



**Seminar „Wasser im Weinberg“
28.07.2015 am DLR Rheinland-Pfalz**

Zur Biologie der Rebe: Was passiert bei Wasserstress?

**Dr. Matthias Petgen
DLR Rheinland-Pfalz
Abteilung Weinbau und Oenologie**

Verlauf der Jahresdurchschnittstemperatur der vergangenen drei Dekaden am Standort Neustadt/W.



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum
Ländlicher Raum
Rheinpfalz

12

The screenshot shows the top navigation bar of Spiegel Online Wissenschaft. The logo 'SPIEGEL ONLINE WISSENSCHAFT' is on the left, and 'Login | Registrierung' is on the right. Below the logo is a search bar. A horizontal menu contains categories: Politik, Wirtschaft, Panorama, Sport, Kultur, Netzwelt, Wissenschaft, Gesundheit, einestages, Karriere, Uni, Reise, Auto, Stil. Below the menu is a breadcrumb trail: Nachrichten > Wissenschaft > Natur > Klimawandel > Wetter: Juni 2015 war heißester Juni seit Beginn der Messungen.

Globale Messungen: Juni knackt Wärmerekord

Noch nie haben Meteorologen global einen heißeren Juni registriert als in diesem Jahr. Die Forscher gehen davon aus, dass 2015 das wärmste Jahr seit Beginn der Messungen wird.

The screenshot shows the top navigation bar of Spiegel Online Wissenschaft. The logo 'SPIEGEL ONLINE WISSENSCHAFT' is on the left, and a search bar is on the right. Below the logo is a horizontal menu with categories: Politik, Wirtschaft, Panorama, Sport, Kultur, Netzwelt, Wissenschaft, Gesundheit, einestages, Karriere, Uni, Reise. Below the menu is a breadcrumb trail: Nachrichten > Wissenschaft > Natur > Klimawandel > Klima: 2014 war wärmstes Jahr seit Beginn der Wetter-Messungen.

Klima: 2014 war wärmstes Jahr seit Beginn der Messungen



Erwartete Veränderungen bis 2050 für Südwestdeutschland

Quellen:

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Summary Report
- Institut für Klimaforschung Potsdam (PIK)

Weiterer Temperaturanstieg um 1 bis 2,5 °C

Erwärmung vor allem im Sommer und im Winter

höhere Spitzentemperaturen

große Unsicherheit bei Niederschlagsmengen - wahrscheinlich
etwas mehr (+ 40 bis +80 mm)

höherer Anteil im Winter - geringerer Anteil im Sommer

häufigere Starkniederschläge

...

Häufen sich die Extremjahre wie 2003?



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum
Ländlicher Raum
Rheinland-Pfalz





Der Schlüssel zum Verständnis ...

des Wasserverbrauchs der Pflanze

des Wassertransports in der Pflanze

der Wasseraufnahme aus dem Boden

der Ursachen von Wassermangel in der Pflanze

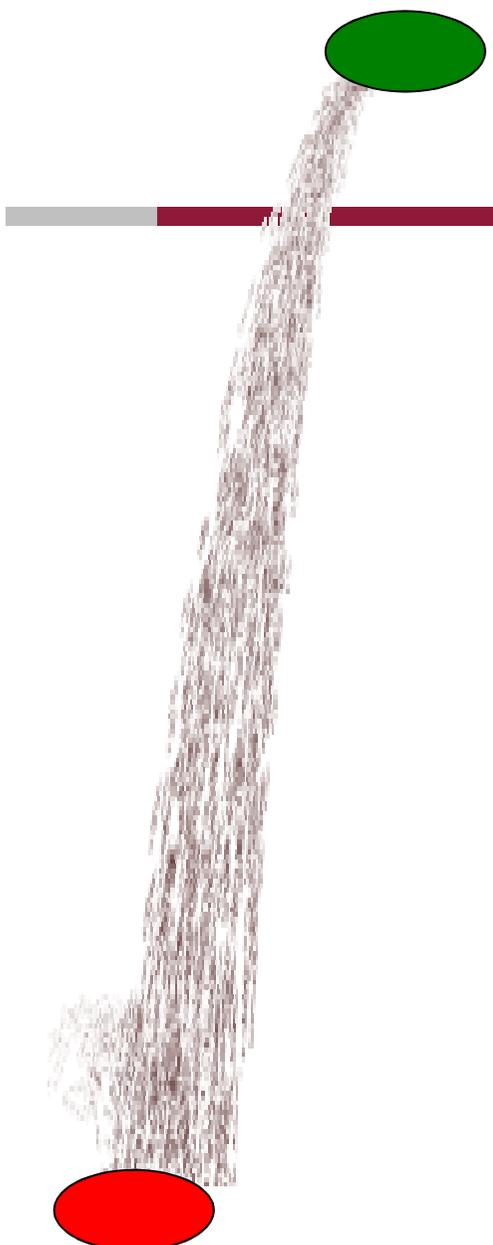
ist das Wasserpotenzialkonzept

Das **Wasserpotenzial** ist das Energieniveau des Wassers.

Vereinfacht: Es ist um so höher, je mehr Wassermoleküle in einem bestimmten Raumvolumen vorhanden sind.

Jede Mischung von Wasser mit anderen Stoffen senkt sein Energiepotenzial.

