

---

# Ergebnisse zu Tropfbewässerung im Kartoffelbau

Dr. Martin Müller, Dr. Marc Marx

*Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft*

*LfL-Tier und Technik: Dr. Markus Demmel, Hans Kirchmeier,  
Dr. Martin Müller (Technik im Pflanzenbau),*

*LfL-Agrarökologie: Robert Brandhuber, Dr. Marc Marx (Bodenphysik),*

*LfL-Pflanzenbau: Adolf Kellermann*

Kolloquienreihe der LfL – Institute für Agrarökologie,  
Pflanzenbau, Pflanzenschutz sowie Tier und Technik  
im Winterhalbjahr 2010/2011

01. Februar 2011



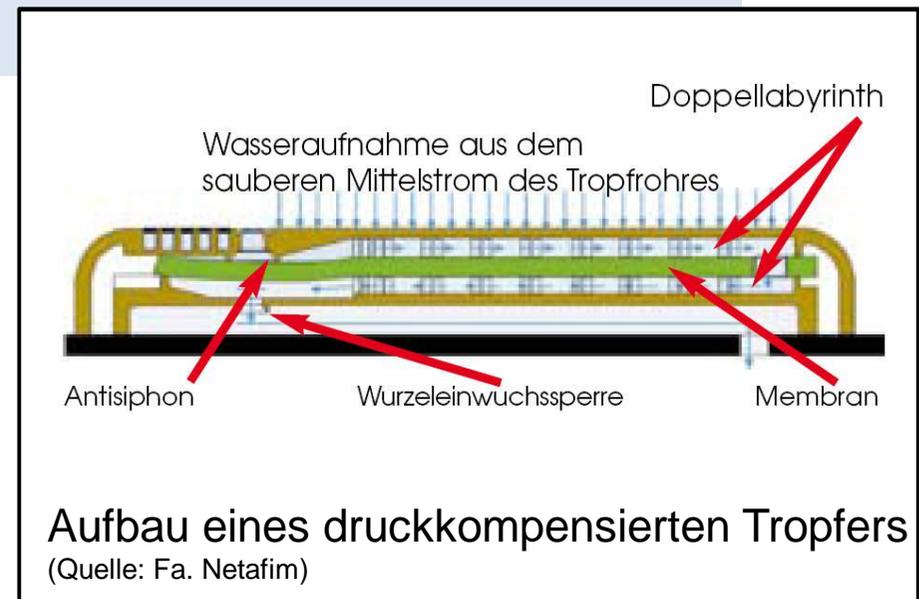
# Gliederung

---

- 1. Funktionsweise und Handhabung der Technik zu Tropfbewässerung**
- 2. Versuchsdurchführung 2010**
  - Versuchskonzept
  - Beschreibung der Standorte (Böden, Niederschläge)
  - Bewässerungsmanagement, Regelsteuerung
  - Effekte der Bewässerung (Boden, Ertrag, Qualität)
- 3. Kosten der Technik und Rentabilität**
- 4. Ausblick**

# Funktionsweise der Technik

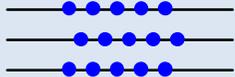
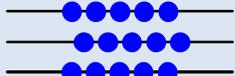
- **Punktuelle Bodendurchfeuchtung mittels Tropfer**
- Tropfer-Abstand: 30, 40 oder 50 cm
- Tropfer-Eigenschaft: druckkompensiert (0,4 bis 2,4 bar) oder drucksensitiv (0,4 bis 2,0 bar)
- Fluss (Tropfer): 0,6-3,6 l/h



## Grundprinzip von Tropfbewässerung

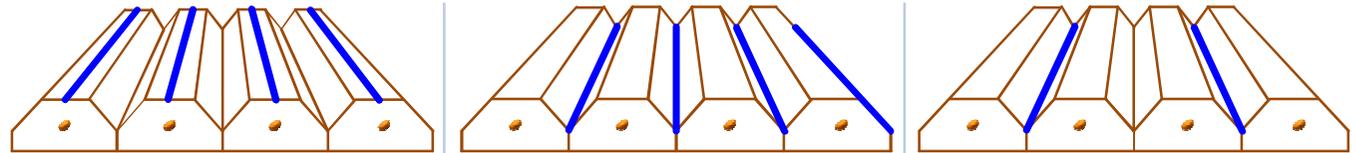
# Funktionsweise der Technik

## Nur Durchfeuchtung der Bereiche unter den Tropfstellen!

<u>Bodenart</u>	<u>Durchfeuchtungszonen</u>		
	Seitenansicht (Tropfstelle)	Aufsicht (Fläche)	Bodenanteil (Vol. %)
leicht ( <b>Sandböden</b> )			
mittel ( <b>Lehmböden</b> )			
schwer ( <b>Tonböden</b> )			

## Durchfeuchtung der Böden bei Tropfbewässerung

# Funktionsweise der Technik



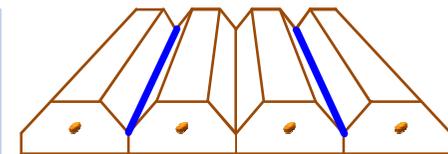
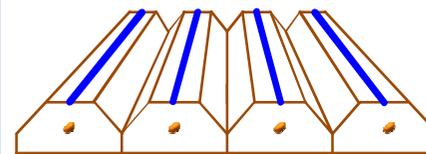
<b>Schlauchposition:</b>	<b><u>Dammkrone</u></b>	<b><u>Zwischendamm</u></b>	<b><u>Zwischendamm (reduziert)</u></b>
<b>Tropfschlauch / ha:</b>	14 km = 27 Rollen = 750 kg (bei 0,6 mm Wandstärke)		50%
<b>Arbeitsbelastung:</b>	hoch	etwas geringer	geringer
<b>Durchfeuchtung:</b>	Hauptwurzel-Bereich	Distanz zu Hauptwurzelbereich weniger Bodensubstanz unter Tropfer	
<b>Tropfstellen / qm (40 cm Tropferabstand):</b>	3,3	3,3	1,7

