

# Versuche zur Bewässerungssteuerung bei Apfel

## Versuchsergebnisse Stand 2011



## Gliederung

1. Zielstellung der Bewässerung im Apfelanbau
2. Versuchsanstellung
3. Methoden der Bewässerungssteuerung
  1. Ohne Messungen
  2. Mit Bodenfeuchtemessungen
  3. Aus Modellrechnungen
  4. Stressmessungen
    1. Schrumpfen des Stammdurchmessers
    2. Hemmung des Fruchtdurchmesserzuwachses
4. Notwendige Aussagen über die Anlage
5. Versuchsergebnisse 2011
6. Zusammenfassung

## Zielstellung der Bewässerung im Apfelanbau

- Verbesserung der Fruchtgröße (Zielgröße 70-85 mm)
- Steigerung des Hektarertrages
- Verbesserung der Fruchtqualität (Farbe, Berostung)
  
- Kernstück von Bewässerungsmaßnahmen ist die Lösung der Frage
- **Wie viel Wasser ist wann notwendig?**
- Steuerungsansätze müssen:
  - Bewässerung nach Zeitpunkt und Menge empfehlen
  - Mit möglichst geringem Aufwand im Betrieb möglich sein
  - Wasser sparend sein

# Versuchsanstellung - Anlagen

## I Fertigation

- I Pflanzjahr 2003
- I Sorten: Gala Galaxy, Novajo, Pinova /M9
- I Anbausystem: 3,2 x 1,2 m

## I Elshof neben Hagelnetz

- I Pflanzjahr 2006
- I 3,5 m x 1m

Beide Anlagen BWZ 65 (Borthener Raum)

## Anlage vor dem Haus

- I Pflanzjahr 2009
- I Gala, Elstar, Red Jonaprince/M9
- I Anbausystem: 3,5 m x 1 m
- I BWZ 85 (Dürrweitzschener Raum)



# Versuchsanstellung - Messungen

Messfeld für Wasserverbrauch,  
Stress und Fruchtentwicklung  
Kontinuierliche Erfassung vor dem Haus ab 2010

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Messung des  
Fruchtdurchmessers mit  
Dendrometer



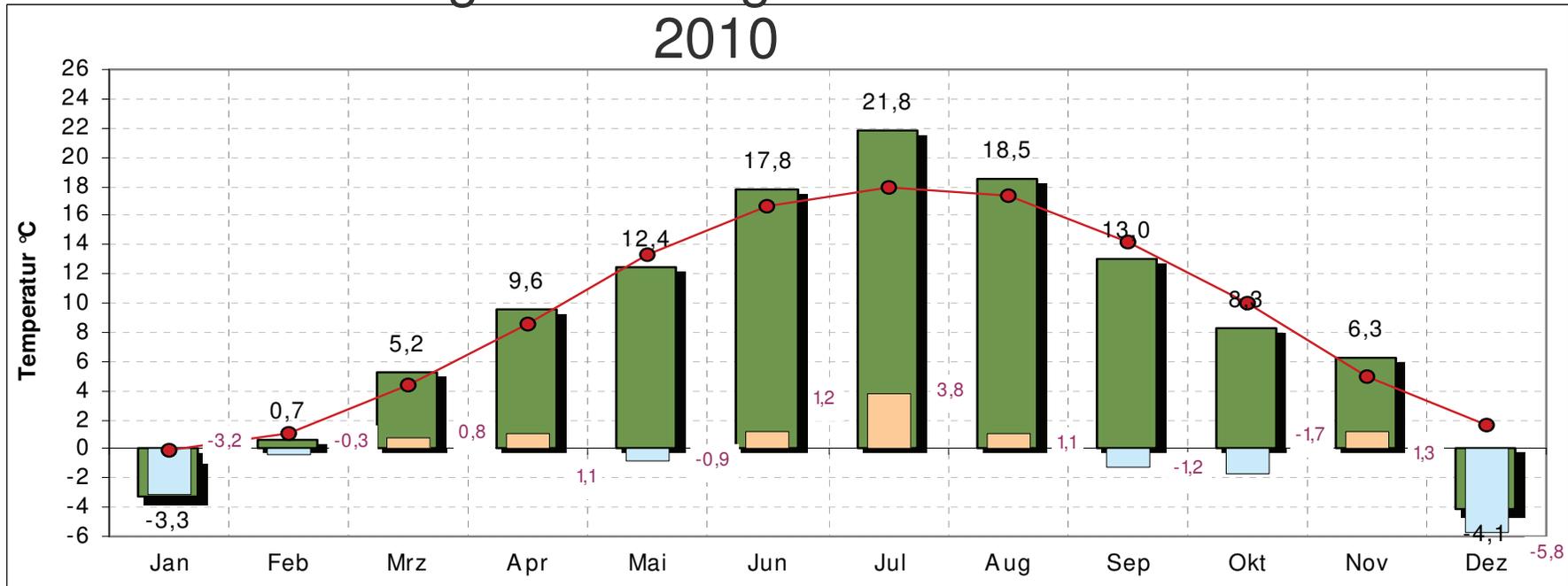
Messung des  
Stammdurchmessers mit  
Dendrometer