Die Vorkommensform von Wasser entscheidet über sein Energiepotenzial



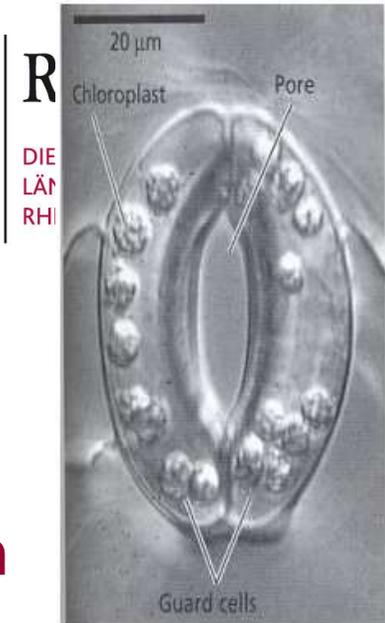
Wasser mit hohem Energiepotenzial
fließt dem Energiegefälle
entsprechend zu Wasser mit
niedrigerem Energiepotenzial

Oder anders ausgedrückt:

Wasser mit niedrigem
Energiepotenzial übt auf Wasser
mit hohem Energiepotenzial einen
Sog aus.

Eine Wasserpotenzialdifferenz ist
demnach der “Motor” des
Wassertransports

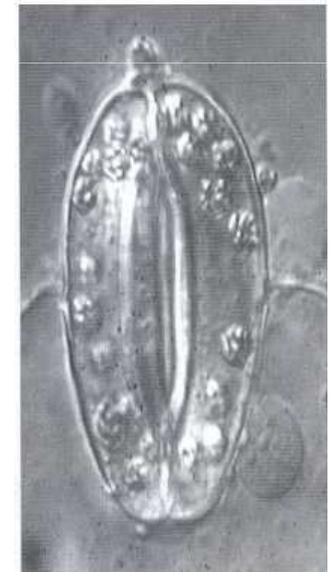
Öffnen und Schließen an Spaltöffnungen



- Für Photosynthese ist CO₂-Aufnahme und Licht notwendig
 - Mit zunehmender Helligkeit morgens öffnen Spaltöffnungen, um CO₂ aufnehmen zu können
 - Einsetzende Transpiration (= Wasserabgabe durch Wasserverdunstung)

Wird der Verbrauch nicht mehr gedeckt, werden zum Schutz gegen Austrocknung nach und nach Spaltöffnungen geschlossen

- Störung bzw. Stop der CO₂-Aufnahme
 - Verringerung bzw. Beendigung der Photosynthese
- Spaltöffnungen nachts prinzipiell geschlossen
 - Keine Transpiration



... und die Konsequenzen für die Pflanze?