## Position der Tropfschläuche: 3 Möglichkeiten

# Funktionsweise der Technik

**Beispiel:**

**Sandboden mit  $nFK = 12 \text{ Vol.-%}$   
Grenzwert Bewässerung:  $65\% nFK$**



**Dammkrone**

**Zwischendamm  
(reduziert)**

**Tropferabstand:**

30 cm

**Anzahl Tropfstellen/qm:**

4,4

2,2

**Befeuchtung an Tropfstelle (30 cm)**

0,07 qm

**Anteil durchfeuchteter Fläche:**

31%

16%

**Durchwurzelte Bodensubstanz unter Tropfer:**

60 cm

45 cm

**Freie Speicherkapazität bei  $65\% nFK$**

25 mm

19 mm

**FSK im Bereich der Tropfstellen**

8 mm

3 mm

## Bedeutung der Böden als Wasserspeicher

# Handhabung der Technik

---



Foto: Fa. Netafim

## Verlegen der Tropfschläuche in die Dammkrone

# Handhabung der Technik

---



Verlegen der Tropfschläuche in die Dammkrone (Eigenbau LfL)

# Handhabung der Technik



Verlegetechnik für ‚zwischen jeden 2. Damm‘ (Eigenbau von LW)

# Handhabung der Technik



2,25 m Stahltrommel für ca. 5.000 m dickwandigen Tropfschlauch  
(Eigenkonstruktion von Landwirten)

**Verlegetechnik zum Ausziehen der Schläuche zwischen die Dämme**

# Handhabung der Technik

---



Entnahmetechnik; hier: bei Dammkronenverfahren

# Handhabung der Technik



## Wickeltechnik (Eigenbau LfL)

# Handhabung der Technik



## Wickeltechnik (Eigenkonstruktion von Landwirten)

# Versuche 2010: Fragestellung, Konzeption

---

- Position der Tropfschläuche?
  - Abstand der Tropfer?
  - Grenzwert der Bewässerung (Bodenfeuchte)?
  - Höhe der Wassergabe je Termin?
  - Regelsteuerung?
  - Nutzen von Fertigation (= Flüssigdüngung über Bewässerung)?
  - Technische und arbeitswirtschaftliche Machbarkeit?
  - Kosten?
- **Maximale Effekte (Ertrag, Qualität)?**
- **Sinnvolle Intensität des Einsatzes?**

# Versuche 2010: Berechnung der Bodenfeuchte

$$\text{Tagesbilanz} = \frac{(\text{Niederschlag} + \text{Bewässerung}) - (\text{Verdunstung} + \text{Versickerung})}{\text{mm}}$$

Grasreferenz-Verdunstung nach

**Penman-Monteith**

(FAO Irrigation & Drainage paper 56)

x

**kc-Wert (stadienabhängig)**

nach Geisenheimer  
Bewässerungs-Steuerung

Sickerwasserbildung

= (Bodenwasser – Haftwasser),  
für pflanzenverfügbares  
Bodenwasser > 1,5 x nFK

= ½ (Bodenwasser – Haftwasser),  
für pflanzenverfügbares  
Bodenwasser >  
1,0 x nFK & < 1,5 x nFK

Bilanzmodell, Grundprinzip

# Versuche 2010: Berechnung der Bodenfeuchte

---

## **Korrekturfaktor „kc-Wert“: 1,1**

Anpassung der kc-Werte an das Modell nach Penman-Monteith (P-M).  
(Mögl. Grund: kc-Werte wurden auf Basis des Modells nach Penman ermittelt, einem Modell zur Verdunstungsberechnung von freien Wasseroberflächen.)

**Glättung der kc-Werte:** Damit Anstieg stetig ist, ohne plötzliche Stufen.

## **Korrekturfaktor „Oberflächenfeuchte“: 0,8 – 1,0**

Bei feuchten Bodenoberflächen (= Modellannahme P-M) ist der Faktor 1,0.  
Bei längerer Trockenheit sinkt der Faktor.

## **Korrekturfaktor „Bodenfeuchte“: 0,0 – 1,0**

Bei feuchten Böden (= Modellannahme P-M) ist der Faktor 1,0.  
Bei zunehmender Austrocknung, beginnend mit 60% nFK, sinkt der Faktor.

## Bilanzmodell, Korrekturfaktoren „Verdunstung“

# Versuche 2010: Standortvergleich

Standort	Niederschlag Mai - Juli			
	Mittelwert 1996-2010		2010	
	[mm]	[%]	[mm]	[%]
Abenberg (RH) <sup>1</sup>	227	100	243	100
Thalmassing (R) <sup>2</sup>	228	100	264	109
Moosburg (FS) <sup>3</sup>	297	130	380	156
Esting (FFB) <sup>4</sup>	337	148	487	200
Mittelwert	272	119	344	141

Benachbarte LfL-Wetterstation:

