



Bewässerung im Obstbau

Wassereffizienz und Fruchtqualität optimieren dank Monitoring des Wasser- gehaltes im Boden und in der Pflanze

Ph. Monney

Reckenholz, 23.01.2014



Wasserdefizit in den 3 Hauptregionen des Obstbaus in der Schweiz

	Irrigation (mm)		
	Gut	Chang	Sion
1981		154	358
1982		101	315
1983	152	152	252
1984		195	321
1985		92	215
1986		158	234
1987			208
1988		131	360
1989		260	311
1990	81	69	251
1991	64	190	402
1992	119	61	354
1993		79	353
1994		76	228
1995		107	279
1996		81	285
1997		78	263
1998	93	148	362
1999			153
2000		118	343
2001	87	95	266
2002		128	263
2003	153	276	365
2004	87	198	340
2005		117	241
2006	133	168	285
2007			81

Für Golden Delicious mit Kc (Kulturkoeffizient):

- 0.7 ab Blüteperiode bis Mitte Juni

- 1.0 in der Sommerperiode

Gut : Güttingen (TG)

Chang : Changins (VD)

Sion : Sion (VS)

Defizit :

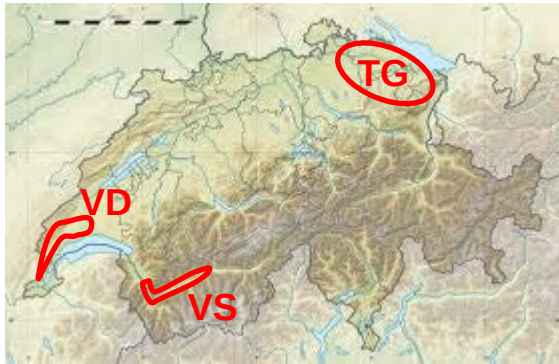
Gering  (60 – 120 mm)

Mittel  (120 – 250 mm)

Hoch  (> 250 mm)



Gemeinsame Bewässerungssysteme



Obstanlagen:

TG : Temporäre Systeme in Junganlagen
(gewöhnlich, 1 Vegetationsperiode)

VS : feste Überkronenbewässerung,
auch für Frostbekämpfung

- in meisten Obstanlagen
- ergänzend, Tropfbewässerung oder Minisprinklers werden teilweise in neuen Kulturen installiert.
- Minisprinklers in Hanglagen im Rhonetal (Aprikosen)

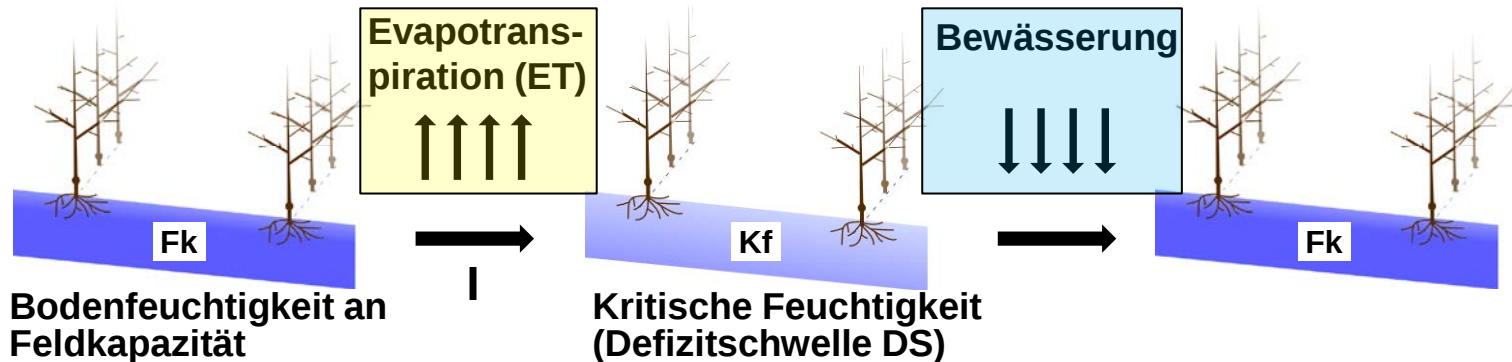


VD : Fixe Tropfbewässerungssysteme in
den meisten Anlagen, ausser auf
kleineren Flächen von Steinobst
und Birnen

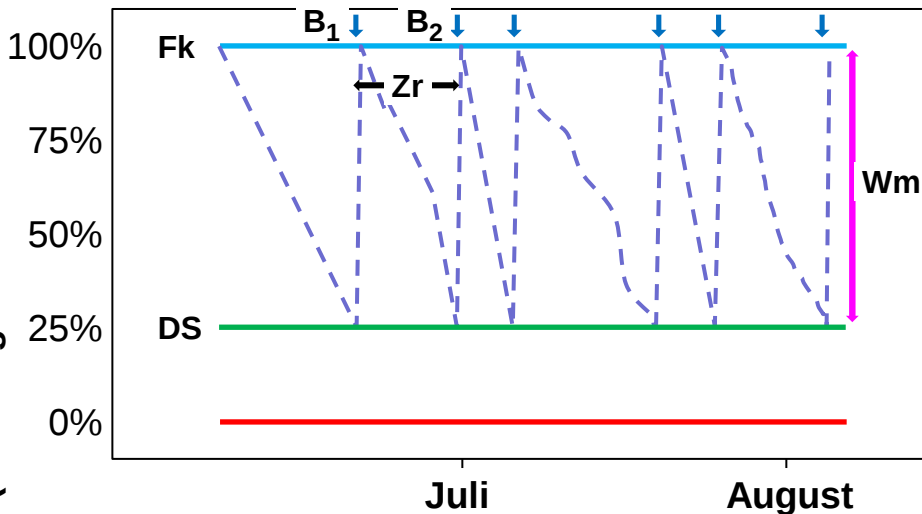


Bewässerungsprinzip

1. Konstantes Defizit (Überkronenbewässerung)



Durchschnittlicher Wassergehalt im Boden, Wurzelzone (% verfügbare Wasserreserve)



- Die Defizitschwelle (DS) bleibt immer gleich
- Die angewendete Wassermenge (W_m) für jede Bewässerung B_1 - B_n ist folglich konstant
- Deshalb ist der Zeitraum (Z_r) zwischen 2 Bewässerungen unregelmässig, je nach meteorologischen Bedingungen (u.a. Niederschlag)



Konstantes Defizit

A. Mit der Wasserbilanz

Bodentiefe * Wasserkapazität
(mm/cm Tiefe)