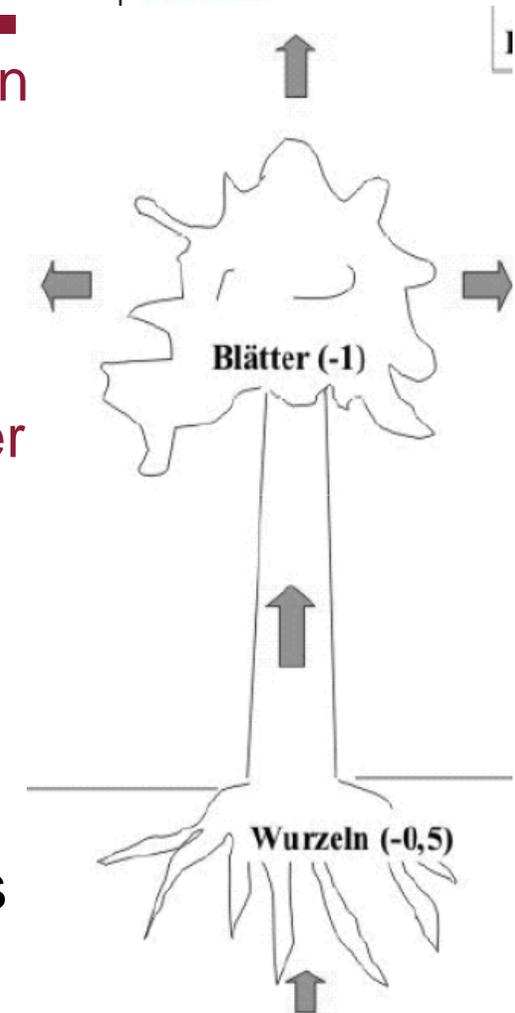


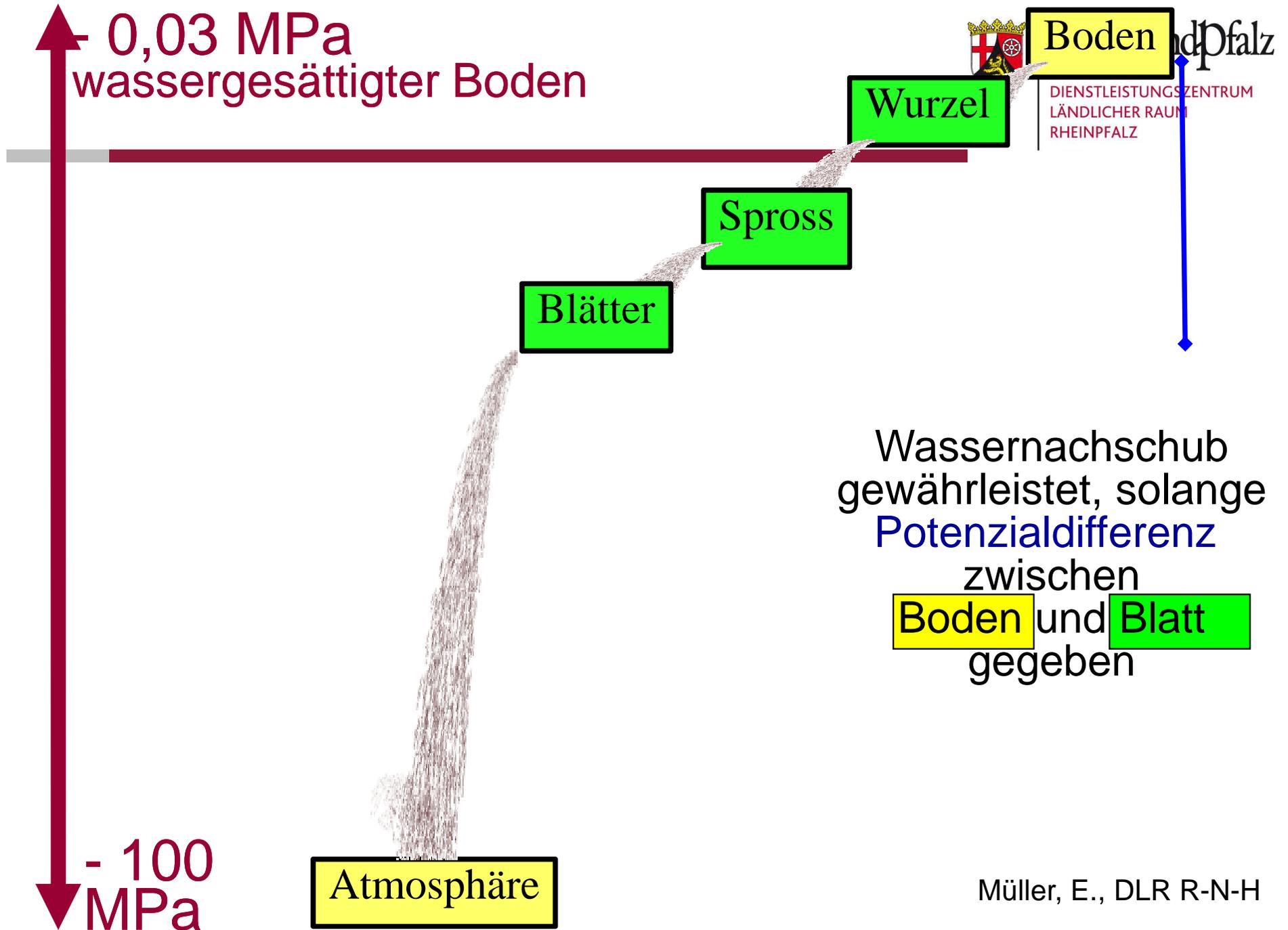
Transpiration an Blättern verursacht Potenzialdifferenzen zwischen Blatt und Boden, die sich in Form eines "Sogs" über das kapillare Leitbahnsystem der Pflanze bis in den Boden fortsetzt

Die Pflanze ist zwischen das hohe Wasserpotenzial des Bodens und das niedrige Wasserpotenzial der Atmosphäre zwischengeschaltet

Wasser „fließt“ vom höheren Wasserpotenzial im Boden durch die Pflanze zum niedrigeren Wasserpotenzial der Atmosphäre

Die **Wasserpotenzialdifferenz** zwischen Atmosphäre und Boden ist der "Motor" des Wasser- und Nährstofftransports in der Pflanze





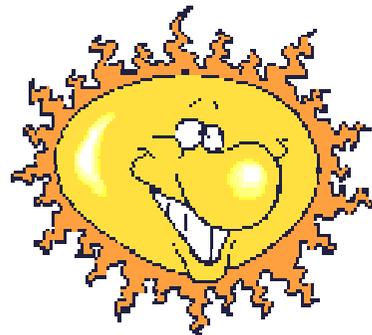
Fortwährender Wasserentzug



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum
Ländlicher Raum
Rheinland-Pfalz

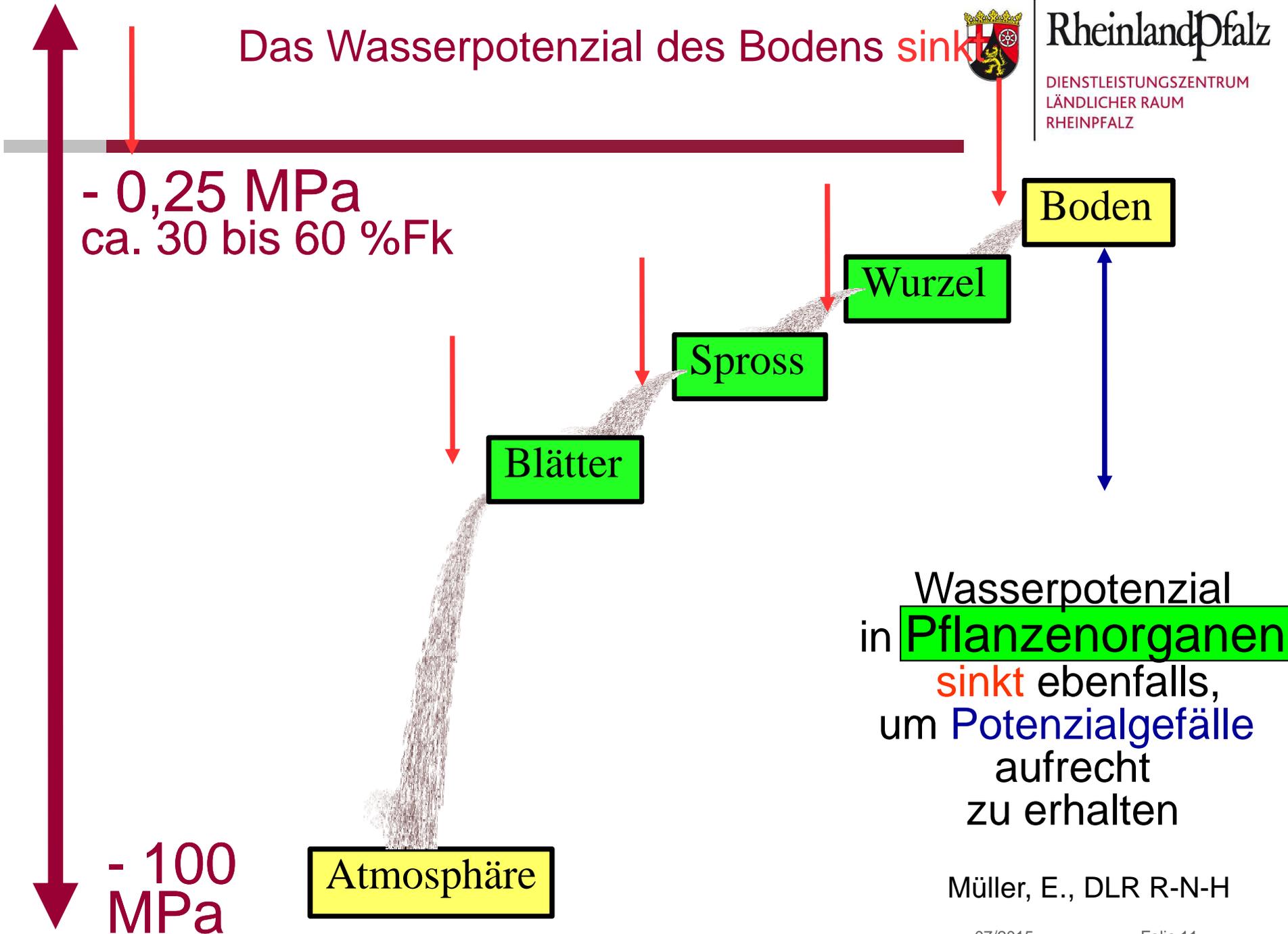
– was passiert?