<sup>1</sup> 055, Obersteinbach

<sup>2</sup> 017, Köfering

<sup>3</sup> 008, Freising

<sup>4</sup> 006, Roggenstein

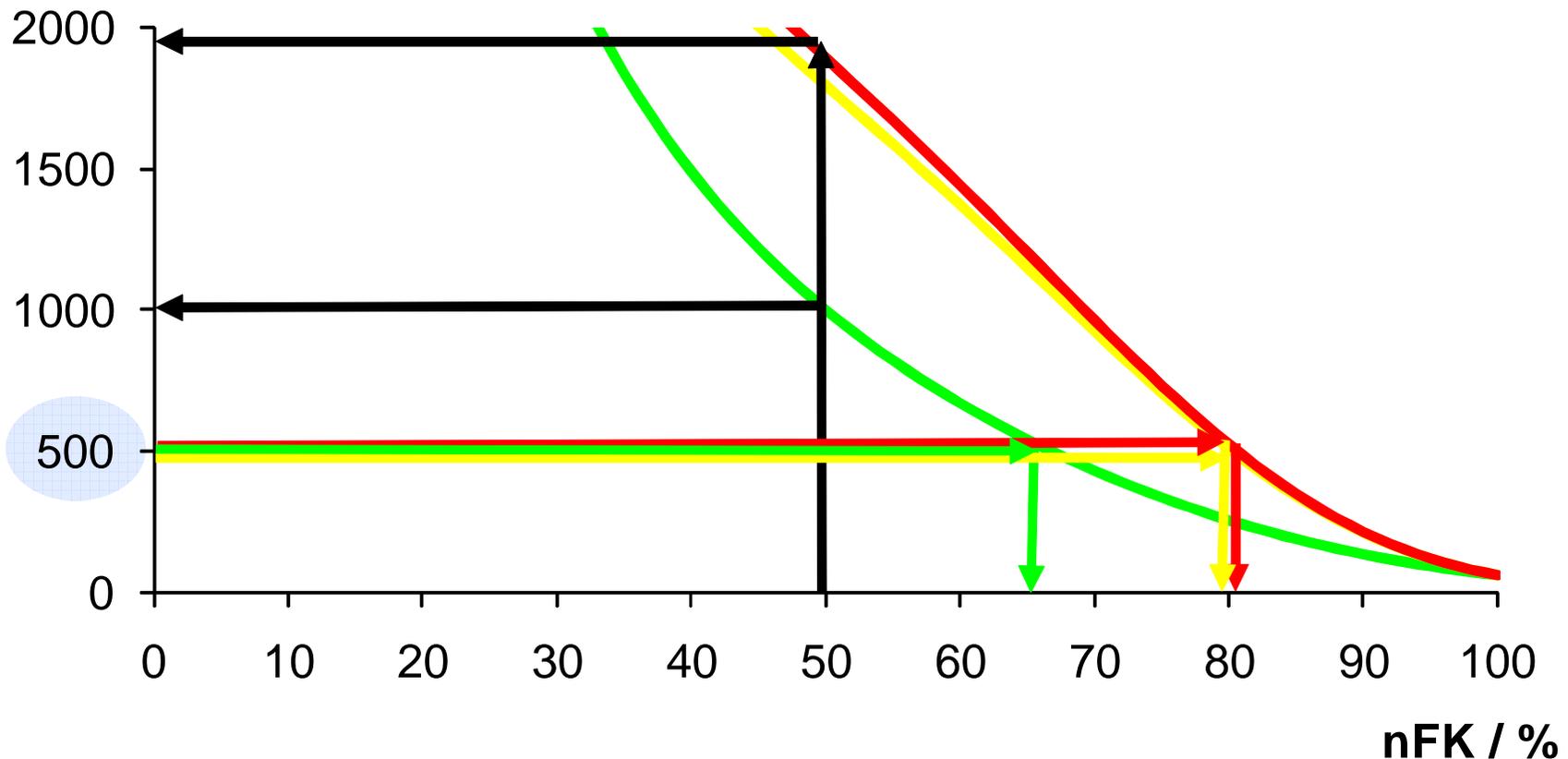
Erfassung der Niederschlagsdaten  
2010 an den Versuchsstandorten.

## Niederschläge

# Versuche 2010: Standortvergleich

Saug  
-spannung  
/ hPa

- Sandboden: Abenberg (nFK 12 Vol.-%)
- Leimboden: Moosburg (nFK 21 Vol.-%)
- Tonboden: Thalmassing (nFK 19 Vol.-%)



Beziehung zwischen Saugspannung und Boden-Wassergehalt

# Versuche 2010: Durchführung

Wh. 4	Pr		334	335	336	337		338	339	340	341		342	343	344	R	F
	4/3	F	3/2	5/1	3/1	2/1	F	4/2	1/1	4/3	2/2	F	4/1	2/3	3/3		
	RS6		RS2	RS7	RS1	RS1		RS5	-	RS6	RS2		RS4	RS3	RS3		
	6		2	7	1			5									
	4		3	3													
Wh. 3	Pr		323	324	325	326		327	328	329	330		331	332	333	R	F
	4/1	F	4/1	2/3	4/3	2/2	F	3/3	3/2	2/1	5/1	F	1/1	4/2	3/1		
	RS4		RS4	RS3	RS6	RS2		RS3	RS2	RS1	RS7		-	RS5	RS1		
	4		5	7	6	2				1							
	3		5	7	6	2				1							
Wh. 2	Pr		312	313	314	315		316	317	318	319		320	321	322	R	F
	2/3	F	4/2	3/3	5/1	4/1	F	4/3	2/3	1/1	3/1	F	2/1	3/2	2/2		
	RS3		RS5	RS3	RS7	RS4		RS6	RS3	-	RS1		RS1	RS2	RS2		
	4		5	7	6	2				1							
	3		5	7	6	2				1							
Wh. 1	Pr		301	302	303	304		305	306	307	308		309	310	311	R	F
	1/1	F	1/1	2/1	2/2	2/3	F	3/1	3/2	3/3	4/1	F	4/2	4/3	5/1		
	-		-	RS1	RS2	RS3		RS1	RS2	RS3	RS4		RS5	RS6	RS7		