→ zu verwendende Wassermenge

Wenn : Ferfügbares Wasser - (ET_0
* K_c) + Regen = 0

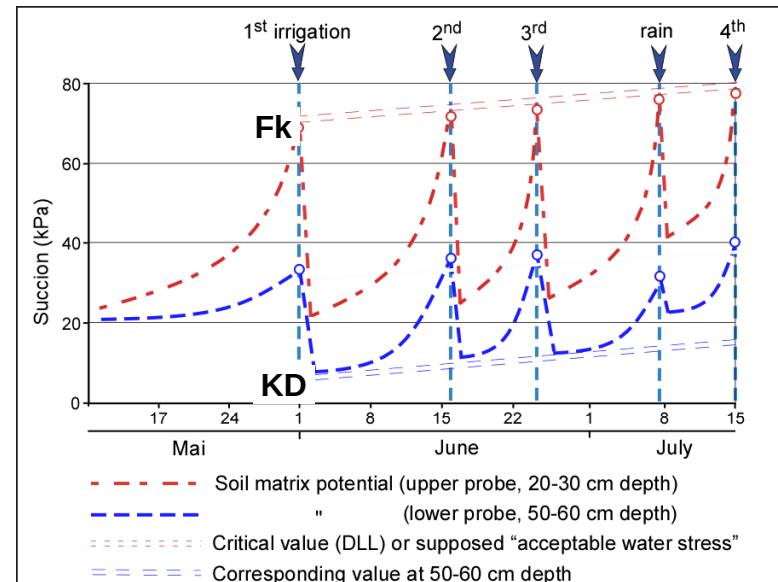
→ Defizitschwelle erreicht

→ Bewässerung nötig

Probleme:

- Schätzung der optimalen Wassermenge (Wasserkapazität, Bodentiefe)
- Ungenauer K_c (oft zu hoch, Klima abhängig)
- Berücksichtigung der Niederschläge (nützliche Niederschläge)

B. Mit Sonden



Bei Wurzeltiefe von 80-100 cm :

1. Sonde ein Drittel der Tiefe (30 cm tief)

2. Sonde zweite Drittel der Tiefe (60 cm)

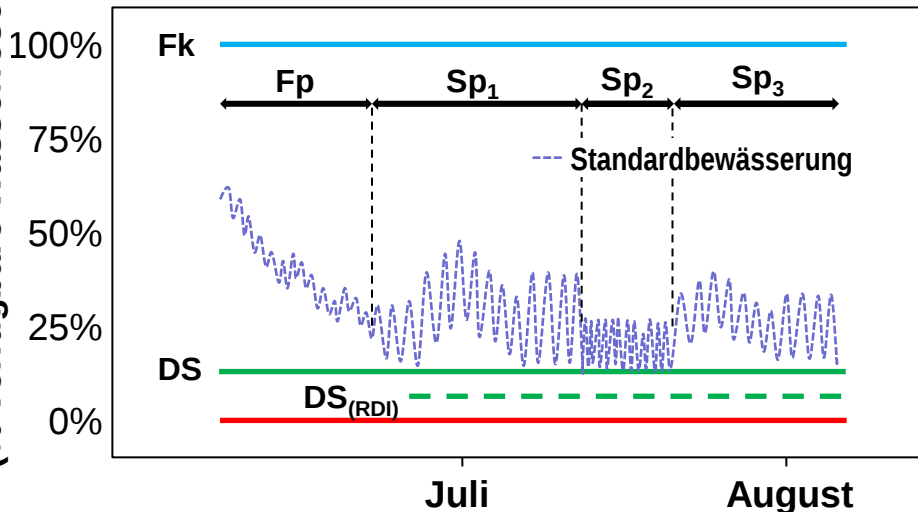
Die Defizitschwelle: 60 kPa (60 cbar) in sandigen Böden und 100 kPa in schweren Böden (Messung in 30 cm Tiefe).

Tiefe Sonde bestimmt die Wassermenge pro Gabe (0 kPa = zu hohe Wassermenge pro Gabe ; reagiert nicht = zu tiefe)



A diagram of a tree with a dashed line labeled 'DS' indicating a specific point or path. The tree has a main trunk and several branches. A dashed line starts from the ground, goes up to a point labeled 'DS' on a branch, and then continues upwards. A blue circle is at the base of the tree, and a red dot is on the ground near the base.

Durchschnittlicher Wassergehalt im Boden, Wurzelzone (% verfügbare Wasserreserve)



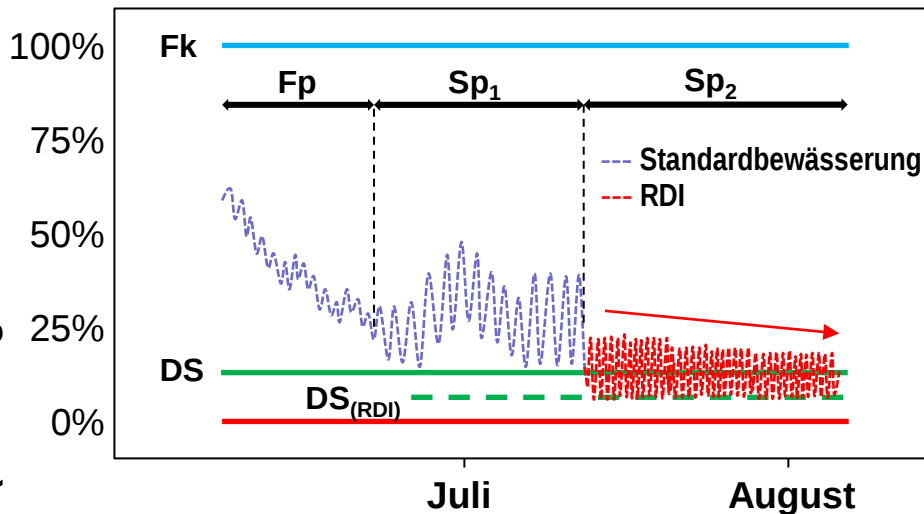
- Die Standard-Frequenz der Wassergabe ist einmal pro Tag, da Fz einen geringen Anteil der Wasserreserve ausmacht.
- Die erste Bewässerung wird durchgeführt bevor DS erreicht
- Während Frühlingsperiode, kleine Wassermengen, um ein zu rasches Austrocknen der Bodenoberfläche zu verhindern
- Sp_1 (erste Sommerperiode): Wasserbedarf der Pflanzen wesentlich durch die Bewässerung gesichert
- Sp_2 : aussergewöhnliche Trockenheit und Temperatur $\rightarrow$ Frequenz verdoppeln
- Sp_3 : zurück zur normalen Frequenz



Gesteuerte Defizitbewässerung (RDI)