andschack

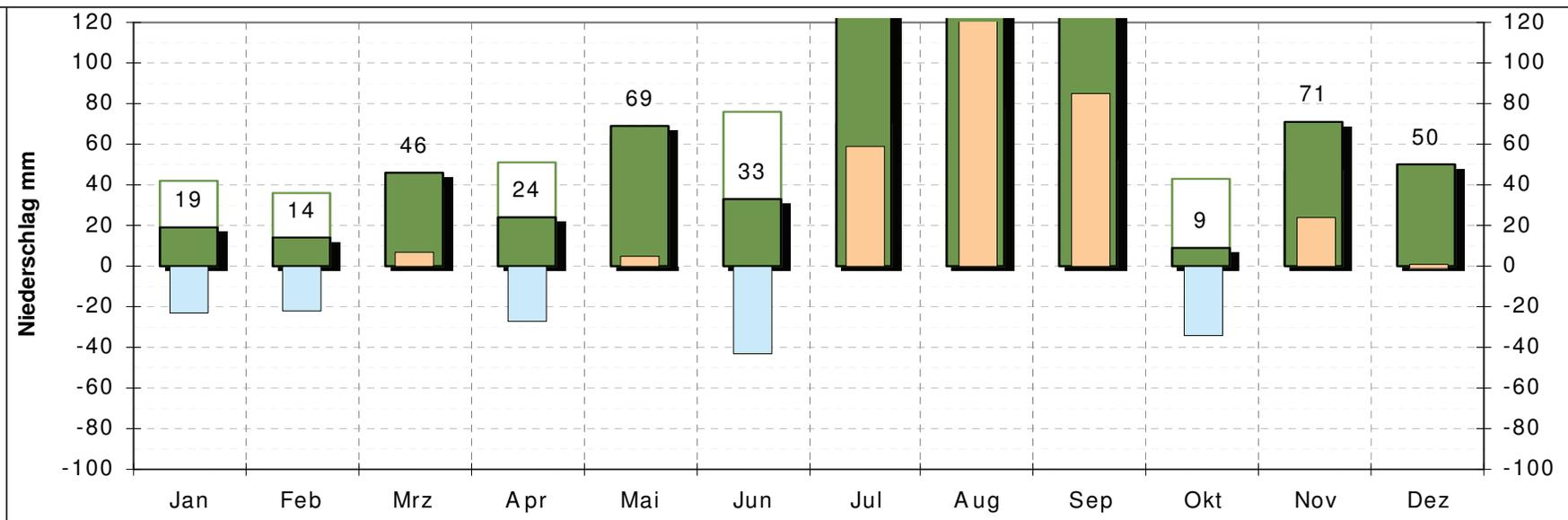
Messung der Transpiration  
(Xylemfluss)