## Anlage von Parzellenversuchen

# Versuche 2010: Durchführung



**Aufbau der Versuchsanlage in Abenberg**

# Versuche 2010: Durchführung



Versuchsanlage Thalmassing

# Versuche 2010: Durchführung

---

**Legen:**     Sorte:     Laura,  
                  Termin:   24.04.,  
                  Abstand: 33 cm

**Düngung:** Termin:         30.04.,  
                  N(kg/ha):         140   Entec 26 (N=26)  
                  P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg/ha): 100   Diammonphosphat (N/P = 18/46)  
                  K<sub>2</sub>O (kg/ha):   300   Kalimagnesia (K/Mg = 30/10)  
                  Teilweise Fertigation anstelle der Korndüngung

**Bewässerung:** Tropferabstand: 30 cm  
                                  Fluss (Tropfer):   1 l/h bzw. 0,6 l/h  
                                  Start:                     ab 10 cm Aufwuchshöhe

## Bestandesführung - Standort Abenberg

# Versuche 2010: Durchführung

---

**Legen:**     Sorte:     Gala,  
                  Termin:   12.04.,  
                  Abstand: 29 cm

**Düngung:** Termin:       17.04.,  
                  N(kg/ha):       180   Entec 26 (N=26)  
                  P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg/ha): 100   Diammonphosphat (N/P = 18/46)  
                  K<sub>2</sub>O (kg/ha):   300   Kalimagnesia (K/Mg = 30/10)  
                  Teilweise Fertigation anstelle der Korndüngung

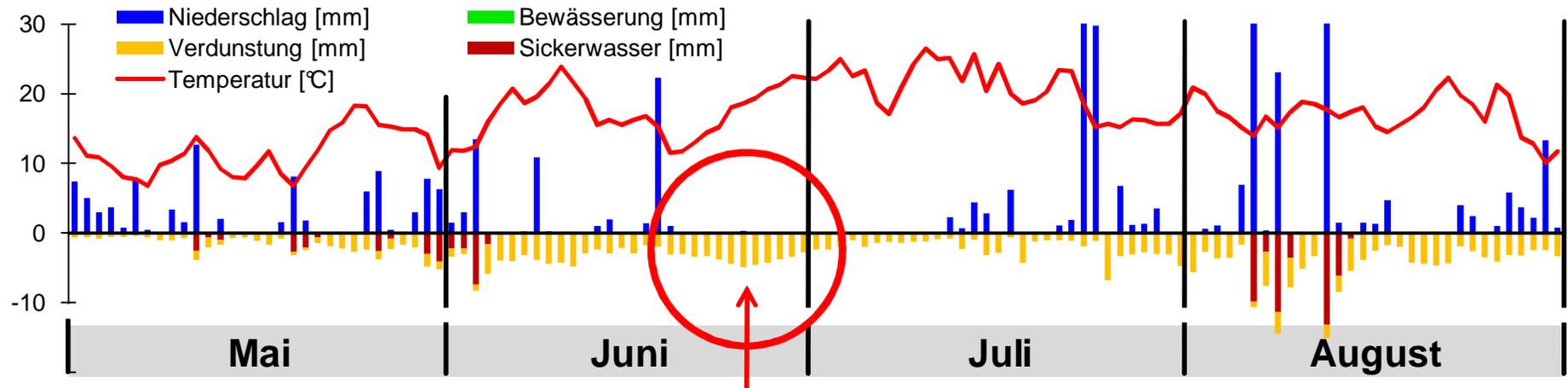
**Bewässerung:** Tropferabstand: 40 cm  
                          Fluss (Tropfer): 1 l/h bzw. 2 l/h  
                          Start:                   ab 10 cm Aufwuchshöhe