- Die Standardbewässerung zielt auf maximales Trieb- und Fruchtwachstum
- Gesteuerte Defizitbewässerung (RDI) dient in erster Linie der Wassereinsparung, hat aber auch weitere Vorteile :
 - vegetatives Wachstum wird gebremst
 - Lichtverteilung in Baumkrone verbessert und Fruchtqualität erhöht
- Die Steuerung der Defizitbewässerung (RDI) sollte von Pflanzenindikatoren abhängig sein (präzisere Stressschwellen = Sicherung von Ertrag und Fruchtqualität bei maximaler Wassereinsparung)

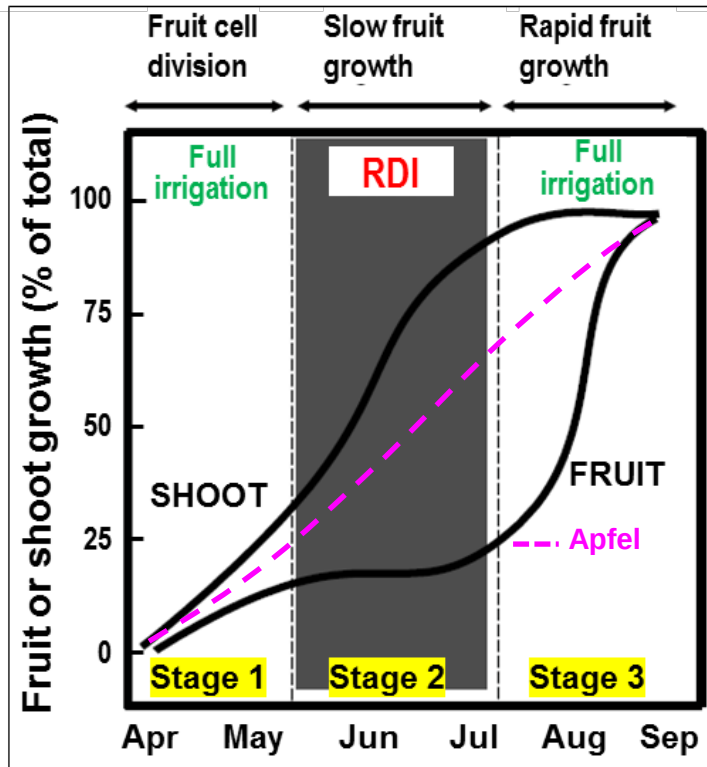
Durchschnittlicher Wassergehalt im Boden, Wurzelzone (% verfügbare Wasserreserve)



- Sp₂ : gewünschte Periode für RDI
- Optimale Periode für die RDI ?
- DS_(RDI) richtig einstellen ?
- Wassergehalt im Boden: zuverlässiger Indikator für RDI ?



Optimale Periode für die RDI

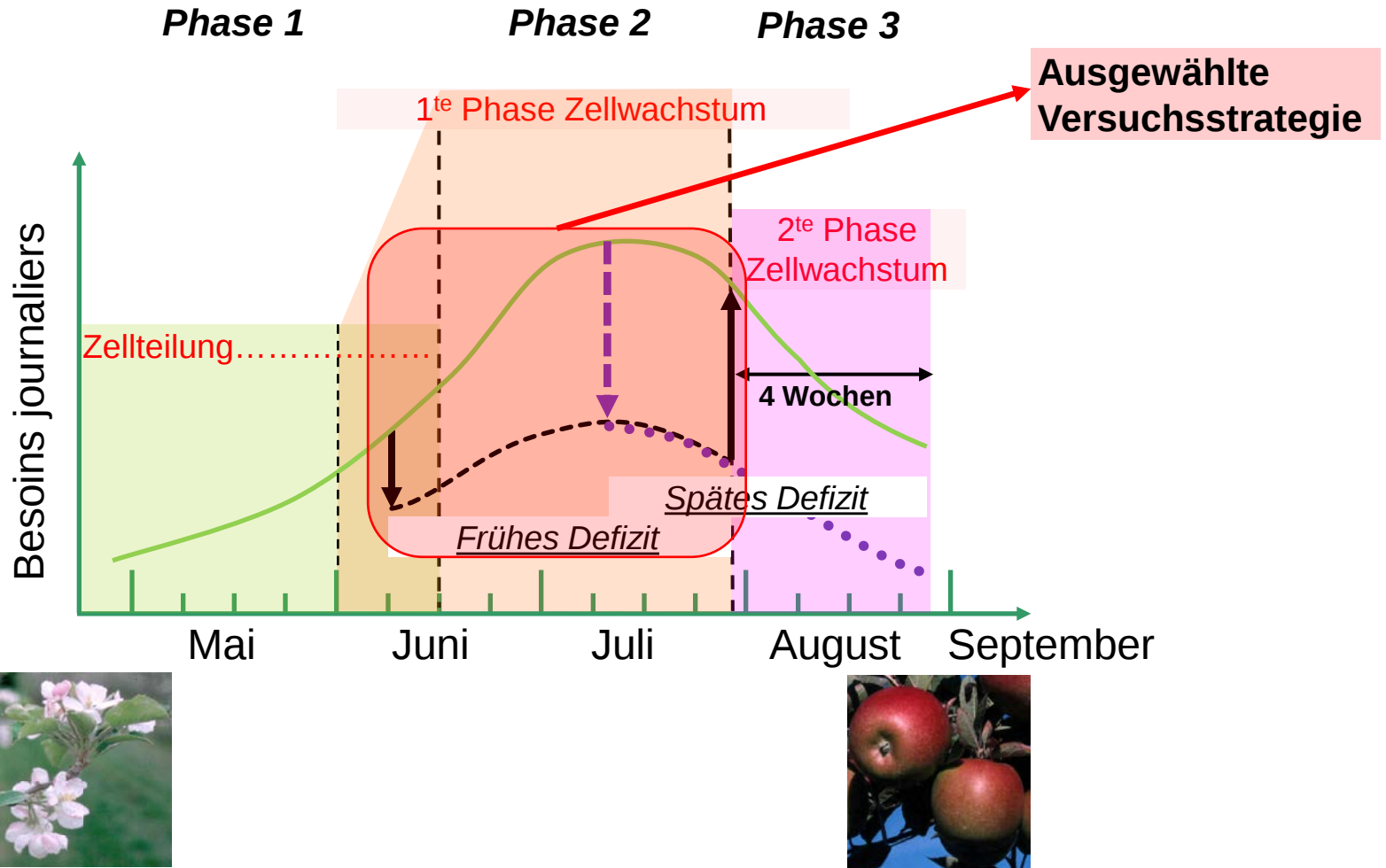


Based on Goodwin and Boland,
FAO, 2002

- Vorschlag der FAO für Steinobst und Birnen
- Keine rasche Zuwachspanne der Früchte beim Apfel
- Positive Resultate aus der Literatur
- Die optimale Periode für RDI wird zur Zeit kontrovers diskutiert.....