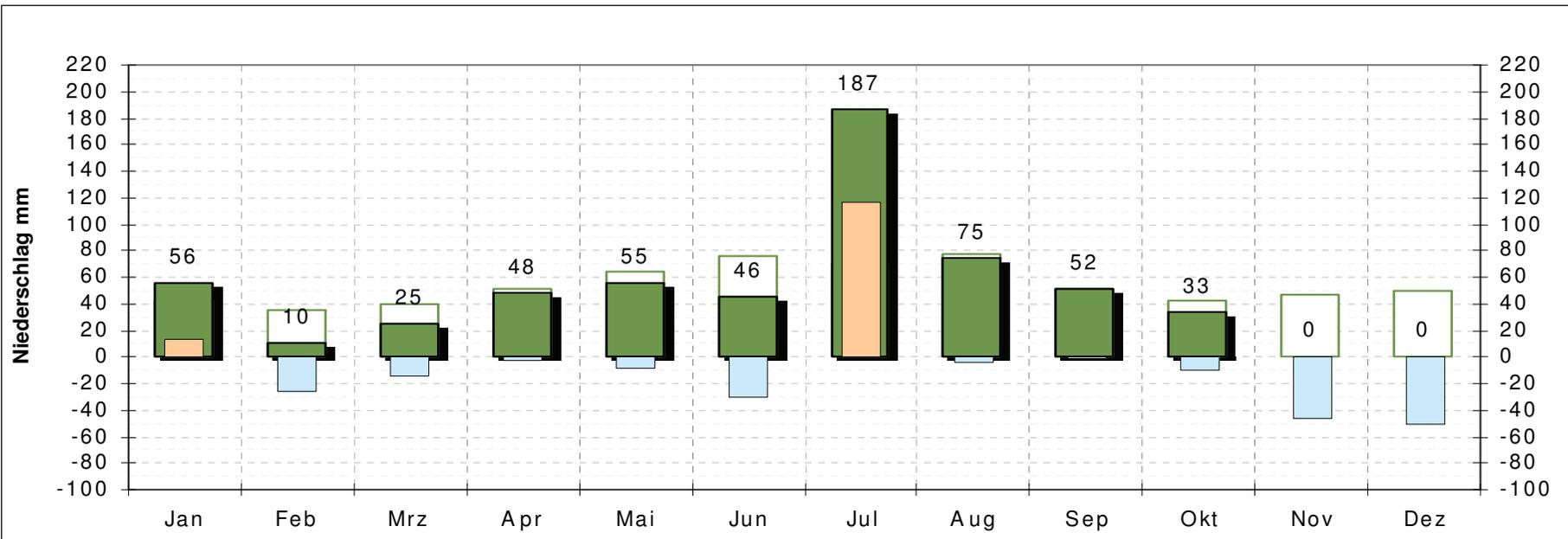
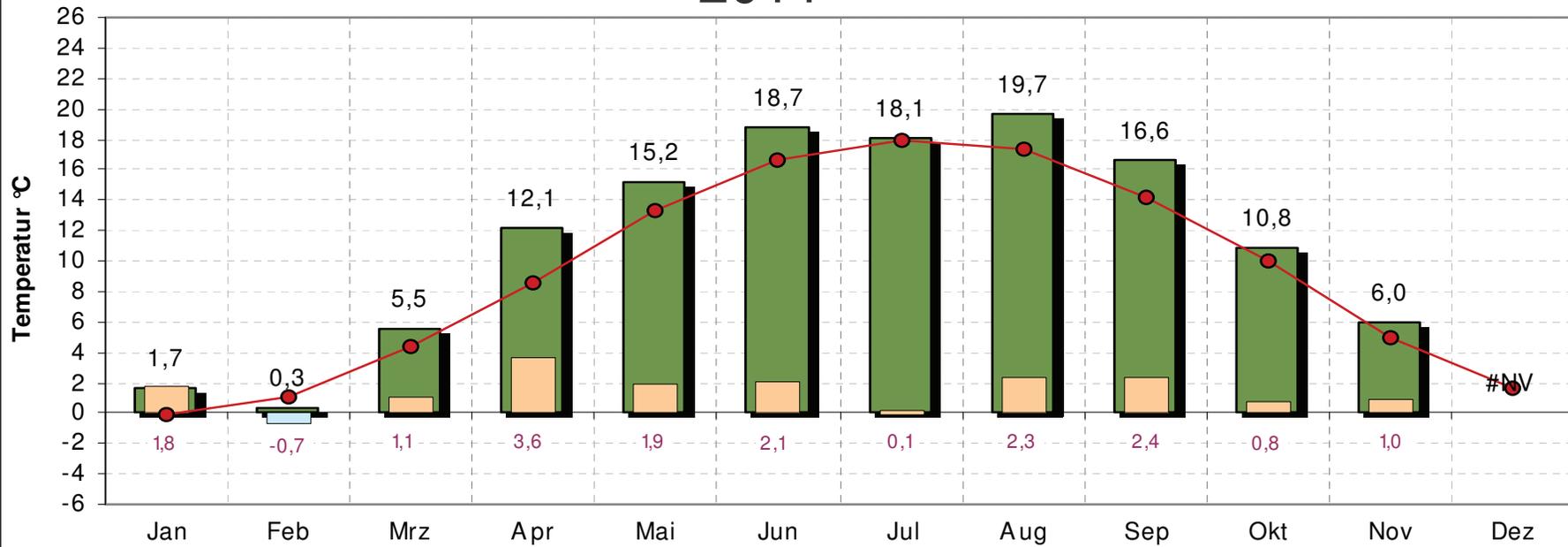
# Versuchsanstellung - Witterung 2010



Darstellung: Absolutwerte und Abweichung vom klimatologischen Normalwert 1961-90



# 2011



# Methoden der Bewässerungssteuerung

## Bewässerungsvarianten ohne Messungen

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



- Gute fachliche Praxis (nach Gefühl)
- Auffüllen auf langjährige Mittelwerte des Monatsniederschlags (1999 -2008)
  - Problem: Überbewässerung zum Monatsende
  - Anpassung an Klimaänderungen
- Strohabdeckung
  - Problem: Abschwächung der Verdunstung führt bei hohem Wasserangebot zu Staunässe

## Kc-Werte für Kernobst nach Entwicklungsstadien

	Vegetationsbeginn bis Junifruchtfall (BBCH 01 – 72)	bis Terminalknospen- abschluss (BBCH 73 – 77)	bis Nachernte (BBCH 78 – 85)
Junganlage Kernobst	0,45	0,9	0,7
Ertragsanlage Kernobst	0,70	0,9	0,8

Immik,2008

# Methoden der Bewässerungssteuerung

## Steuerung mit Bodenfeuchtemessung

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



- Messung der Bodenfeuchte - Entscheidung über Bewässerung
  - Tensiometer: sehr pflegeaufwändig, teuer, nicht bei trockenem Boden
  - **Watermarksensor: Aussage über die Saugspannung, pflegeleicht**

### Empfehlung zur Bewässerungssteuerung nach Saugspannung (cbar) nach Gesamtriebleistung

Vollblüte bis T-Stadium:	20 - 30	kein Stress
T-Stadium-Triebabschluss:	45 – 60	moderat
Triebabschluss bis Ernte:	30 – 40	optimal

### Empfehlung nach Fruchtentwicklung

Bis Ende Zellteilung (Junifall):	20 – 30 (cbar)	Förderung der Zellteilung
Danach bis Ernte:	30 – 40	Förderung der Zellstreckung

Quelle: Immik,2008

# Erfahrungen mit den Watermarksensoren



Schwachpunkt Kabelanschluss



gut einschlämmen

Wartungsfrei: gut die Hälfte der Sensoren sind in den letzten 2 Winterperioden ausgefallen

# Methoden der Bewässerungssteuerung

## Bewässerungssteuerung nach dem Bodenwassergehalt

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Diviner 2000 der Fa. Sentek

Frequency Domain Reflectometry (RDF)  
Messung der elektrischen Kapazität zwischen zwei Elektroden

Bodenwassergehalt in Vol%  
mm Wassergehalt in 10 cm – Schichten

0-70 cm  
Genutzt 20 – 50 (60 cm)

Zuverlässig, wenig störungsanfällig

Für den Praxisgebrauch in der Form der Einzelrohrablesung zu aufwändig

# Methoden der Bewässerungssteuerung

## Steuerung nach Klimatische Wasserbilanz

- Wasserbilanz stellt die Differenz zwischen Verdunstung und Niederschlag eines Ortes in einer definierten Zeitspanne dar.