## Bestandesführung - Standort Thalmassing

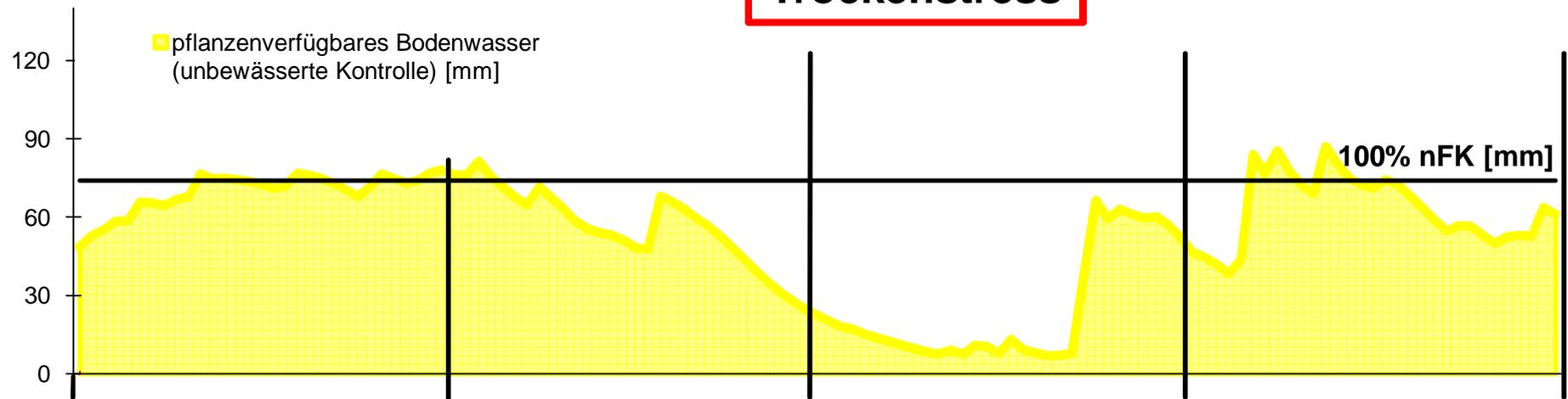
# Versuche 2010: Durchführung Abenberg

## Witterungsverlauf und Verlauf des Bodenwassers

LfL-Wetterstation Nr. 055, Obersteinbach



## Klimatische Wasserbilanz



## Unbewässerte Kontrolle

# Versuche 2010: Durchführung Abenberg



## Trockenschäden in der unbewässerten Kontrolle

# Versuche 2010: Durchführung Abenberg

---



## Trockenschäden in der unbewässerten Kontrolle

# Versuche 2010: Durchführung Abenberg



## Austrocknung des Bodens in der unbewässerten Kontrolle

# Versuche 2010: Durchführung Abenberg

---

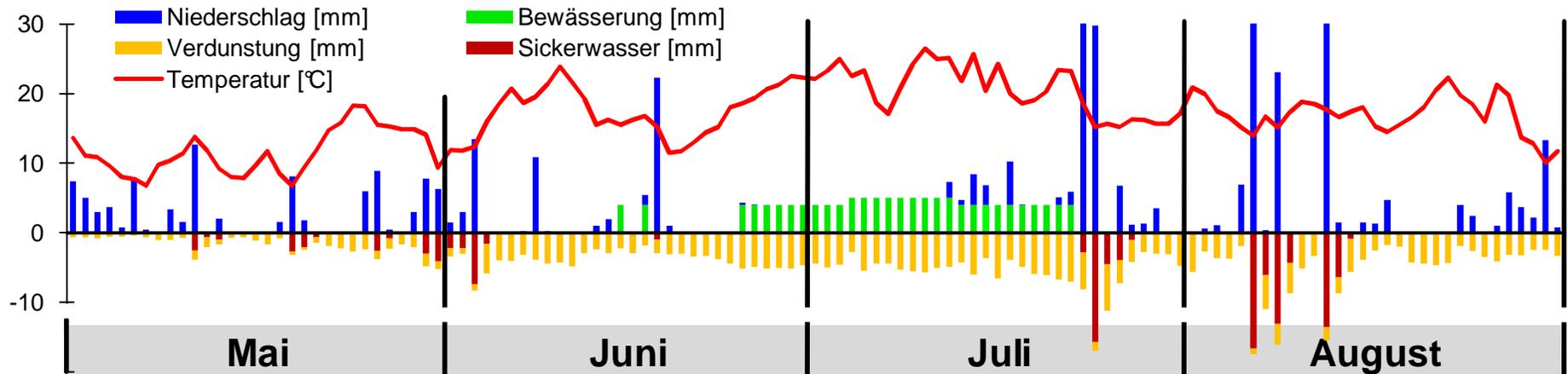


## Versuchsanlage Mitte Juli

# Versuche 2010: Durchführung Abenberg

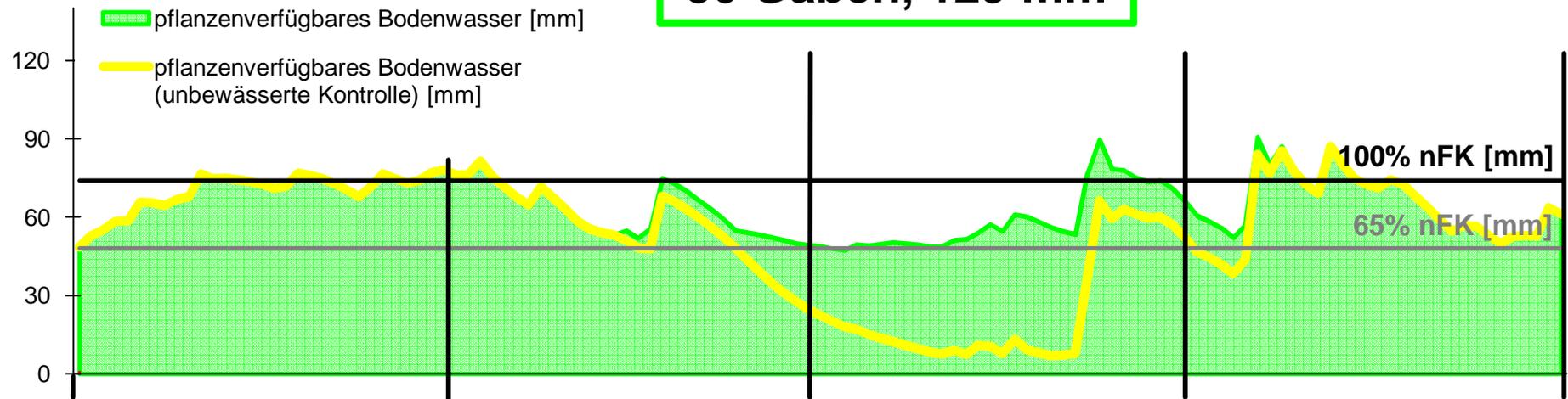
## Witterungsverlauf und Verlauf des Bodenwassers

