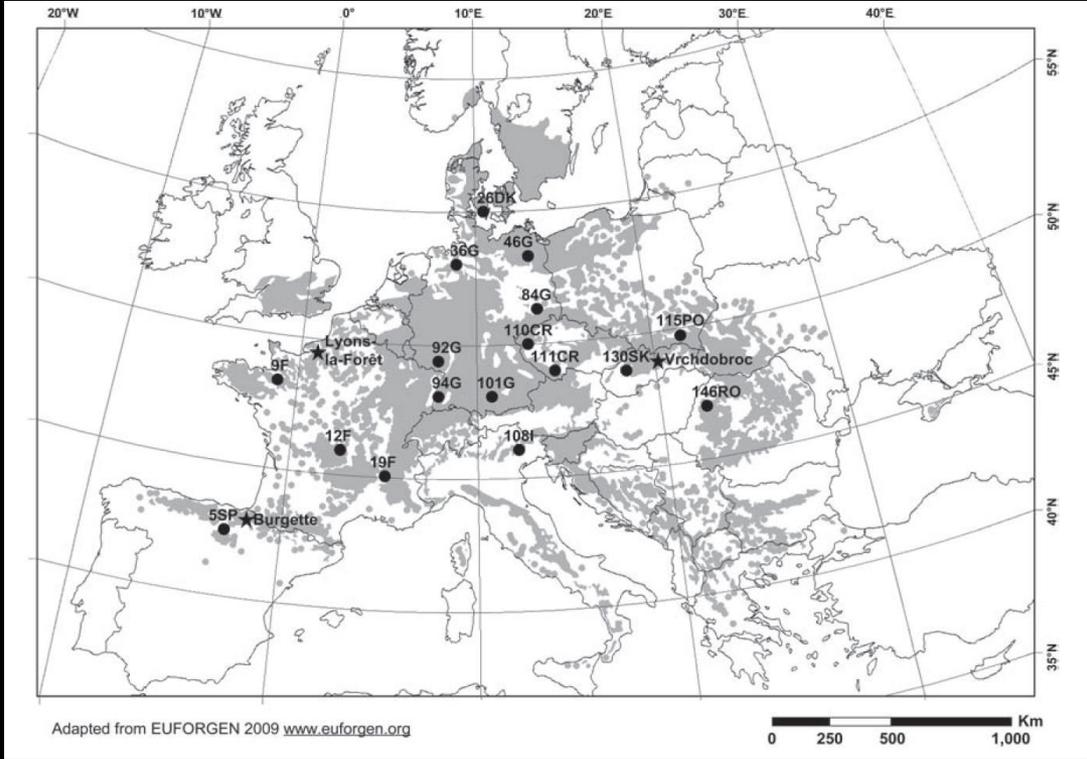


**2100**



***Fagus sylvatica* (Rotbuche):** heutiges (links) und vorhergesagtes Verteilungsmuster im Jahr 2100 in Frankreich. Als Berechnungsgrundlage wird eine Steigerung der durchschnittlichen Jahrestemperatur um 2.5°C angenommen. (Quelle: Badeau et al., 2007)

*Fagus sylvatica* L. zeigt eingeschränkte genotypische Variabilität in Anfälligkeit gegenüber Kavitation