**Summe der Niederschläge in diesem Zeitraum**

—

**(Summe der Verdunstungswerte \* pflanzenspezifischer Faktor kc)**

Durch Bilanzierung wird der Bewässerungsbedarf bestimmt

(Geisenheimer Methode)

Ein derartiges Modell wird in Kooperation mit dem DWD in den Varianten zur Bestimmung der Verdunstung: AMBAV und METVER seit 2010 getestet

# Methoden der Bewässerungssteuerung

## Bewässerungssteuerung nach Stress

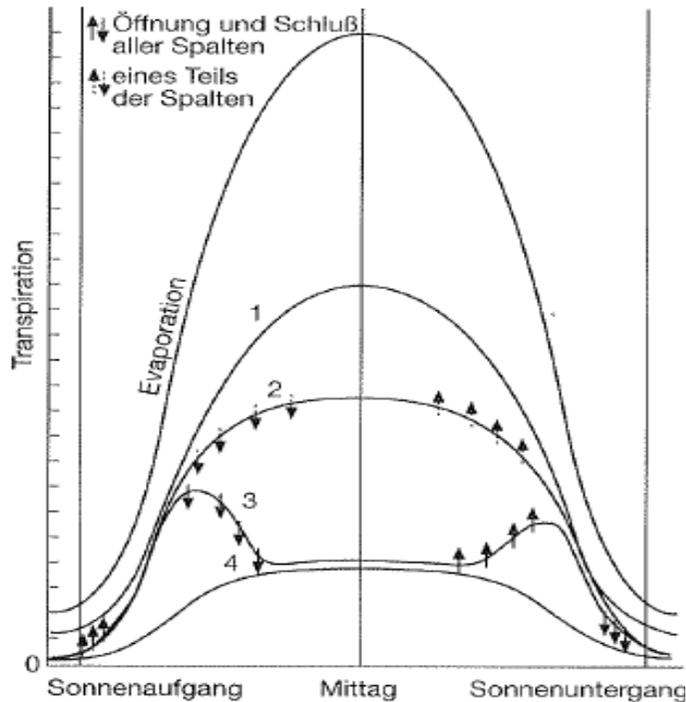


Abb. 104. Möglichkeiten des Tagesverlaufes der Transpiration bei verschiedener Wasserversorgung und unterschiedlichen Transpirationsbedingungen; schematisiert (nach STOCKER 1956). Vollständige bzw. teilweise Öffnungs- und Schließbewegungen der Stomata sind durch ausgezogene bzw. gepunktete Pfeile angedeutet.

- 1 = Spalten dauernd geöffnet, Transpiration proportional der Evaporation
- 2 = Mittägliche Depression infolge teilweisen Spaltenschlusses
- 3 = Voller Spaltenschluß am Mittag
- 4 = Dauernd voller Spaltenschluß, kutikuläre Transpiration proportional der Evaporation

Quelle: Friedrich 1986

- **Genutzter Stressvorgang**
- Schließen der Spaltöffnungen bei starker Hitze und Sonneneinstrahlung
- **Spiegelt sich wieder in:**
- Der Stammdurchmesser schrumpft, wenn die Spaltöffnungen sich schließen
- Ist genügend Wasser da, wird das Schrumpfen gemildert
- Daraus kann ein Grenzwert der Schrumpfung bestimmt werden
- Es wird dann solange bewässert, bis der Grenzwert unterschritten ist

## Steuerung nach Stress - Fruchtdurchmesserzuwachs

- Stressvorgang: Fruchtentwicklung wird durch Wassermangel gehemmt
- **Spiegelt sich wieder in:**
- Zuwachs des Fruchtdurchmessers nimmt unter die Normalkurve ab
- Es wird ein Grenzwert für den Zuwachs an Fruchtdurchmesser binnen 7 (3) Tagen vorgegeben
- Unterschreitet das Fruchtwachstum diesen Wert, wird bewässert