LfL-Wetterstation Nr. 055, Obersteinbach



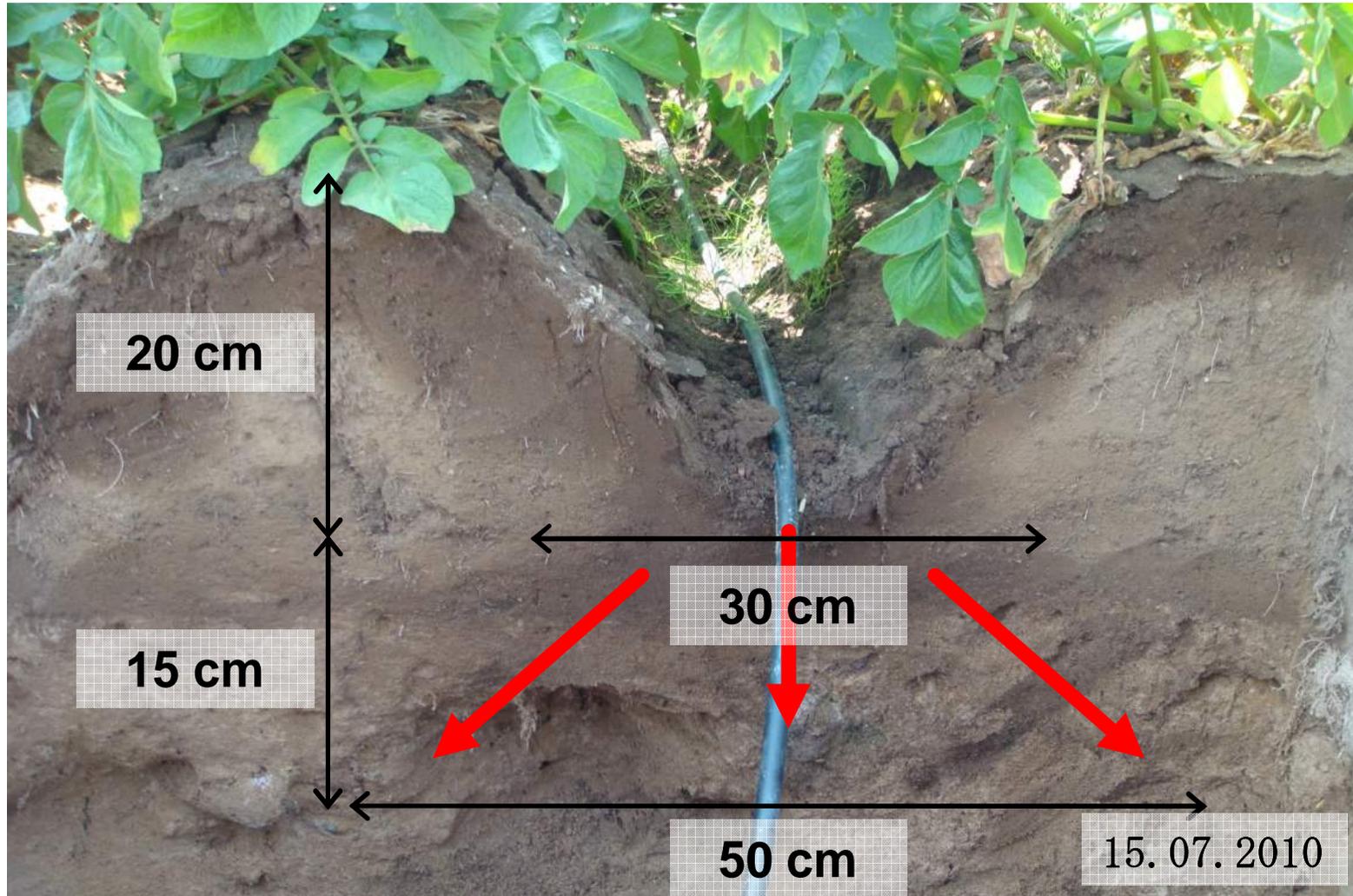
## Klimatische Wasserbilanz

**30 Gaben, 129 mm**



**Bodenfeuchte < 65 % nFK → 4-5 mm/Tag**

# Versuche 2010: Durchführung Abenberg



## Ausmaß der Bodendurchfeuchtung (Zwischendammverfahren)

# Versuche 2010: Durchführung Abenberg



## Wurzelwachstum in Richtung der Durchfeuchtungszone (Zwischendammverfahren)

# Versuche 2010: Durchführung Abenberg



Entwicklung der Wurzeln vorrangig im Dammkern

(Dammkronenverfahren)

# Versuche 2010: Ergebnisse Abenberg

Schlauch- position	Bewässerung	Ertrag Ertragseffekt		
		dt/ha	dt/ha	%
unbewässerte Kontrolle		471		
<b>DKV</b>	ab 10 cm Aufwuchs ab Blüte	682	211	45
	50 % Fertigation (14x)	609	138	29
<b>ZDV</b>	ab 10 cm Aufwuchs ab Blüte	666	195	41
	50 % Fertigation (14x)	615	144	31
<b>ZDV red.</b>	ab 10 cm Aufwuchs ab Blüte	605	134	28
	50 % Fertigation (14x)	597	126	27
DKV	Modell Deutscher Wetterdienst	675	204	43