Müller, E., DLR R-N-H



Das Wasserpotenzial des Bodens sinkt



- 0,25 MPa
ca. 30 bis 60 %Fk

- 100 MPa

Wasserpotenzial
in Pflanzenorganen
sinkt ebenfalls,
um Potenzialgefälle
aufrecht
zu erhalten

Müller, E., DLR R-N-H

Die Trockenheit hält an ...



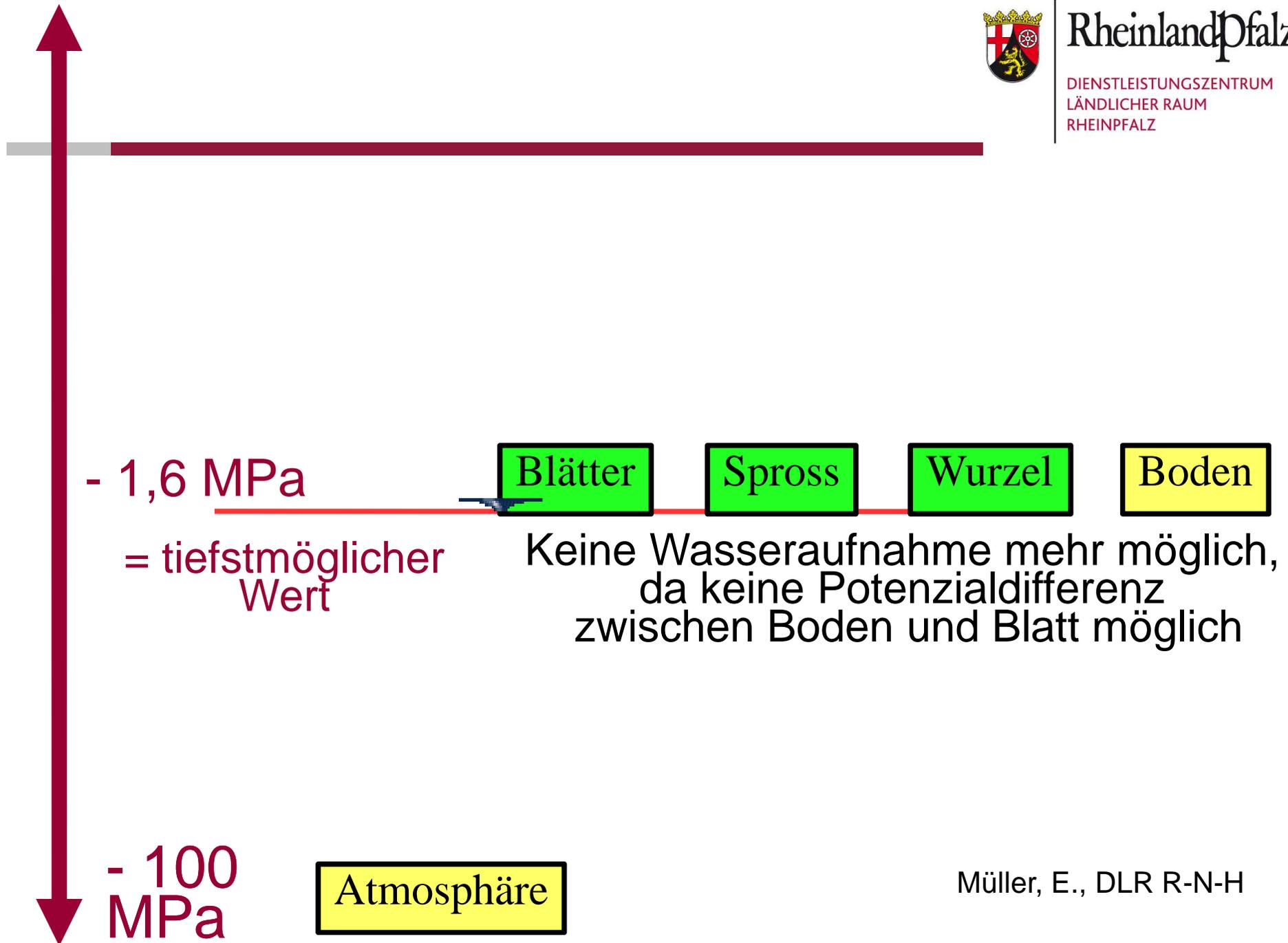
das Wasserpotenzial im Boden sinkt weiter

Pflanze senkt das Wasserpotenzial in den Blättern weiter ab, um Potenzialgefälle (Wasserfluss) aufrecht zu erhalten