## Vergleich der Fruchtentwicklung 2010 - 2011

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE

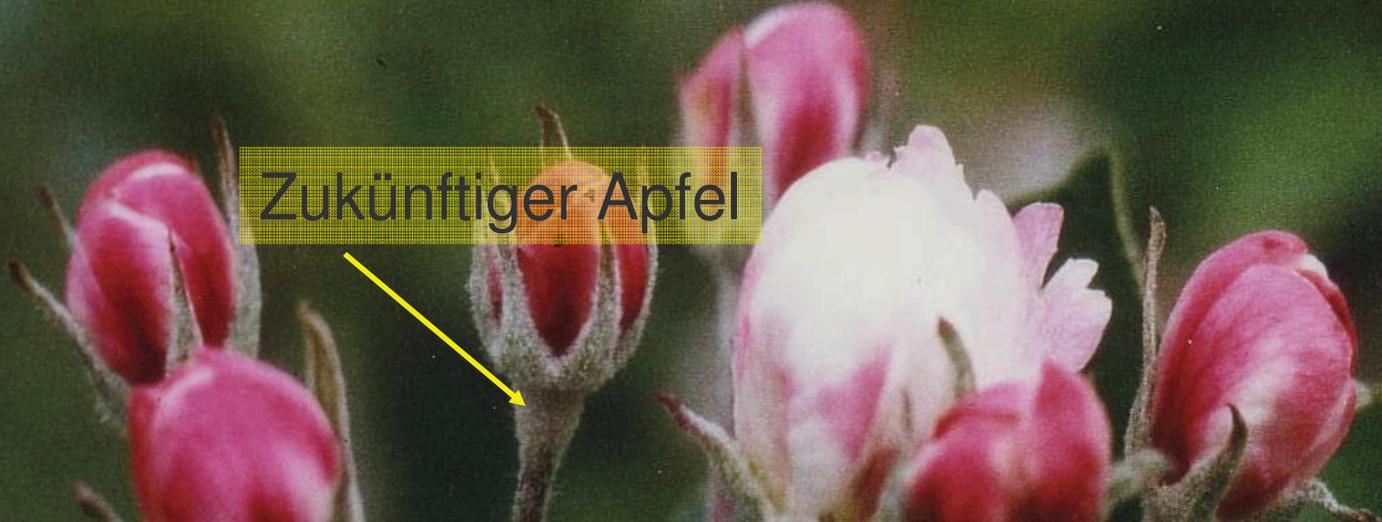


- Ergebnisse:
- Der Kurvenverlauf unterscheidet sich in den zwei Jahren nicht, er ist parallel verschoben
- Die Fruchtgrößendifferenz, die zur Ernte beobachtet wurde, besteht bereits kurz nach der Blüte
- Bewässerung hatte nur einen Effekt, wenn sie bereits zur Vorblüte begann
- Bewässerung ab Junifall hatte keinen Einfluss auf die Fruchtentwicklung
- Warum?
- Die Zellteilung beginnt bereits im Vorjahr und ist nach der Blüte deutlich schwächer als davor