RDI-Versuchsstrategie





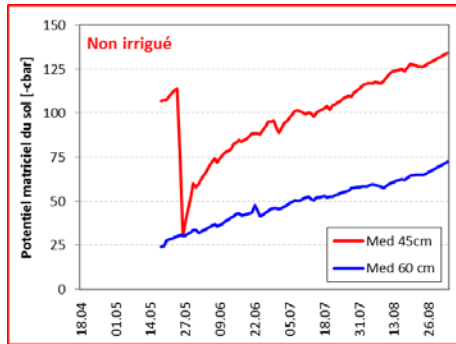
Versuch bei Gala Apfel mit Tropfenbewässerungssystem

3 Verfahren

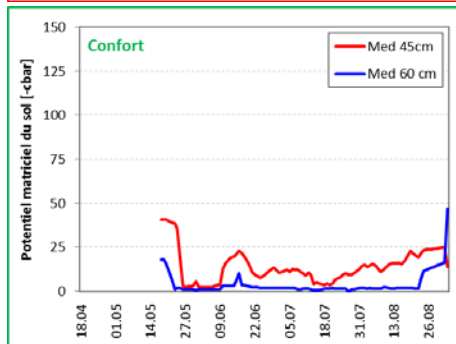
- **Standardbewässerung**
- **Keine Bewässerung**
- RDI ist definiert als optimale Wassermenge um den Wasserstatus der Bäume knapp unter 12 bar zu halten



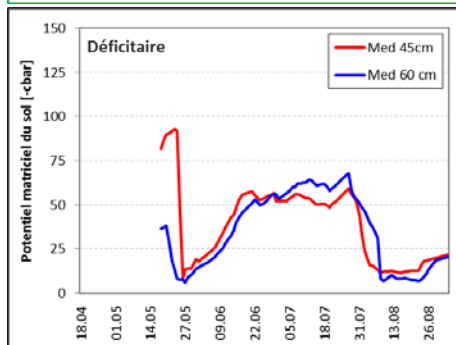
Wassergehalt im Boden (2012)



- Keine Bewässerung



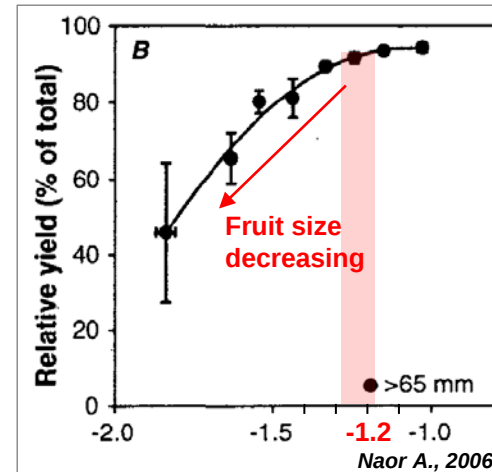
- Standardbewässerung
(kein Defizit)



- RDI



Bewässerungsschwelle gemäss Wasserstatus in der Pflanze

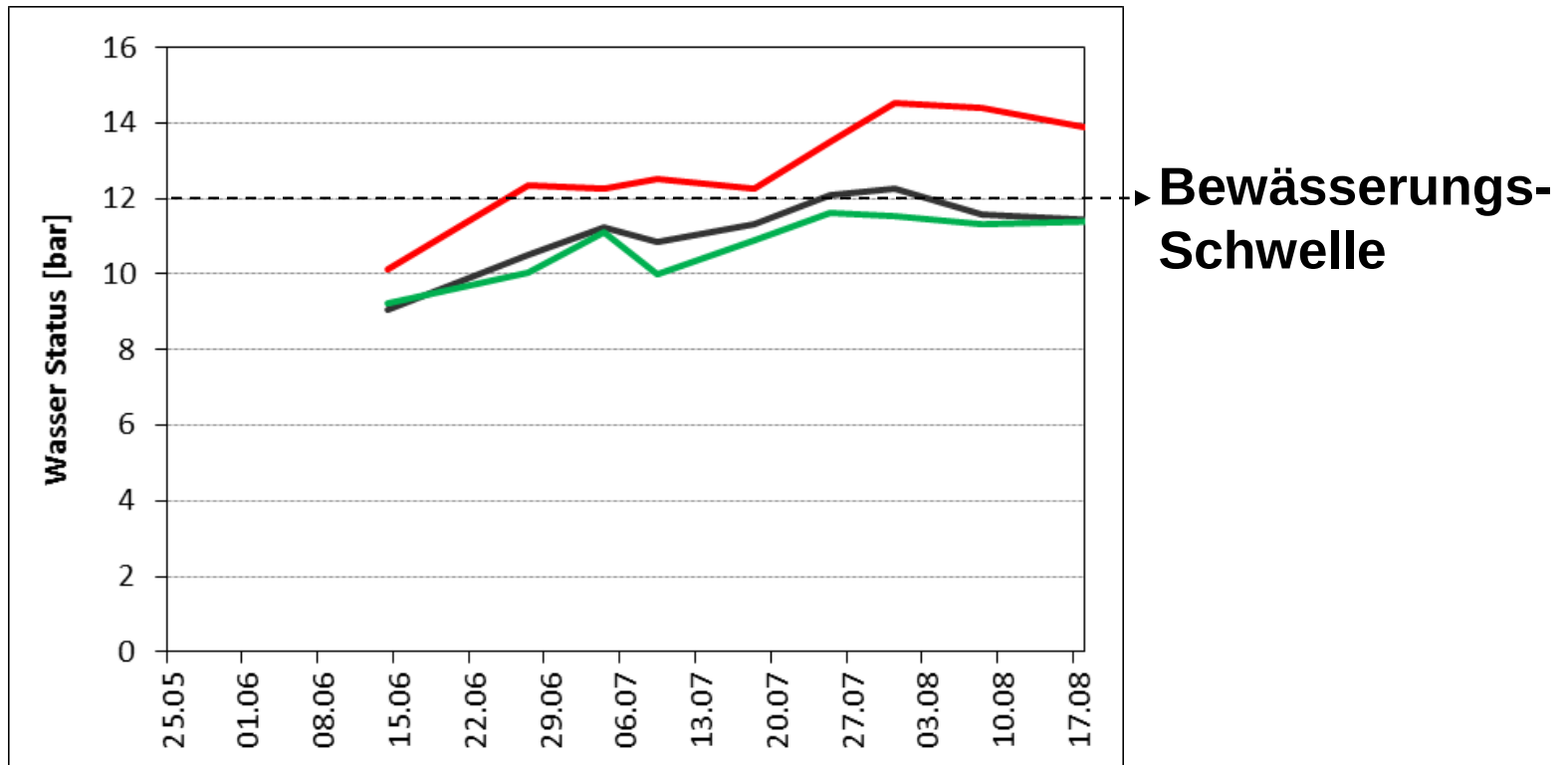


-1.2 MPa (12 bar) gilt zur Zeit als Basis

- Ein beschattetes Blatt in der unteren Kronenzone → "stem water potential" = Wasserstatus im Stamm am Mittag gemessen
- Mindestens 6 Blätter / Verfahren
- 1-2 Messungen / Woche



