

# Auswirkungen von Trockenstress auf die Hydraulik von Pflanzen

Markus Nolf<sup>1</sup>, Stefan Mayr

Institut für Botanik, Universität Innsbruck

## Trockenstress und Emboliebildung

Im **Wassertransportsystem** (Xylem) von Landpflanzen sind sowohl eine ausreichende **hydraulische Effizienz** als auch eine ausreichende **hydraulische Sicherheit** von zentraler Bedeutung.

Bei Wasserknappheit können im Xylem **Embolien** (Gasblasen) entstehen, die den Wasserfluss blockieren. Dadurch wird die hydraulische Effizienz verringert, und es kann zum Absterben von Pflanzenteilen oder ganzen Pflanzen kommen.

Die **Resistenz** einer Pflanze **gegenüber Trockenstress** (hydraulische Sicherheit) wird maßgeblich von **anatomischen Aspekten** des Xylems bestimmt, kann aber auch gezielt kurzfristig beeinflusst werden.

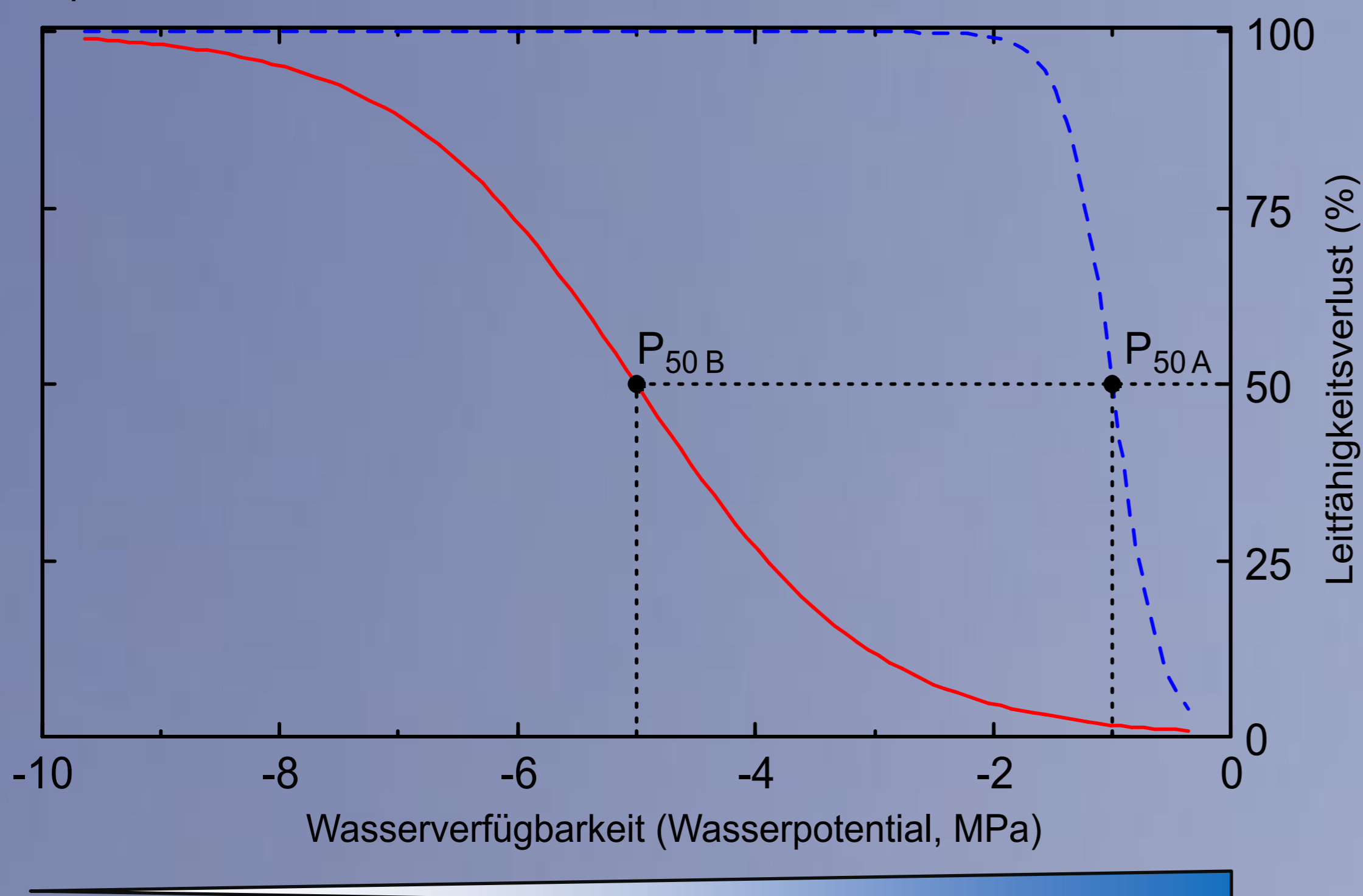
## Messmethoden

Es gibt mehrere gängige Methoden zur hydraulischen Charakterisierung von Pflanzen (Abb. 1):

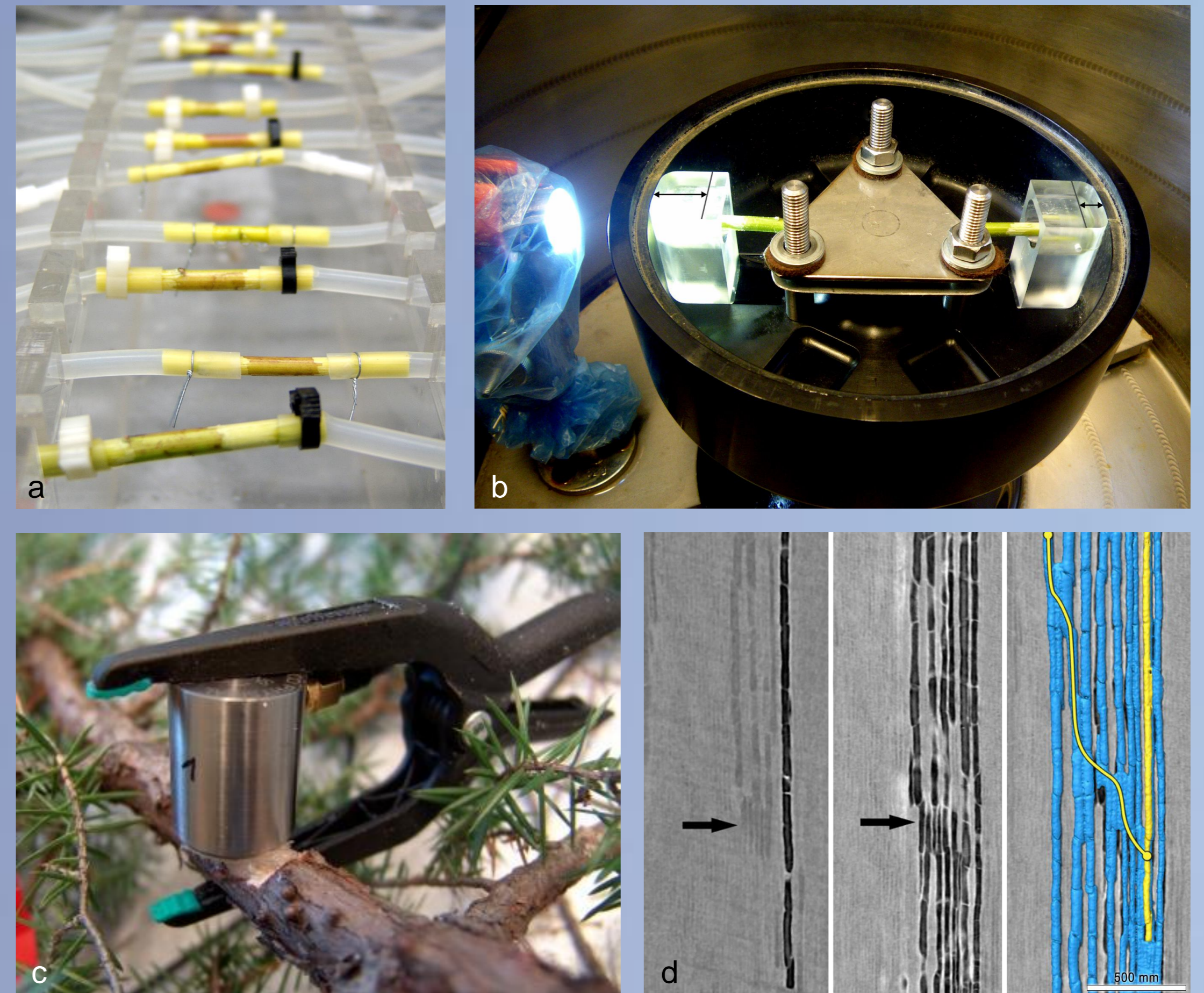
- **Hydraulisch:** Bestimmen des Leitfähigkeitsverlusts bei Trockenstress, z.B. mit Hilfe von **Durchfluss-Messungen** (Sperry et al., 1988) oder **Zentrifugation** (Cochard, 2002).
- **Akustisch:** Monitoring von **Ultraschall-Signalen**, die bei der Emboliebildung entstehen (Tyree et al., 1984)
- **Optisch:** Nachweis von Luftsinschlüssen durch **Färbung**, im **Licht- oder Elektronenmikroskop**, oder durch **Röntgen-Tomographie** (Cochard et al., 2013)