# Zellteilungen im Apfel

Ergebnisse eines eigenen Forschungsthemas mit Förderung der DFG

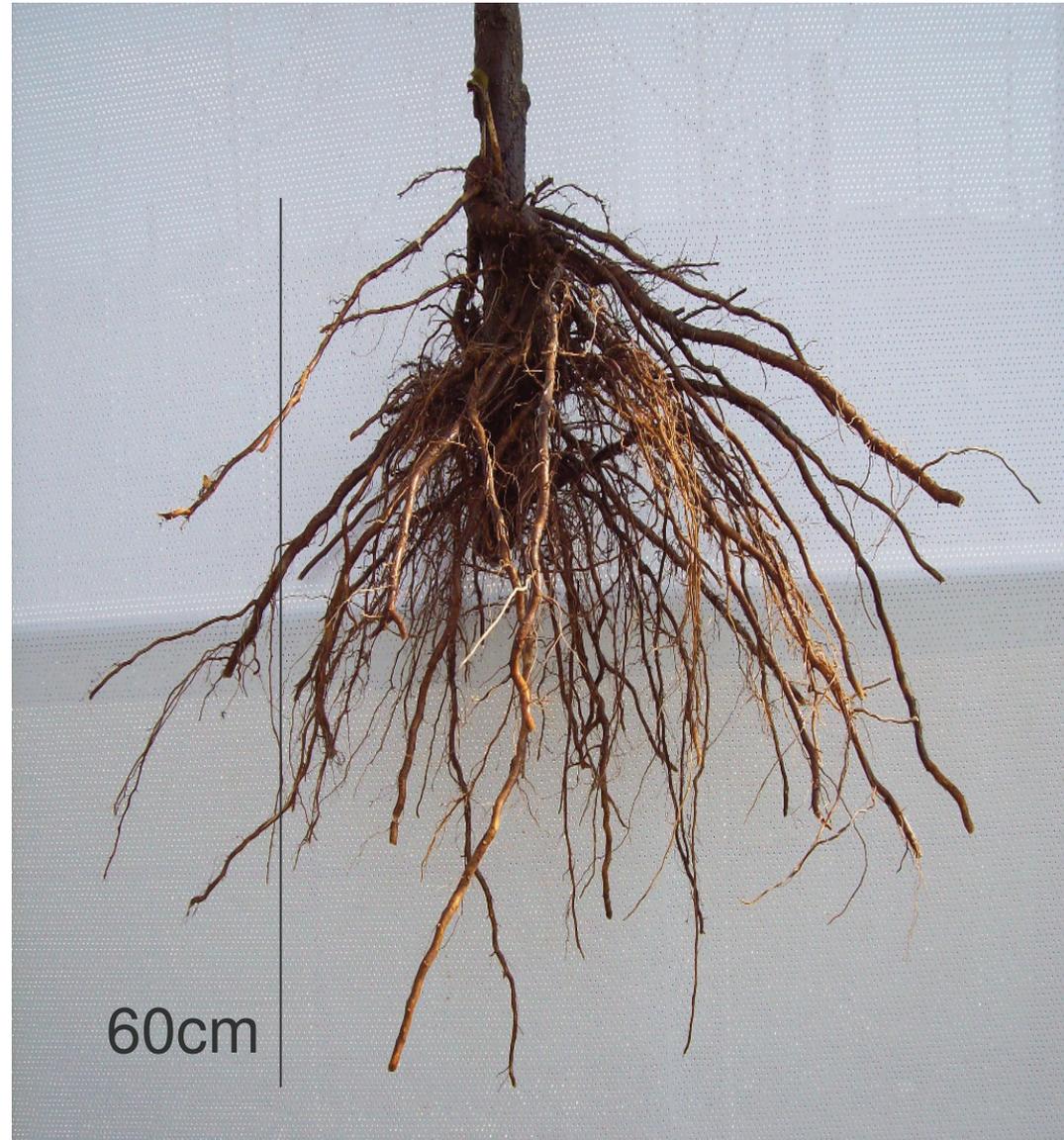
Zukünftiger Apfel



- Sept. - Dez. von 100 auf 100000 Zellen (10,6 Teilungen je Zelle)
- Dez. – Febr. von 100.000 auf 200.000 Zellen (1 Teilung je Zelle)
- Febr. – Blüte von 200.000 auf 6 Mio. Zellen (4,9 Teilungen je Zelle)
- Blüte – Juli von 6 Mio. auf 60 Mio. Zellen (3,3 Teilungen je Zelle)
- Die höchste Zellteilungsintensität liegt im Herbst und vor der Blüte

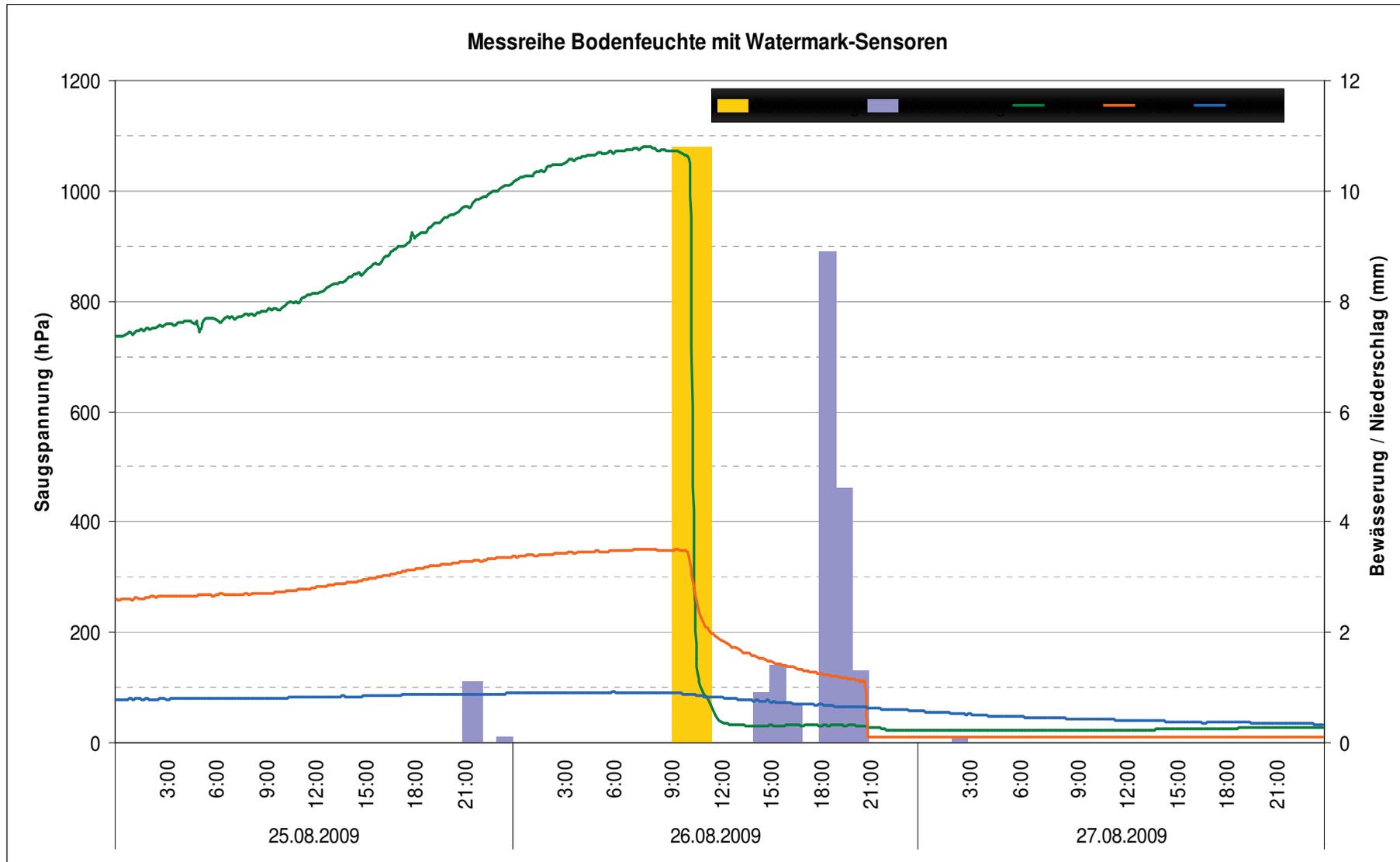
## Notwendige Aussagen über die Anlage Feststellung der Durchwurzelungsschicht