Wasserstatus (2012)



- **Keine Bewässerung**
- **Standardbewässerung (kein Defizit)**
- **RDI**



Verhältnis Wasserstatus Boden/Pflanze

1.2 MPa (= 12 bar) die “Wasserstressschwelle”

Aufgrund der Grundlage von Boden- und Pflanzenmessungen kann die kritische Bodenfeuchtigkeit berechnet werden:

Die kritische Bodenfeuchtigkeit variiert gemäss

- Klimabedingungen des Jahres
- Fruchtbehang: 2010 → mittel
2011 → hoch
2012 → mittel

Kritische Bodenfeuchte:

(Fruchtbehänge 1 = schwach ;
2 = mittel ; 3 = hoch)

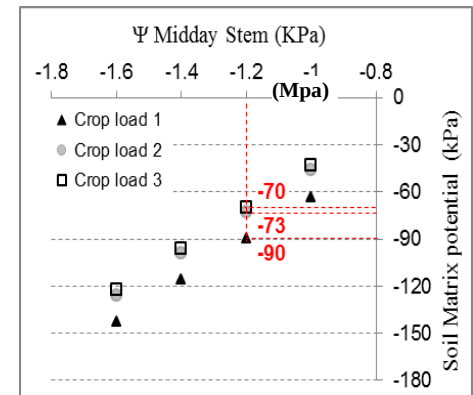
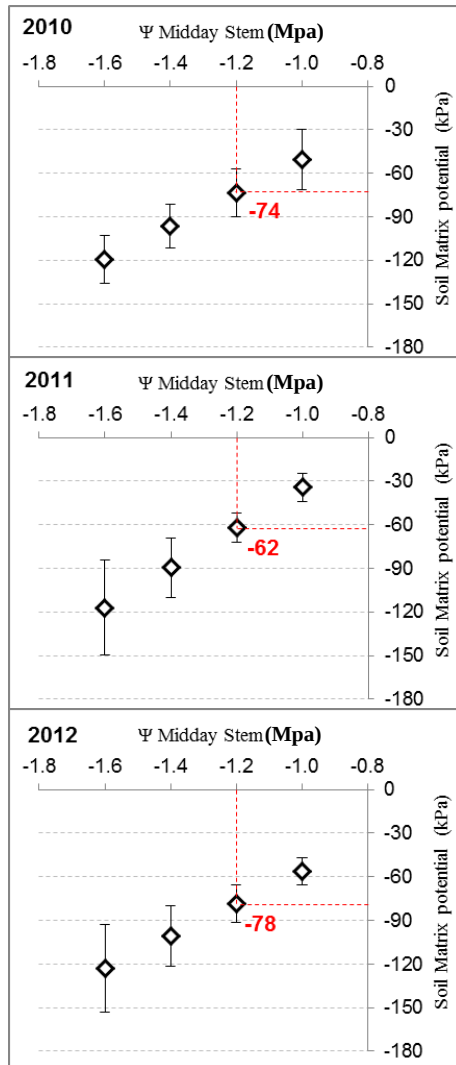
Hoher Fruchtbehang:

→ 70 kPa (70 cbar)

Schwacher Fruchtbehang:

→ 90 kPa (90 cbar)

Variabel f(Boden + Anlage) !





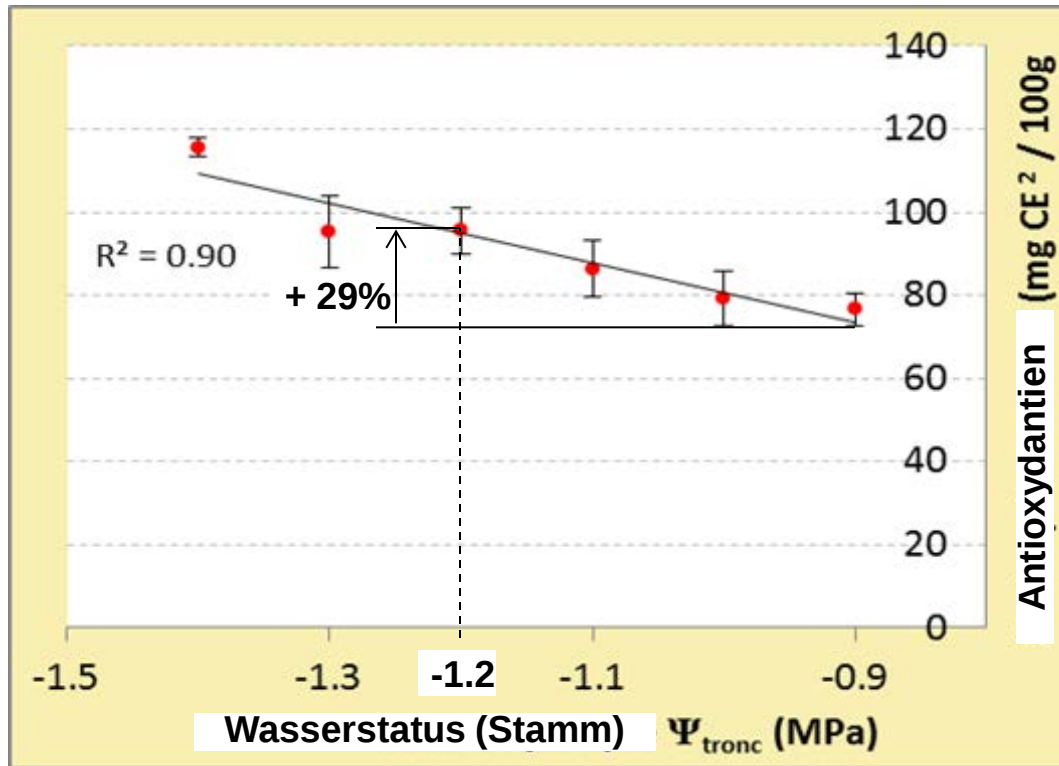
Resultate von 4 Jahren (2010-2013)