Aber: Absenkung auf max. ca. -16 bar (- 1,6 MPa) begrenzt

Schutz vor „embolieähnlichen“ Effekten (Cavitation) im Leitbahnsystem

Wenn diese Absenkung nicht mehr ausreicht, um Potenzialgefälle zwischen Boden und Blatt aufzubauen, kommt Wasseraufnahme zum Erliegen



Müller, E., DLR R-N-H

Reaktionen der Pflanze auf Wasserverknappung



Rheinland-Pfalz

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM
LÄNDLICHER RAUM
RHEINPFALZ

Ab ca. - 0,25 MPa Wasserpotenzial erste Reaktionen
teilweises bzw. zeitweises Schließen von Spaltöffnungen zur
Minderung der Transpiration

1. Eingeschränkte Photosynthese

erste Reaktionen im Stoffwechsel

Bei ca. -1,6 MPa Wasserpotenzial (= permanenter
Welkepunkt) ist weitere Wasseraufnahme nicht mehr
möglich

Zum Schutz vor Austrocknung werden alle Spaltöffnungen
geschlossen

1. keine Photosynthese mehr möglich

Bei Fortdauer aufgrund anhaltender und nicht kontrollierbarer
Wasserabgabe über Kutikula irreversible Schäden

Müller, E., DLR R-N-H

Beobachtungen an der Pflanze?

Merkmale



Einstellung des veg. Wachstums (aufrecht stehende
Triebspitzen bzw. Abfallen)

Hängende Ranken

Veränderte Blattstellung (Blattrückseiten sichtbar)

Vergilbungen

Abfallen der Triebspitzen (Jungfeld)

Problem

Physiologische Reaktionen setzen bereits vor
Sichtbarwerden von Symptomen ein

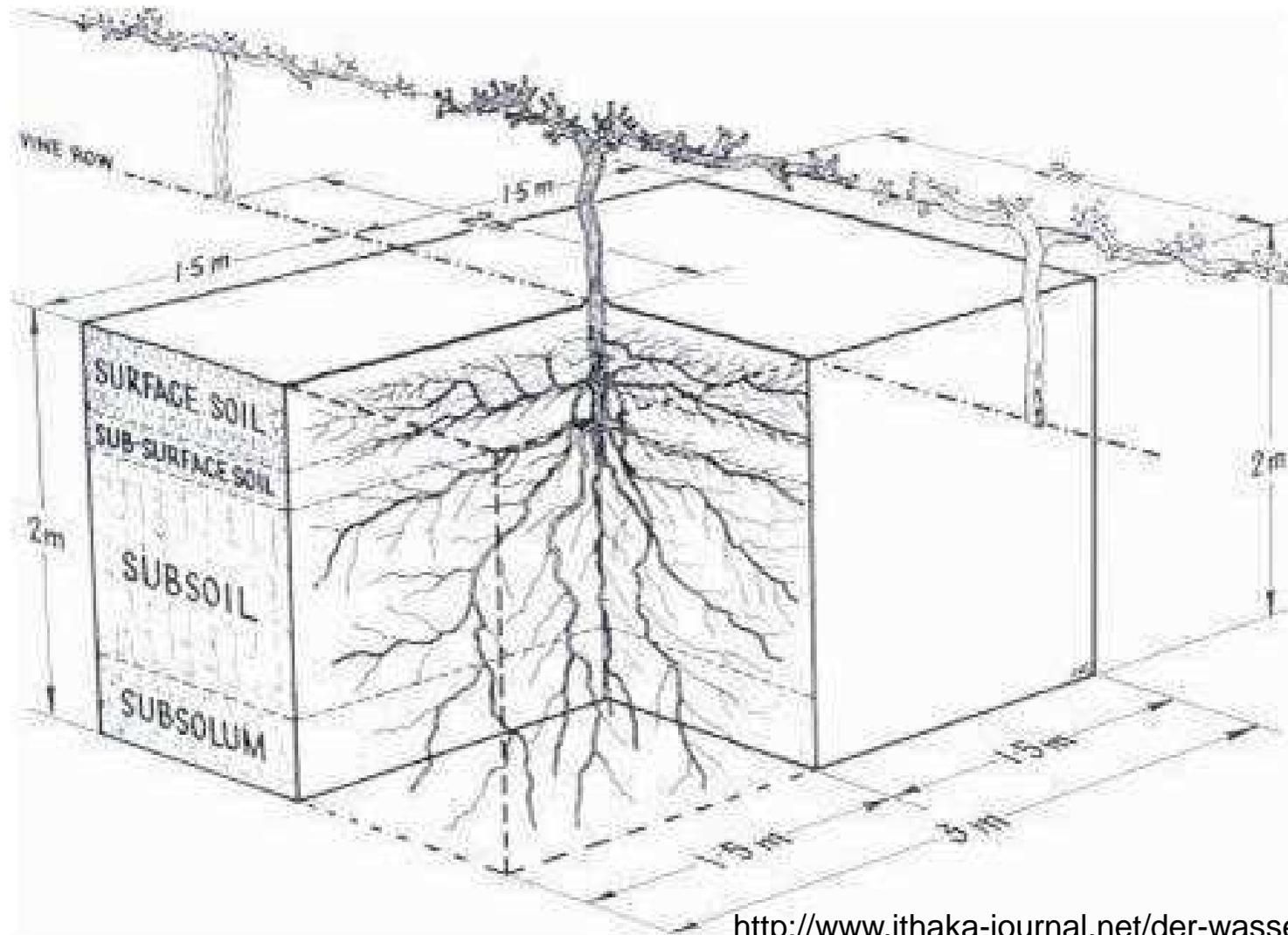
Einschätzung subjektiv und stark personenabhängig

Die Rebe ist zwar eine Trockenstresskünstlerin, aber....