GD 5% (Scheffé)  
= 157 dt/ha

## Ertragseffekte der Tropfbewässerung

# Versuche 2010: Ergebnisse Abenberg

Schlauch- position	Bewässerung	Ertrag dt/ha		
		<35	<>35/55 mm	>55
unbewässerte Kontrolle		14	314	143
<b>DKV</b>	ab 10 cm Aufwuchs ab Blüte	11	299	373
	50 % Fertigation (14x)	8	268	333
<b>ZDV</b>	ab 10 cm Aufwuchs ab Blüte	11	291	363
	50 % Fertigation (14x)	12	305	297
<b>ZDV red.</b>	ab 10 cm Aufwuchs ab Blüte	9	317	279
	50 % Fertigation (14x)	9	357	231
DKV	Modell Deutscher Wetterdienst	9	289	377

## Sortierung

# Versuche 2010: Ergebnisse Abenberg

---



**Unbewässerte Kontrolle**

Auftreten von Kartoffelschorf



**Zwischendammverfahren  
(Tiefenschurf: 3-5 mm)**

# Versuche 2010: Ergebnisse Abenberg

Schlauch- position	Bewässerung	Befall % Knollen- oberfläche	Befallseffekt Faktor
unbewässerte Kontrolle		2	1,0
<b>DKV</b>	ab 15 cm Aufwuchs ab Blüte	5	2
	50 % Fertigation (14x)	11	8
<b>ZDV</b>	ab 15 cm Aufwuchs ab Blüte	18	15
	50 % Fertigation (14x)	17	14
<b>ZDV red.</b>	ab 15 cm Aufwuchs ab Blüte	17	15
	50 % Fertigation (14x)	20	17
DKV	DWD-Modell	6	4
			2,5

## Auftreten von Kartoffelschorf (überwiegend Tiefenschorf: 3-5 mm)

# Versuche 2010: Ergebnisse Abenberg

Schlauch- position	Bewässerung	Mehligkeit (1-9)
	unbewässerte Kontrolle	3,0
<b>DKV</b>	ab 15 cm Aufwuchs	3,4
	50 % Fertigation (14x)	3,8
<b>ZDV red.</b>	50 % Fertigation (14x)	3,6

## Kein Einfluss der Bewässerung

- auf:
- Fleischfarbe (Ø 4,4)
  - Konsistenz (Ø 5,0)
  - Struktur (Ø 3,7)
  - Feuchtigkeit (Ø 5,3)
  - Geschmack (Ø 3,4)
  - Kochdunklung (Ø 2,1)

## Speisewertprüfung

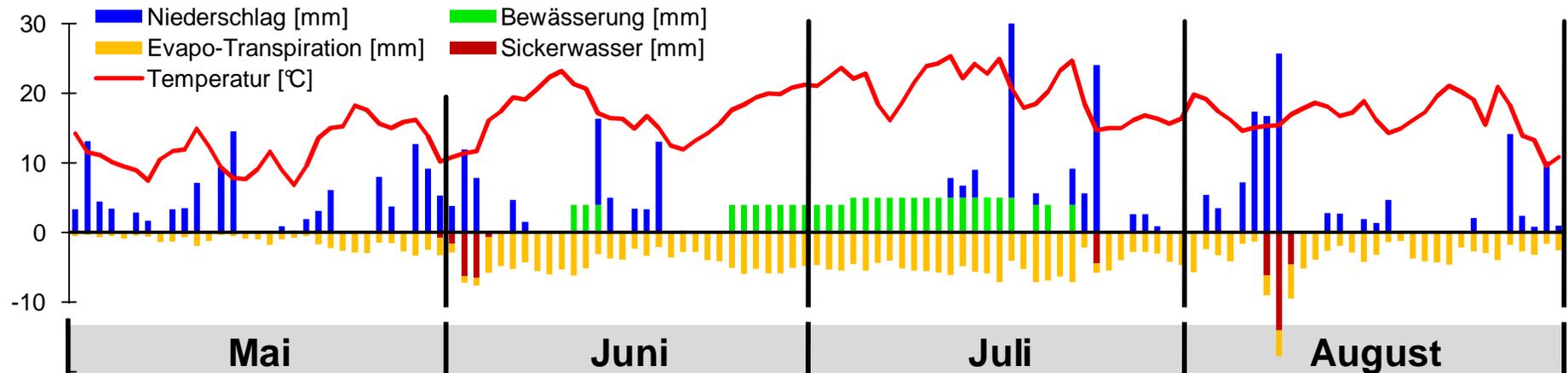


15. 12. 2010

# Versuche 2010: Durchführung Thalmassing

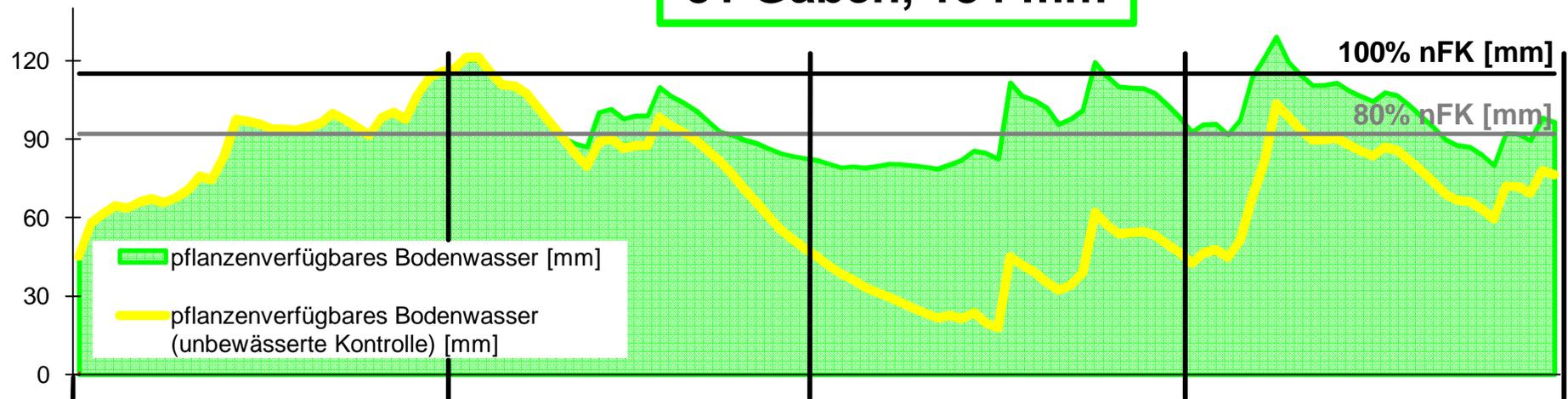
## Witterungsverlauf und Verlauf des Bodenwassers