Baum- erziehung	Verfahren	Früchte/ Baum	Fruchtkaliber g/Fr.	Ertrag (kg/Baum)	kg / B. ss-cal.	kg / B. ss-color.	kg / B. Klasse I	Zuckerge- halt (°Brix)	Festigkeit (N.cm ⁻²)
Drilling	Keine Bew.	214.7 A	131.3 C	28.0 B	7.6 A	6.4 A	13.9 C	12.3 A	8.8 A
	Norm. Bew.	241.3 A	149.4 A	36.0 A	4.1 B	8.5 A	22.6 A	11.6 B	8.3 B
	RDI	248.3 A	140.4 B	34.6 A	5.9 AB	9.6 A	18.8 B	11.8 AB	8.6 AB
	3	235.7	138.4	33	5.8	11.8	14.9	12.1	8.7
Schmale Hecke	Keine Bew.	172.8 A	127.3 B	22.4 B	5.9 A	5.2 B	11.2 A	12.4 A	8.8 A
	Norm. Bew.	168.4 A	138.1 A	23.3 B	4.3 A	7.4 AB	11.4 A	11.6 B	8.4 AB
	RDI	212.8 A	142.4 A	30.0 A	4.9 A	9.1 A	15.4 A	11.5 B	8.3 B
	3	162.8	134.1	22.2	4.4	7.1	10.5	12.1	8.7
Drilling *		234.8 A	140.4 A	32.9 A	5.9 A	8.1 A	18.4 A	11.9 A	8.6 A
Schmale Hecke *		184.7 B	135.9 A	25.2 B	5.0 A	7.2 A	12.7 B	11.9 A	8.5 A

1. RDI reduziert die Fruchtgrösse nur leicht
2. RDI → keine Ertragsminderung, keine Bewässerung → Ertragsminderung
3. RDI → Ertragsminderung an “Klasse I” Früchte
4. Wenig bewässern → mehr Zuckergehalt in den Früchten (RDI = NB)
5. Wenig bewässern → erhöhte Fruchtfestigkeit (RDI = NB)
6. Die schmale Hecke braucht weniger Wasser als der Drilling, deshalb hat das getestete RDI Verfahren weniger Einfluss auf die Qualität der Früchte (Fruchtkaliber, Anteil Klasse I)



RDI - Gehalt an Antioxidantien



- Insgesamt, mehr Wasserstress → mehr Antioxidantien
- Gemäss Korrelation: an der RDI-Schwelle beträgt der Anstieg 29%



RDI-Bilanz

- Wassereinsparung von etwa 50 % im Vergleich zu Standardbewässerung
- Keine Ertragsminderung
- Leichte Minderung der Handelsqualität der Früchten
- Leichte Erhöhung des Gehaltes an Antioxidantien in der Frucht



- **Wasserstress in 2010-2013 : Stressschwelle wurde oft übergestritten während 2 bis 3 Wochen**
- **Während der Versuchsdurchführung: tägliche Wassermenge wurde je nach Bodenfeuchtigkeit von 80-100 cbar angepasst. Mehr realistisch : 60-70 cbar.**
- **Während der RDI-Periode wäre es ideal eine Wasserstressschwelle für jeden Tag zu haben !**



- **Automatische Messung des Wasserstress pro Tag**
- **Welcher Indikator ? Welche Messmethode ?**