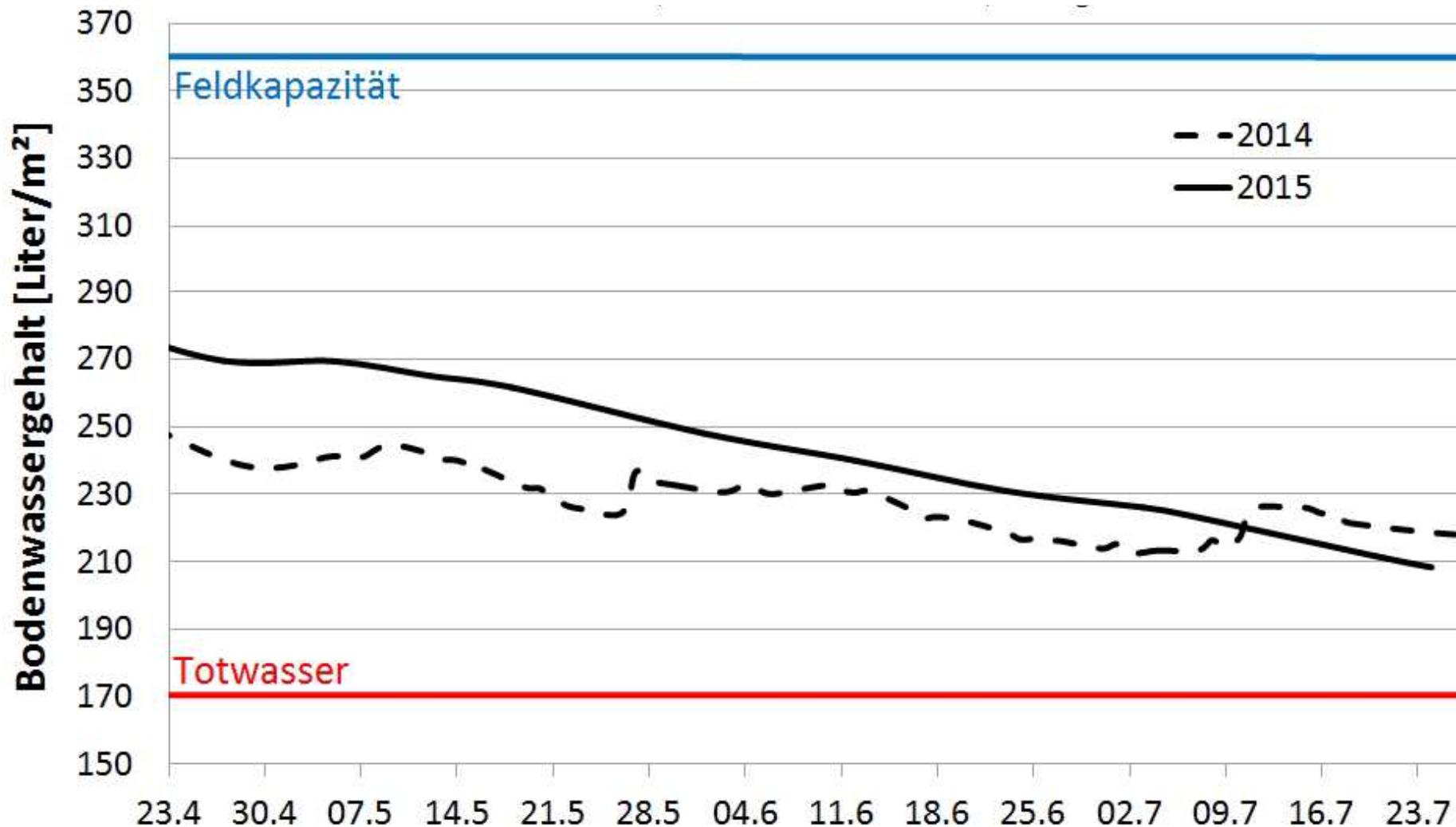
Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum
Ländlicher Raum
Rheinpfalz



<http://www.ithaka-journal.net/der-wasserhaushalt-der-weinrebe>

Bodenwasser bis 1 m Tiefe
Referenzanlage DLR Rheinpfalz
Unterstockbereich, Boden (sL) ohne Beikräuter
Quelle: Wörthmann, M. und Erhardt, M., DLR Rheinpfalz



Trockenstress in einer Junganlage -Triebspitze aufrechtstehend



<http://www.steffens-kess.de/cms/tag/trockenheit/>

Riesling, 01.07.2015



Frühe Trockenschäden bei Weißburgunder



Ursachen:

- Begrünung zu spät umgebrochen
- Zu extensive Bodenpflege

Trockenstress – Eingestelltes Wachstum

Bildquelle: Götz, G. 06/2015



Trockenstress in einer Tafeltraubenanlage - Welketracht der Blätter



Innovative Methode zum Bewässern von nachgepflanzten Reben

Bildquelle: Götz, G. (2015)



Vorsicht: Herbizidspritze
vorher gut reinigen



Umbau Herbizid-
Spritze

Arbeitszeitbedarf (300 Reben/ha):