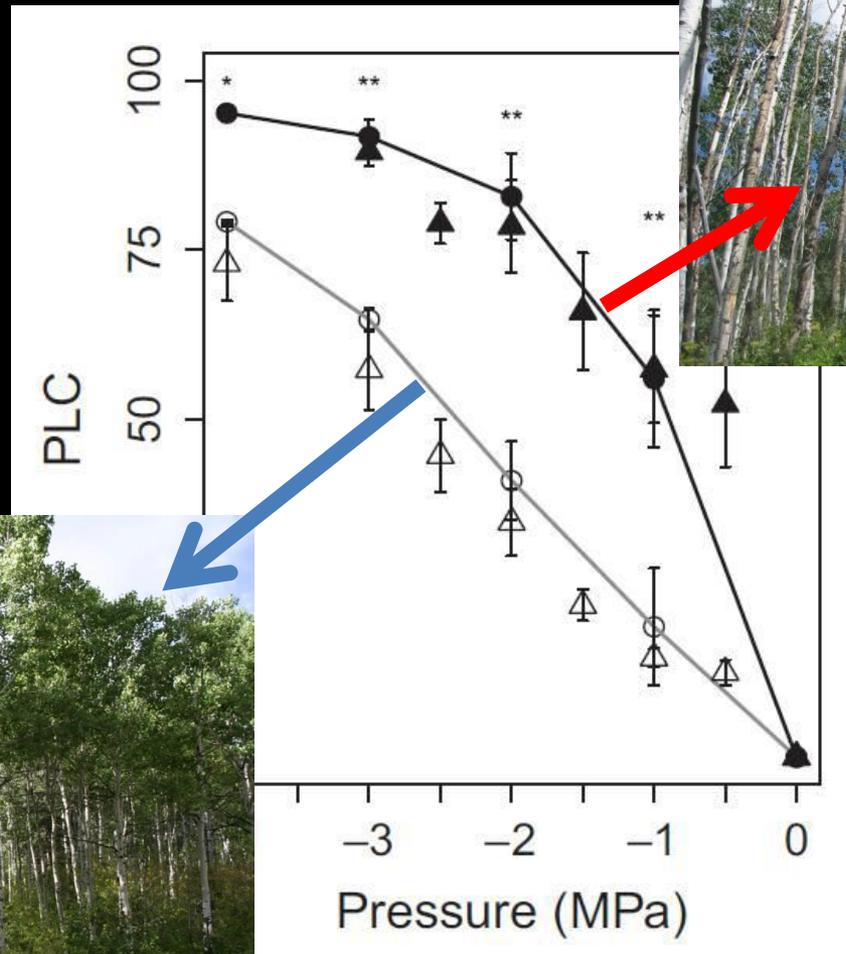


Quelle: Wortemann et al. 2011, *Tree Physiology*

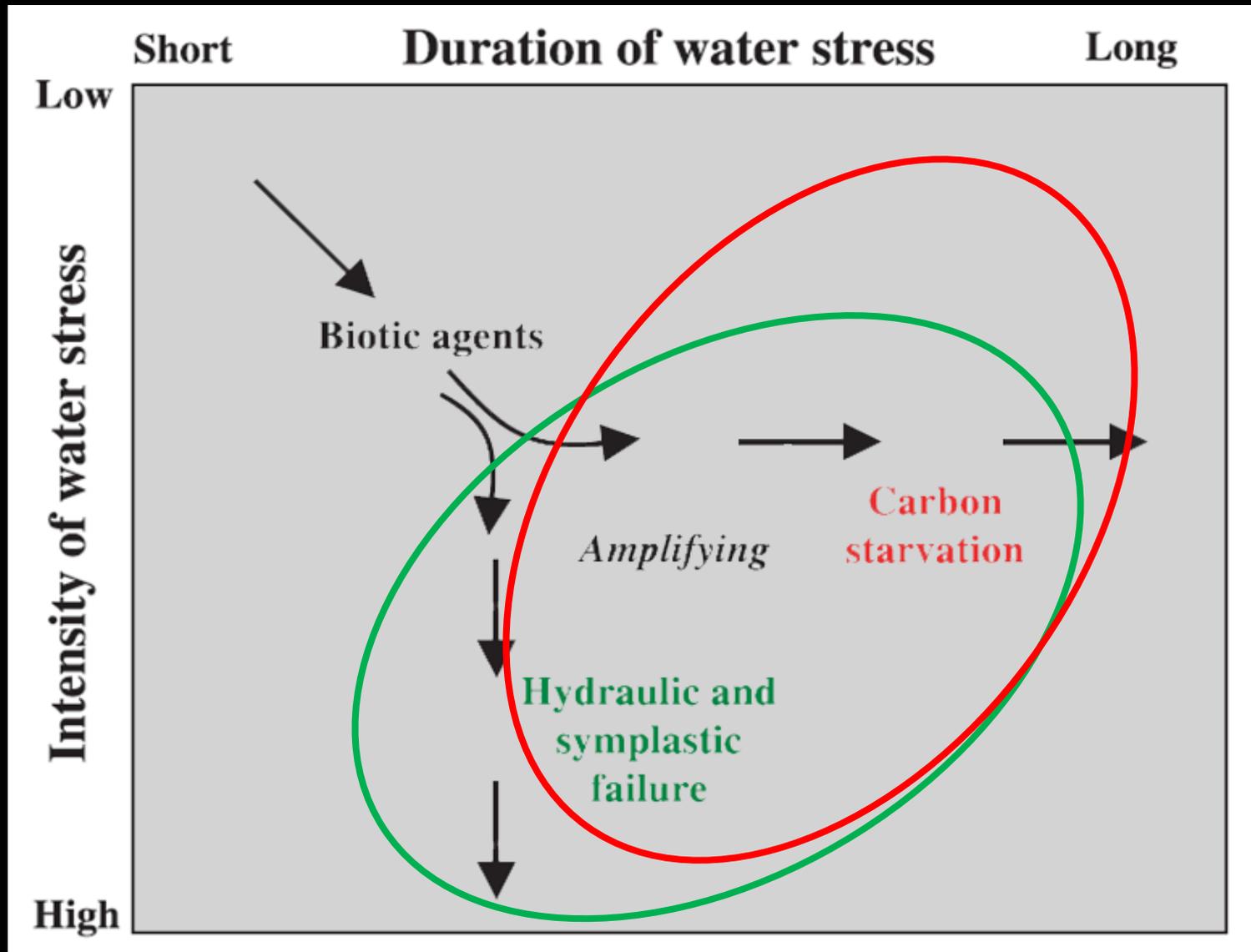
Simulated land expectation values [€/ha] for 3 different climate change scenario's for a new forest stand consisting of either Norway Spruce or Oak.

<b>Art</b>	<i>Climate change scenario</i>		
	<i>Worst</i>	<i>No Change</i>	<i>Best</i>
Gemeine Fichte	-17882	807	7540
Eiche	632	632	632