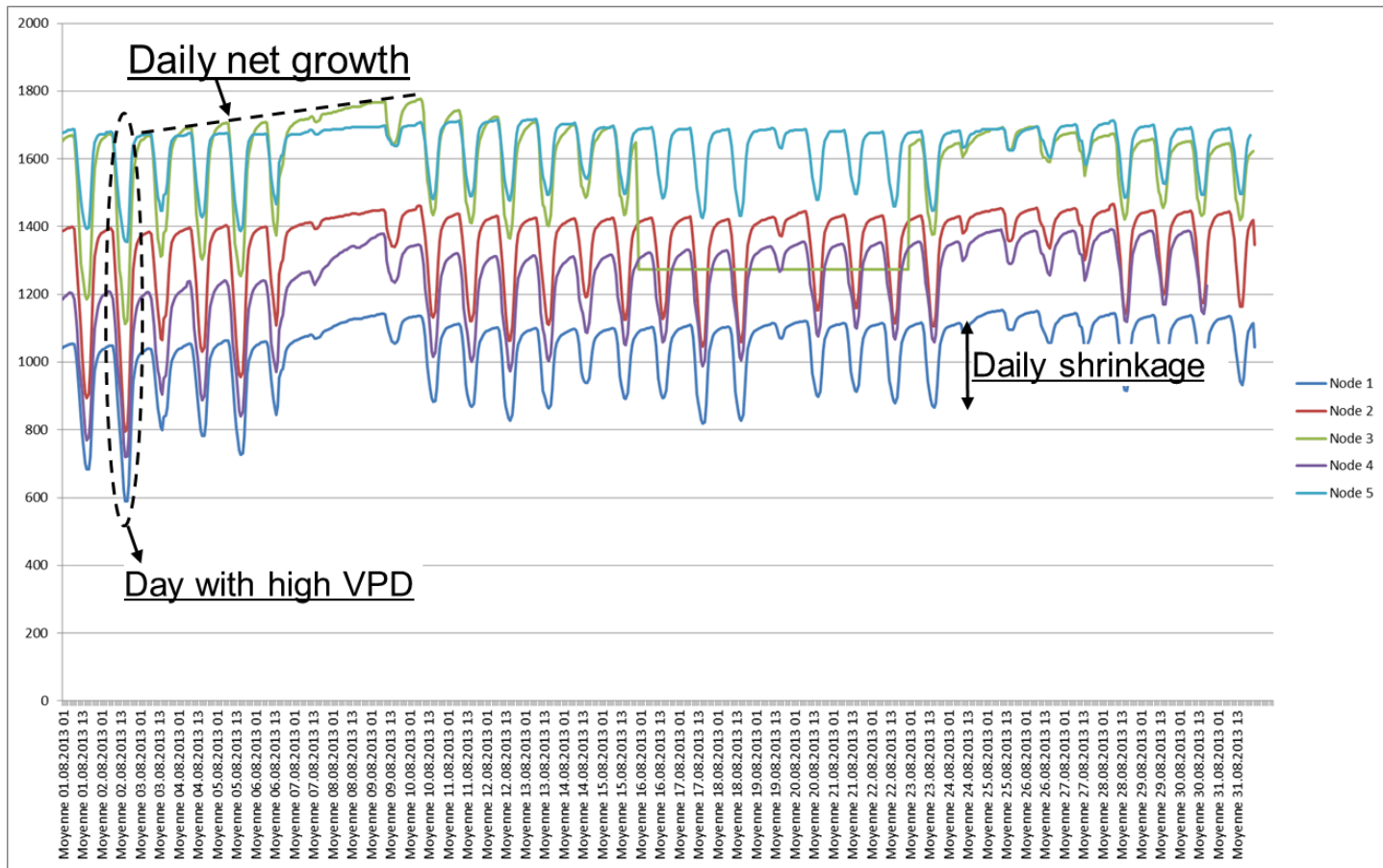


Messung des Wasserstress

- Schollander-Bombe (Stammwasserstatus am Mittag)
 - destruktiv, manuell, in der Praxis 1-2 Messungen pro Woche, zeitaufwendig
 - Genau, zuverlässig, gute Korrelation mit Ertrag und Qualität, sehr zuverlässig
- Dendrometer
 - Teuer (zirka 500-1000 € pro Baum), schwierig zu interpretieren, Kontrollverfahren nötig, pro Messung 6-10 Bäume / Anlage
 - Sehr sensible, ziemlich gut korreliert mit Wasserstress, häufige Messungen (15 Minuten zwischen Messungen)
- PSY 1 (Stamm-Psychrometer)
 - Sehr teuer (zirka 3000 CHF pro Baum), schwierig zu interpretieren, Verletzungen am Stamm, Installation 2-3 Mal pro Saison
 - Sollte einen globalen Wert des Wasserstatus im Baum geben
- ZIM Probe (Messung des Turgordruckes im Blatt)
 - Teuer (zirka 500 € pro Baum), Korrelation mit Wasserstress ? Wenige Erfahrung
 - Sehr sensibel, sehr häufige Messungen (einige Minuten zwischen Messungen), schnell und leicht zu installieren



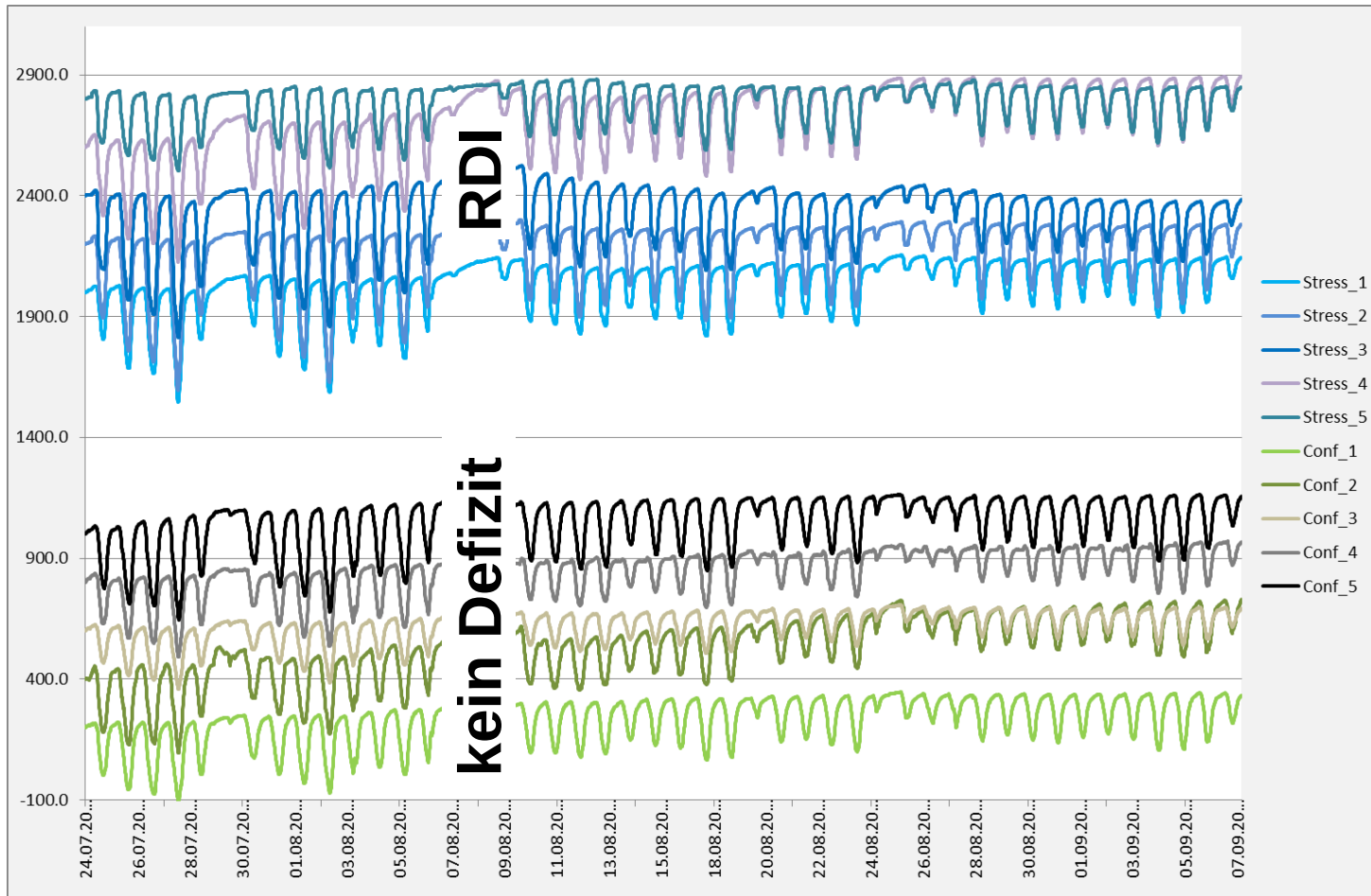
Prinzip des Dendrometers



- Tages-Netto-Wachstum > 0 = wenig Stress
- Schrumpfung pro Tag ist proportional zum Wasserstress