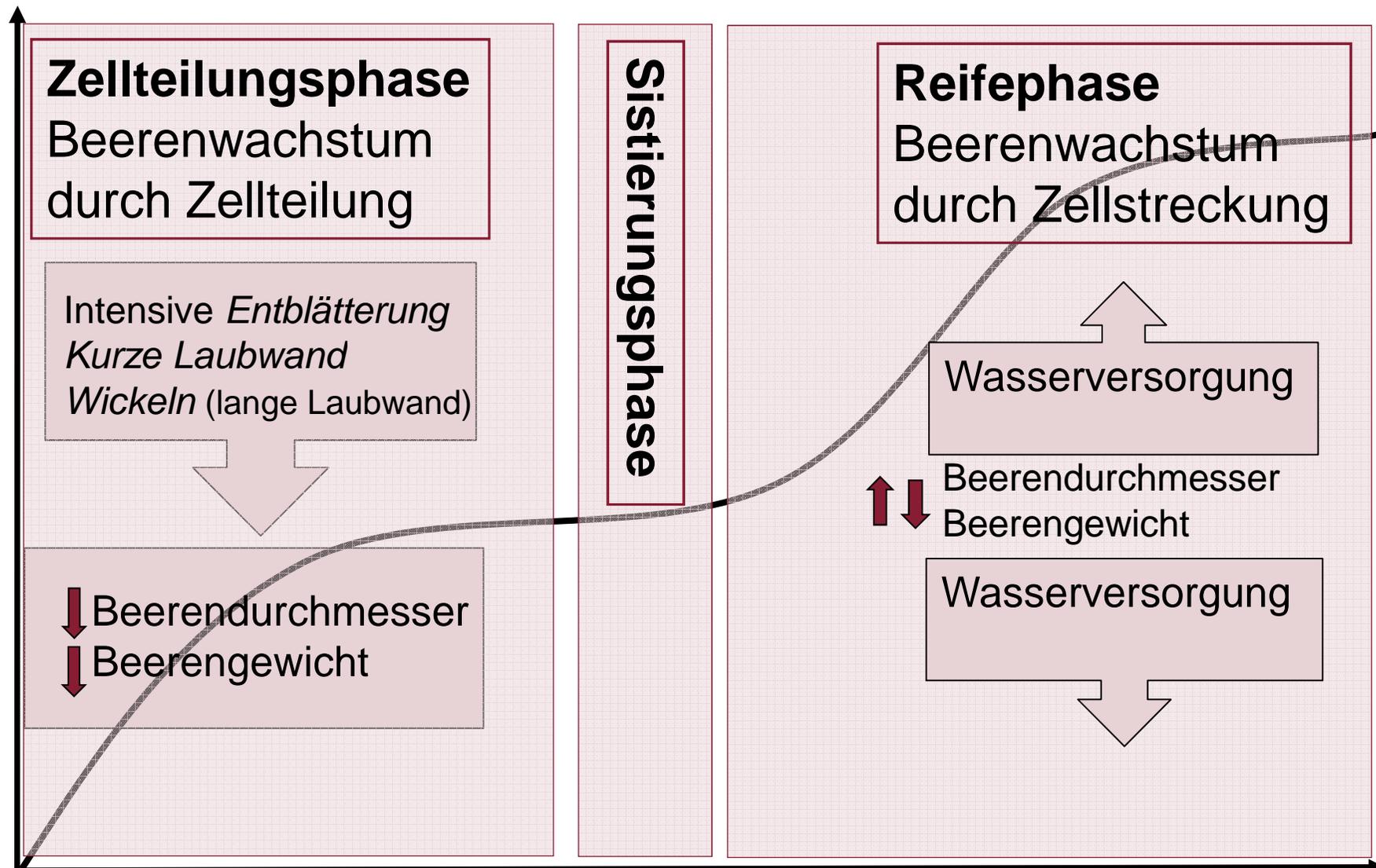
25 sec/Rebe (6 L)

Reine Gießzeit 125 min

+ 1 h Fahrzeit (von Rebe zu Rebe)

= **3,5-4 h/ha** (incl. Auffüllen)

Einfluss verschiedener weinbaulicher Maßnahmen auf die **Beerententwicklung**



Bedeutung der Wasserversorgung in unterschiedlichen Entwicklungsphasen



in Phase I

erste Reaktion auf beginnenden Wassermangel ist Verlangsamung des vegetativen Wachstums
danach Minderung der Assimilationsleistung

1. verlangsamte Zellteilung (geringeres **primäres Dickenwachstum** der Beeren)

Wassermangel mindert Zellwandelastizität aufgrund verstärkter Phenolbildung

1. Möglichkeiten des **sekundären Dickenwachstums** der Beeren in Phase III sind gemindert

Fazit:

- Knappe Wasserversorgung in I führt zu dünneren Beeren (vielfältige positive Auswirkungen !!) und deutlich geringeren Erträgen
- Bewässerung in I steigert Ertrag



Bedeutung der Wasserversorgung in unterschiedlichen Entwicklungsphasen



Rheinland-Pfalz

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM
LÄNDLICHER RAUM
RHEINPFALZ

Die Beerengröße bzw. die **Traubengewichte** werden dieses Jahr voraussichtlich **gering** ausfallen (2010 hatten wir ebenfalls geringe Traubengewichte, die neben Verrieselungen die **niedrigen Erträge** erklären konnten)

Positiv am Wasserstress ist allerdings die Tatsache, dass die Beeren, die in der Phase 1 untere Wasserstress litten, während der Reifephase weniger Wasser einlagern

verringerte Platzgefahr?

Dickenwachstum - Stellschraube für das Traubendesign



Rheinland-Pfalz

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM
LÄNDLICHER RAUM
RHEINPFALZ

Reifephase III (Ziel: Vermeidung von prallen Beeren)

- Platzanfälligkeit wird von Balance zwischen Wasseraufnahme und –abgabe bestimmt
- Wasseraufnahme in erste Linie über das Kissen mit dem Stiel-Frucht-Übergang sowie über Mikrorisse
 - » Maßnahmen, die zu einer Verringerung der Nässedauer, guter Durchlüftung der Trauben und damit zu erhöhter Transpiration und zu verringertem Pilzbefall führen, senken das Risiko des Aufplatzens der Beeren (Knoche et al., 2011)

Anpassungsstrategien der Rebe bei Trockenheit



Rheinland-Pfalz

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM
LÄNDLICHER RAUM
RHEINPFALZ

- Blätter besitzen aufgrund der feinen Filzhaare sowie der Wachsschicht einen Verdunstungsschutz (Eindämmen der Sonneneinstrahlung sowie Ausbremsen der Luftströmungen über dem Blatt)
 - Herabsetzung der Transpiration
- Bei suboptimaler Versorgung wird das Wachstum eingestellt
- Steigerung der Wassernutzungseffizienz:
 - Herabsetzung der stomatären Leitfähigkeit
 - Stärkeres Wurzelwachstum, mehr Feinwurzeln
- Bei zunehmendem Wasserstress werden die Spaltöffnungen vermehrt geschlossen