## Hydraulische Verwundbarkeit

Mit Hilfe von **Verwundbarkeitskurven** (Abb. 2) können die Emboliebildung in einem Spross oder Blatt und die Intensität der Austrocknung einer Pflanze (Wasserpotential) in Beziehung gesetzt werden. Sie ermöglichen einen **Vergleich** der hydraulischen Sicherheit verschiedener Arten oder Populationen.



**Abb. 2:** Die Verwundbarkeitskurven zweier Arten zeigen die Abhängigkeit der Wasserleitfähigkeit von der Intensität der Austrocknung (Wasserpotential). Das Wassertransportsystem von Art A (gestrichelte blaue Linie) weist bereits bei geringer Austrocknung deutliche Schäden (Embolien) auf. Art B (durchgezogene rote Linie) ist dagegen besser an Trockenstress angepasst und resistenter gegen Emboliebildung. Der Kennwert  $P_{50}$  beschreibt das Wasserpotential bei 50 % Leitfähigkeitsverlust.



**Abb. 1:** Gängige Messmethoden zur hydraulischen Charakterisierung von Pflanzen. (a) Durchfluss-Messungen an Sprosstücken; (b) Zentrifugation von Sprosstücken; (c) Monitoring von akustischen Signalen mittels Ultraschall-Sensor; (d) Röntgen-tomographischer Nachweis von Luftsinschlüssen (Bild verändert nach Brodersen et al., 2013).

## Anpassungen an Trockenstress

Pflanzen können sich **kurz- und langfristig** an trockene Bedingungen anpassen, und damit Schäden durch Trockenstress vermeiden oder verringern:

- **Regulierung der Spaltöffnungen** (Stomata)
- **Blattabwurf**
- Bildung von **trockenresistenten Leitbahnen** auf Kosten von Effizienz
- **Anpassungen der Blätter** (z.B. verringerte Blattfläche, dickere Cuticula, Blattbehaarung)
- **Verstärktes Wurzelwachstum** in tiefere Bodenschichten
- ggf. Aktivierung des wassersparenden **CAM-Stoffwechsels**

## Praktische Anwendung

Die hydraulische Charakterisierung von Pflanzen ist von Bedeutung für:

- die Abschätzung der **Auswirkungen des Klimawandels** auf die Pflanzenwelt
- **Aufforstungen und Bepflanzungen** mit geeigneten Pflanzenarten (z.B. Forstwirtschaft, Renaturierung)
- die Verwendung geeigneter Sorten zur **Ertragsoptimierung in der Landwirtschaft**

## Literatur

- Brodersen CR, McElrone AJ, Choat B, Lee EF, Shackel KA, Matthews MA. 2013. *In vivo* visualizations of drought-induced embolism spread in *Vitis vinifera*. *Plant Physiol.* 161, 1820–1829.
- Cochard H. 2002. A technique for measuring xylem hydraulic conductance under high negative pressures. *Plant Cell Environ.* 25, 815–819.
- Cochard H, Badel E, Herbette S, Delzon S, Choat B, Jansen S. 2013. Methods for measuring plant vulnerability to cavitation: a critical review. *J. Exp. Bot.* 64, 4779–4791.
- Sperry JS, Donnelly JR, Tyree MT. 1988. A method for measuring hydraulic conductivity and embolism in xylem. *Plant Cell Environ.* 11, 35–40.
- Tyree MT, Dixon MA, Tyree EL, Johnson R. 1984. Ultrasonic acoustic emissions from the sapwood of cedar and hemlock. An examination of three hypotheses regarding cavitations. *Plant Physiol.* 75, 988–992.