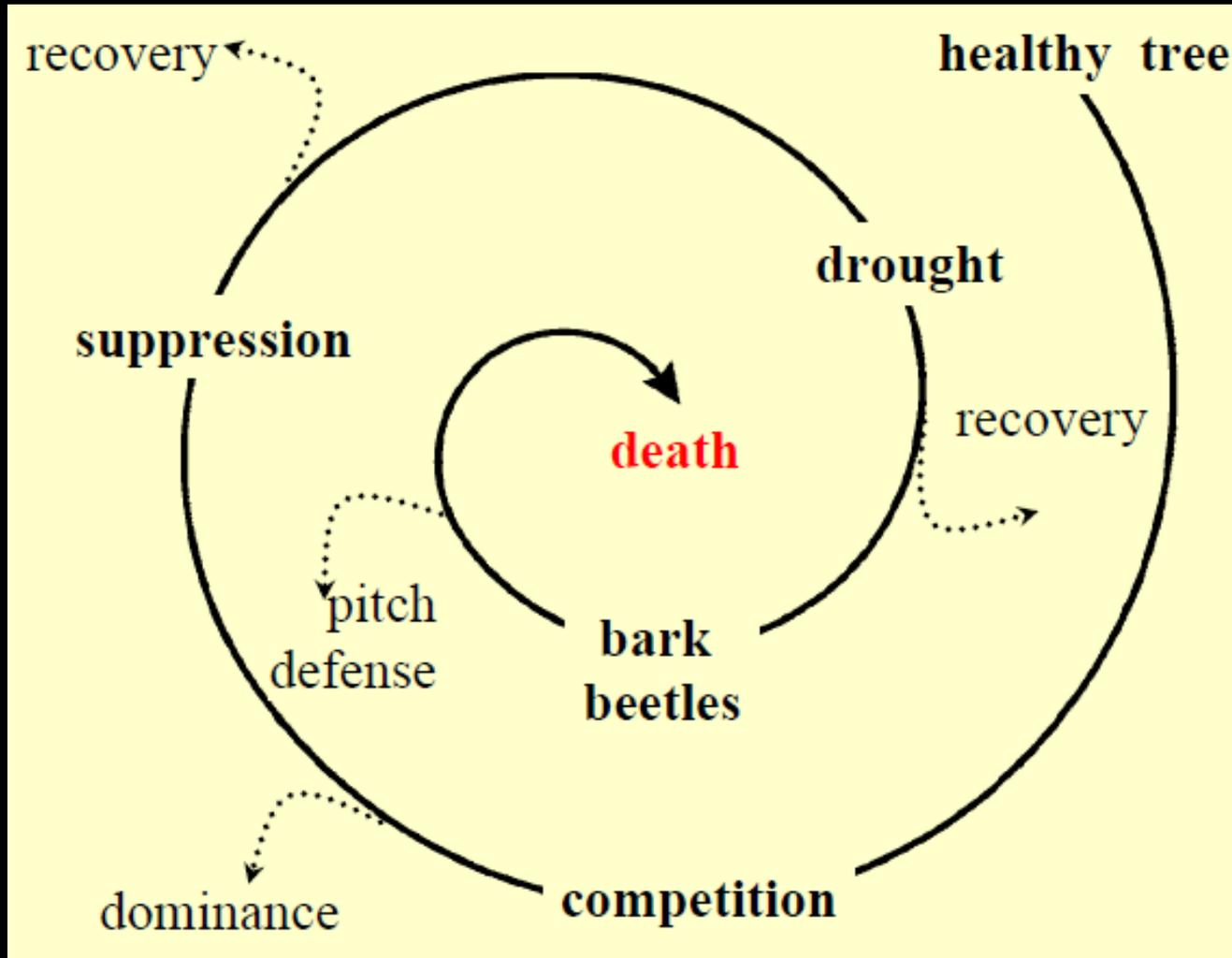
# Wiederkehrende Trockenperioden induzieren eine erhöhte Anfälligkeit des Xylems bei Pappeln



Quelle: Anderegg et al. 2013, *Global Change Biology*



# Das abnehmende Spiralmodell des Baumsterbens: multiple Faktoren beeinflussen die Vitalität eines Baumes





*Fraxinus excelsior*  
(Europäische Esche)  
„Eschensterben“:  
<http://www.fraxback.eu/>



© T.KIRISITS, IFFF-BOKU, Vienna

*Hymenoscyphus albidus*

# Zusammenfassung

1. Hydraulischer Ausfall ist der Hauptgrund für großflächiges Baumsterben, zusammen mit Kohlenstoffmangel und biotischen Faktoren.
2. Feuchte und trockene Standorte sind gleichermaßen vom Klimawandel betroffen
3. Wie schnell geschieht die Adaptation zum Klimawandel? → Automatisierte Langzeitmessungen werden benötigt

# Was tun?

1. Änderung der Zusammensetzung der Baumarten? → Nutzung der genetischen Diversität
2. Traditionelle Kultivierung einheimischer Arten vs. Einbeziehung exotischer Arten
3. Förderung der Biodiversität (Baumzusammensetzung, Alter, Struktur) vs. Monokultur
4. Ausdünnung, Durchforstung

# Danksagung



Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst  
Baden-Württemberg

**Carl Zeiss Stiftung**



Alexander von Humboldt  
Stiftung/Foundation

**Finanzierung:** *ARC-NZ Research Network for Vegetation Function; Carl-Zeiss-Stiftung; Ministerium für Wissenschaft, Kultur und Kunst Baden-Württemberg; DFG; Alexander von Humboldt Stiftung*