Anpassungsstrategien der Rebe bei Trockenheit

nach Schultz, Hochschule Geisenheim



Rheinland-Pfalz

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM
LÄNDLICHER RAUM
RHEINPFALZ

Abscisinsäure (ABA):

wird in den Wurzeln bei Wassermangel gebildet und dient als Signal, um eine Schließung der Stomata zu induzieren

Osmoregulation der Zelle:

Es werden gezielt Stoffe (z.B. Kalium, Äpfelsäure, Zucker) in Zellen eingelagert, um das osmotische Potential abzusenken

-> Wasserpotential sinkt

-> es kann mehr Wasser aufgenommen werden

Veränderungen der Zellwand:

Durch die Einlagerung von Phenolen kann die Zelle ihren Wasserhaushalt regulieren

Große Sortenunterschiede gegenüber Trockenstress

nach Schultz,
Hochschule Geisenheim



Rheinland-Pfalz

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM
LÄNDLICHER RAUM
RHEINPFALZ

Isohydrische Sorten („Optimisten“)

- Lassen ihr Blattwasserpotential stark absinken
- veränderte Stomata, die noch Photosynthese bei sehr niedrigem Blattwasserpotential garantieren
z.B. **Syrah**

anisohydrische Sorten („Pessimisten“)

- Schließen ihre Stomata bei moderatem Blattwasserpotential
- sparen dadurch Wasser, sind aber im Gegenzug bei langen Trockenphasen weniger produktiv
z.B. **Grenache**

unterschiedliche Sensibilität gegenüber ABA
Xylemanatomie der Sorten
Einfluss der Unterlage

Bedeutung der Wasserversorgung in unterschiedlichen Entwicklungsphasen



Rheinland-Pfalz

Dienstleistungszentrum
Ländlicher Raum
Rheinpfalz

In Phase III (Reifephase)

Müller, E., DLR R-N-H

Wasserangebot

Müller, E., DLR R-N-H

	hoch	mittel	leichter Stress	starker Stress
Assimilationsleistung	hoch	hoch	mittel	gering
vegetatives Wachstum	hoch	mittel	gering	kein
Beerendicke und Ertrag	sehr hoch	hoch	mittel	gering

Wasserangebot

Müller, E., DLR R-N-H

	hoch	mittel	leichter Stress	starker Stress
Assimilationsleistung	hoch	hoch	mittel	gering
vegetatives Wachstum	hoch	mittel	gering	kein
Beerendicke und Ertrag	sehr hoch	hoch	mittel	gering
Mostgewicht	gering	mittel	hoch	mittel o. gering

Wasserangebot

Müller, E., DLR R-N-H

	hoch	mittel	leichter Stress	starker Stress
Assimilationsleistung	hoch	hoch	mittel	gering
vegetatives Wachstum	hoch	mittel	gering	kein
Beerendicke und Ertrag	sehr hoch	hoch	mittel	gering
Mostgewicht	gering	mittel	hoch	mittel o. gering
Säure	sehr hoch	hoch	mittel	gering
Farbstoffe u. Phenole	gering unreif	mittel	hoch	sehr hoch

Wasserangebot

Müller, E., DLR R-N-H

	hoch	mittel	leichter Stress	starker Stress
Assimilationsleistung	hoch	hoch	mittel	gering
vegetatives Wachstum	hoch	mittel	gering	kein
Beerendicke und Ertrag	sehr hoch	hoch	mittel	gering
Mostgewicht	gering	mittel	hoch	mittel o. gering
Säure	sehr hoch	hoch	mittel	gering
Farbstoffe u. Phenole	gering	mittel	hoch	sehr hoch
physiologische Reife	gering	mittel	hoch	Notreife
UTA-Neigung	hoch	mittel	mittel	hoch
Botrytis	hoch	mittel	gering	sehr gering

Wasserangebot

Müller, E., DLR R-N-H

	hoch	mittel	leichter Stress	starker Stress
Assimilationsleistung	hoch			gering
vegetatives Wachstum	hoch			kein
Beerendicke und Ertrag	sehr hoch			gering
Mostgewicht	gering			mittel o. gering
Säure	sehr hoch			gering
Farbstoffe u. Phenole	gering			sehr hoch
physiologische Reife	gering			Notreife
UTA-Neigung	hoch			hoch
Botrytis	hoch			sehr gering

Wasserangebot

Müller, E., DLR R-N-H

hoch

mittel

leichter
Stress

starker
Stress

	hoch	mittel	leichter Stress	starker Stress
Assimilationsleistung	hoch	hoch		
vegetatives Wachstum	hoch	mittel		
Beerendicke und Ertrag	sehr hoch	hoch		
Mostgewicht	gering	mittel		
Säure	sehr hoch	hoch		
Farbstoffe u. Phenole	gering	mittel		
physiologische Reife	gering	mittel		
UTA-Neigung	hoch	mittel		
Botrytis	hoch	mittel		

Fazit



Rheinland-Pfalz

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM
LÄNDLICHER RAUM
RHEINPFALZ

- Sichtbare Symptome von Trockenstress bereits kontraproduktiv
- Moderater Wasserstress positiv bei Rotweinsorten
- Die Wasserversorgung der Rebe entscheidet mit über die spätere Beerengröße bzw. den Ertrag
- Wunschvorstellung: ausgeglichene Bodenwasserversorgung im Spätsommer bzw. Herbst

Danke



Rheinland-Pfalz

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM
LÄNDLICHER RAUM
RHEINPFALZ

- Für ihre Aufmerksamkeit
- Dr. E. Müller (DLR RNH) für die Bereitstellung der Folien über das Wasserpotential