Die Durchwurzelungstiefe  
beträgt bei den Bäumen auf  
M9 im 3.Standjahr 60 cm



# Notwendige Aussagen über die Anlage Bestimmung der Bewässerungseinheit

Bei 10 mm Wassergabe wird der gesamte Wurzelraum durchfeuchtet



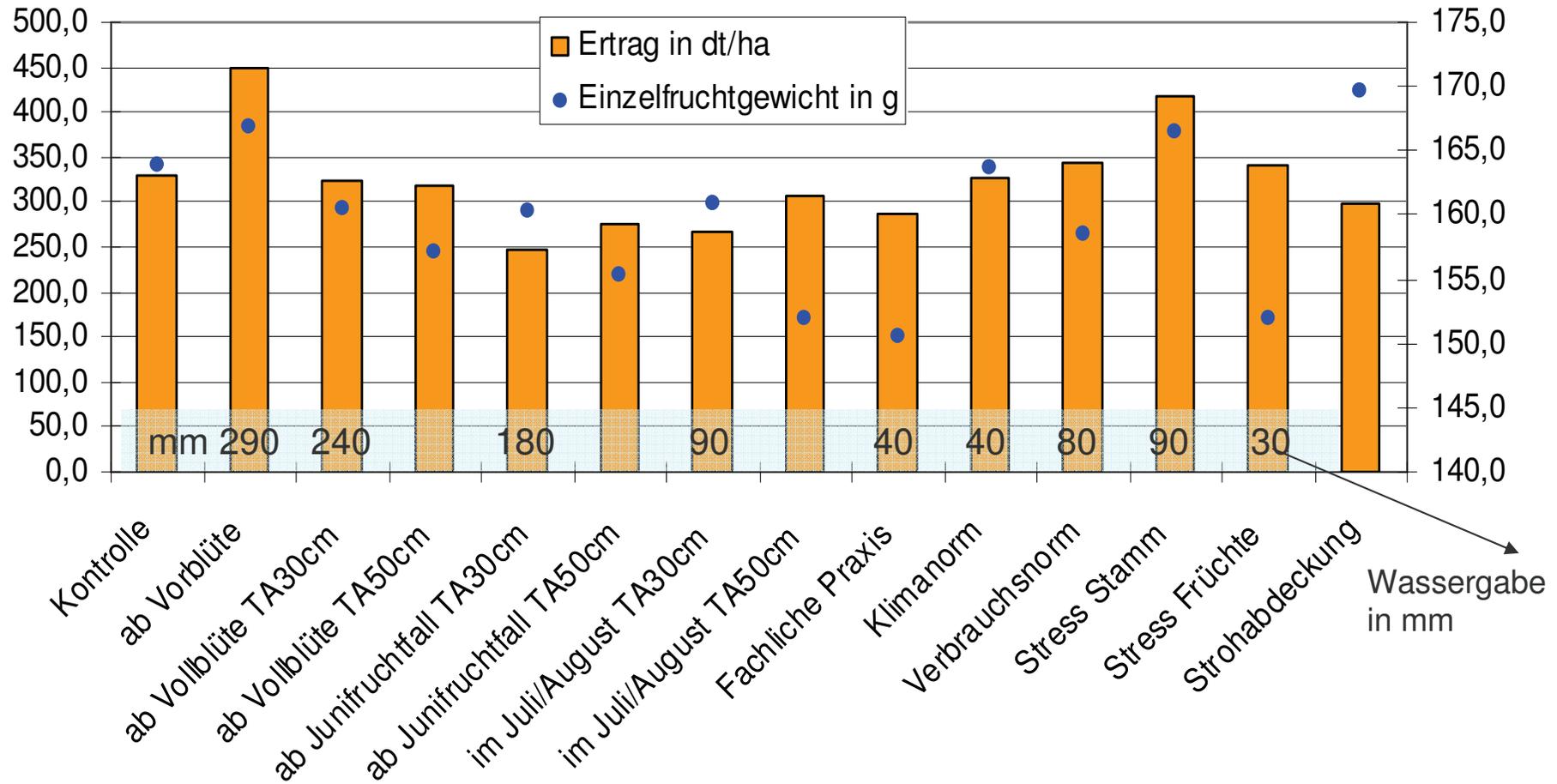
# Versuchsergebnisse 2011

## Wasserverbrauch 2011

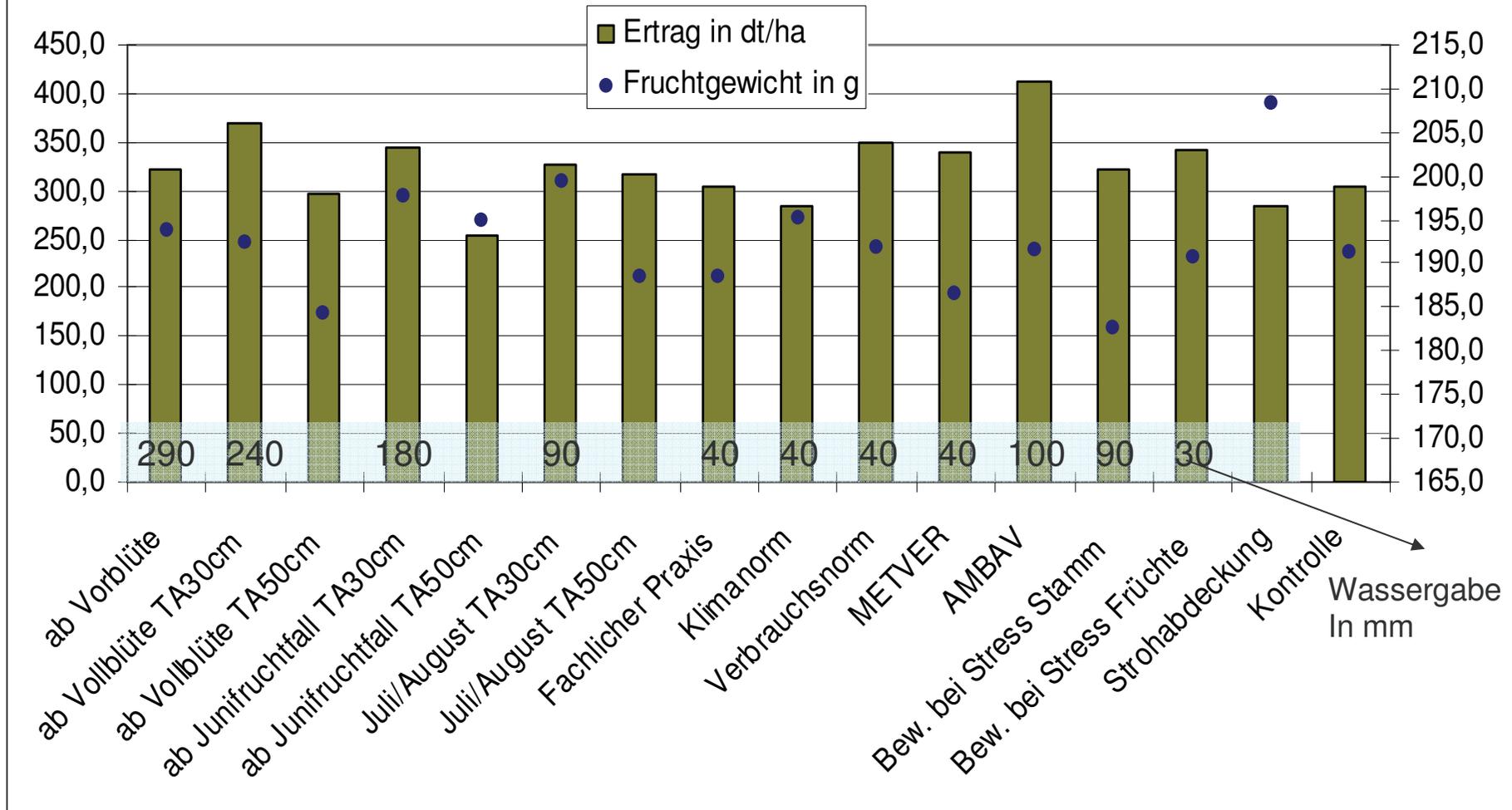
Monat	ab Vorblüte	ab Vollblüte	ab Junifall	ab Juli/Aug	AMBAV	METVER	Norm	Verbr. norm	Stress Stamm	Stress Früchte	Fachl Praxis	Kontrolle
April	60,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mai	60,0	60,0	10,0	0,0	40,0	30,0	20,0	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0
Juni	100,0	100,0	100,0	30,0	40,0	10,0	10,0	40,0	40,0	20,0	30,0	0,0
Juli	30,0	30,0	30,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	10,0	10,0	0,0
Aug	30,0	30,0	30,0	30,0	10,0	0,0	10,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0
Sept	10,0	10,0	10,0	0,0	10,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Summe	290,0	240,0	180,0	90,0	100,0	40,0	40,0	80,0	90,0	30,0	40,0	0,0

Werte in mm

## Bewässerungsversuch 2011 Red Elswout



## Bewässerungsversuch Gala Must 2011



## Zusammenfassung

- Es wurden in den ersten Standjahren der Anlage mit den Sorten Gala Must, Red Elswout und Red Jonaprince verschiedene Verfahren der Steuerung zur Bewässerung getestet
- Das Jahr 2010 fiel wegen der für Bewässerungsversuche ungeeigneten Witterung aus dem Versuchsprogramm
- Die Strohabdeckung führte zu Übergrößen der Äpfel, bei anhaltender hoher Feuchte zeigten sich Tendenzen zur Staunässe
- Aussichtsreich ist der Ansatz der Modellbildung nach Klimabilanz. Er wird weiter verfolgt
- Die Fruchtentwicklung als Steuergröße hat sich bisher nicht bewährt
- Die Bewässerung nach Stammschrumpfung zeigt bessere Ergebnisse
- Die Versuche werden 2012 fortgesetzt