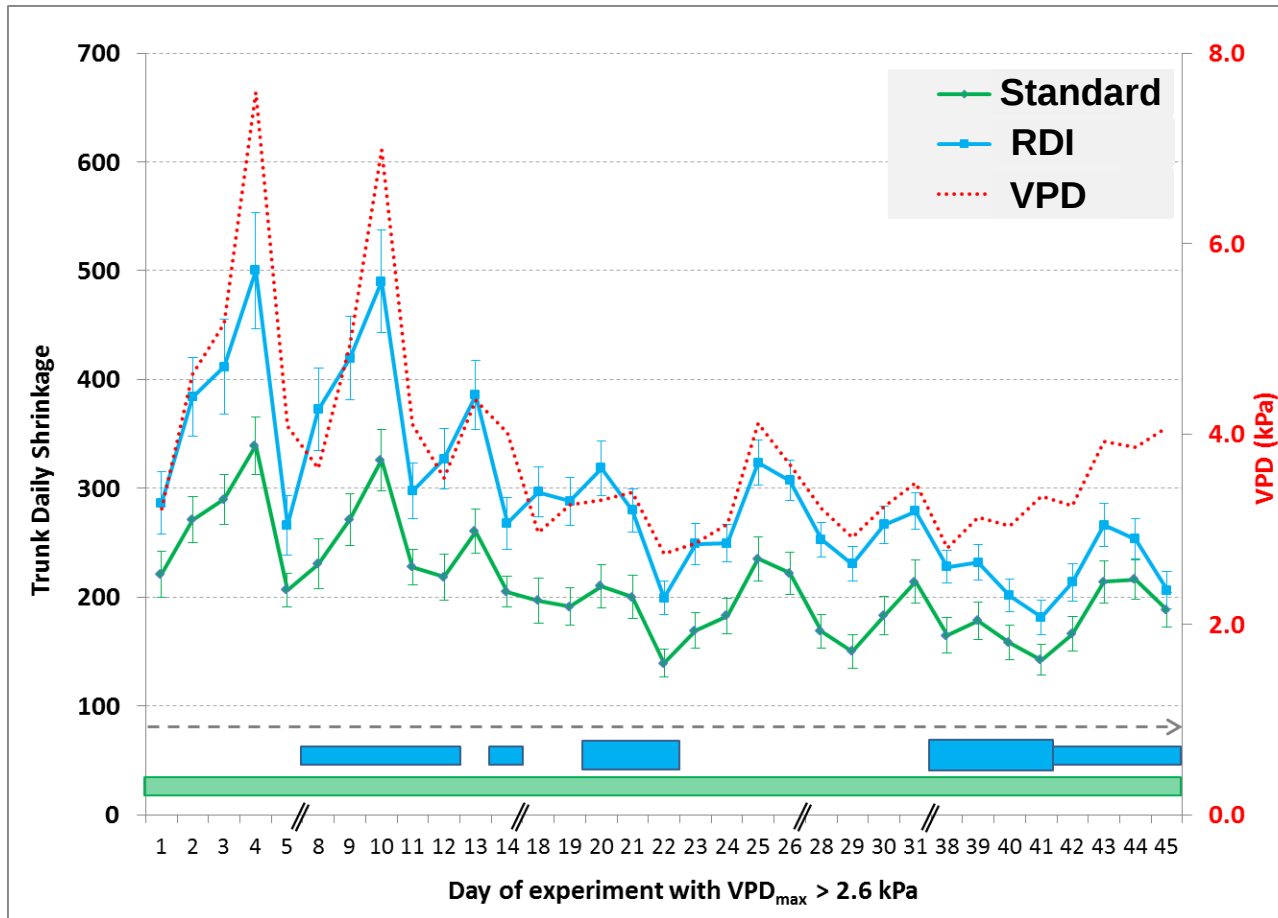
Dendrometer: Standard-Bewässerung vs RDI



Je grösser die Schwankungen, desto grösser der Wasserstress



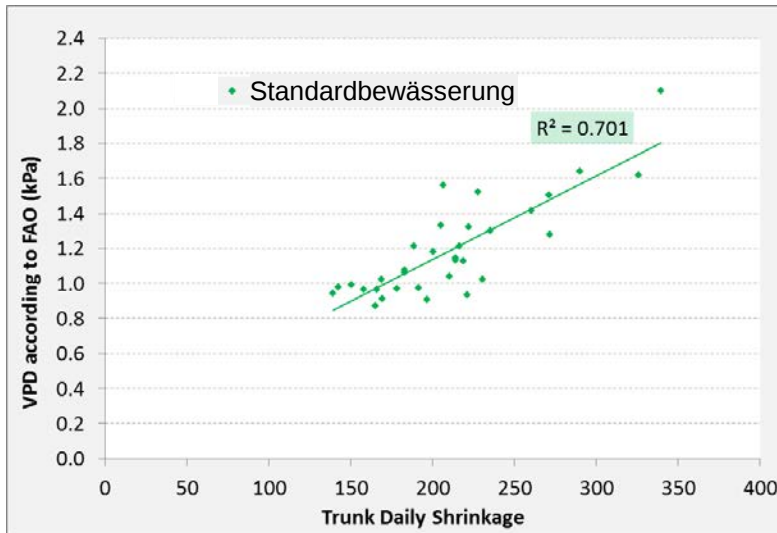
Dendrometer: Tägliche Schrumpfung



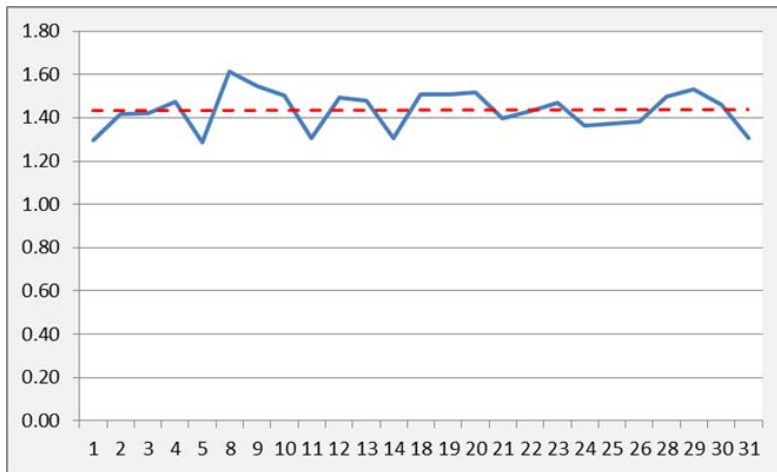
Beide Wassergabeverfahren reagieren in Abhängigkeit des Wasserdampfpartialdruckdifferenz (VPD)



Sicherheit der Messung



Gute Korrelation mit VPD



Verhältniss
Standardbewässerung / RDI
ziemlich konstant



Schlussfolgerungen

- Die Tropfbewässerung erlaubt eine hohe Wassereinsparung (zirka 40 - 50%) und eine kontinuierliche Wasserzufuhr
- Die Tropfbewässerung verlangt nach einer gewissen Automatisierung (Timer, Bodensonden,)
- Die Defizitbewässerung (RDI) erlaubt ein weitere bedeutende Wassereinsparung (zirka 30 - 40 %) ohne Verluste an Ertrag und Qualität bei Berücksichtigung der Stressschwellen und einer Sicherheitsmarge
- Die Defizitbewässerung (RDI) kann mit einem Minimum an Risiko durchgeführt werden mit Stressschwellen, die auf Messungen in der Pflanze beruhen. Die Messungen sollten kontinuierlich, zuverlässig, günstig und leicht durchzuführen sein.
- **Diese Technologie steht zur Zeit nicht zur Verfügung (oder sie ist zu teuer für eine praktische Anwendung) !**