LfL-Wetterstation Nr. 017, Köfering



## Klimatische Wasserbilanz

**31 Gaben, 134 mm**



**Bodenfeuchte < 80 % nFK → 4-5 mm/Tag**

# Versuche 2010: Durchführung Thalmassing



## Versuchsanlage Mitte Juli

# Versuche 2010: Durchführung Thalmassing

---



**Unbewässerte Kontrolle**



**Zwischendammverfahren red.**

**Erscheinungsbild 2 Tage nach Starkniederschlag (28 mm am 17.07.)**

# Versuche 2010: Ergebnisse Thalmassing

Schlauch- position	Bewässerung	Ertrag	Ertragseffekt	
		dt/ha	dt/ha	%
unbewässerte Kontrolle		517		
<b>DKV</b>	nFK < 60% → 8 mm/d	686	169	33
	nFK < 80% → 4-5 mm	684	167	32
	20 % Fertigation ( 4x)	637	120	23
	50 % Fertigation (14x)	623	106	21
<b>ZDV</b>	nFK < 60% → 8 mm/d	628	111	21
	nFK < 80% → 4-5 mm	653	136	26
	20 % Fertigation ( 4x)	664	147	28
	50 % Fertigation (14x)	601	84	16
<b>ZDV red.</b>	nFK < 60% → 8 mm/d	637	120	23
	nFK < 80% → 4-5 mm	654	137	26
	20 % Fertigation ( 4x)	591	74	14
	50 % Fertigation (14x)	592	75	15
ZDV red.	Modell Deutscher Wetterdienst	599	82	16

## Ertragseffekte der Tropfbewässerung

GD 5% (Scheffé)  
= 137 dt/ha

# Versuche 2010: Ergebnisse Thalmassing

Schlauch- position	Bewässerung	Ertrag dt/ha		
		<35	<>33/55 mm	>55
unbewässerte Kontrolle		33	361	123
<b>DKV</b>	nFK < 60% → 8 mm/d	23	349	314
	nFK < 80% → 4-5 mm	19	340	324
	20 % Fertigation ( 4x)	19	360	258
	50 % Fertigation (14x)	23	328	272
<b>ZDV</b>	nFK < 60% → 8 mm/d	29	374	224
	nFK < 80% → 4-5 mm	26	368	259
	20 % Fertigation ( 4x)	40	422	202
	50 % Fertigation (14x)	34	406	161
<b>ZDV red.</b>	nFK < 60% → 8 mm/d	29	383	225
	nFK < 80% → 4-5 mm	26	361	267
	20 % Fertigation ( 4x)	31	382	178
	50 % Fertigation (14x)	35	370	188
ZDV red.	Modell Deutscher Wetterdienst	26	370	203

# Versuche 2010: Ergebnisse Thalmassing

---



**Unbewässerte Kontrolle**

**Auftreten von Kartoffelschorf**



**Tropfbewässerung  
(leichter Netz- und Silberschorf,  
größere Atmungsöffnungen)**

# Versuche 2010: Ergebnisse Thalmassing

Schlauch- position	Bewässerung	Befall Befallsstufe	Befallseffekt Faktor	
unbewässerte Kontrolle		1	1	
<b>DKV</b>	nFK < 60% → 8 mm/d	3,5	2,5	3,5
	nFK < 80% → 4-5 mm	3,5	2,5	3,5
	20 % Fertigation ( 4x)	4,3	3,3	4,3
	50 % Fertigation (14x)	4,5	3,5	4,5
<b>ZDV</b>	nFK < 60% → 8 mm/d	3,5	2,5	3,5
	nFK < 80% → 4-5 mm	4	3	4
	20 % Fertigation ( 4x)	3	2	3
	50 % Fertigation (14x)	2,5	1,5	2,5
<b>ZDV red.</b>	nFK < 60% → 8 mm/d	2,5	1,5	2,5
	nFK < 80% → 4-5 mm	3	2	3
	20 % Fertigation ( 4x)	3,5	2,5	3,5
	50 % Fertigation (14x)	3	2	3
ZDV red.	DWD-Modell	3	2	3

## Auftreten von Kartoffelschorf (Netz- & Silberschorf)

# Versuche 2010: Ergebnisse Thalmassing

## Kein Einfluss der Bewässerung auf:

- Fleischfarbe (Ø 3,0)
- Konsistenz (Ø 5,0)
- Struktur (Ø 2,7)
- Mehligkeit (Ø 1,1)
- Feuchtigkeit (Ø 5,8)
- Geschmack (Ø 4,0)
- Kochdunklung (Ø 1,5)



## Speisewertprüfung

# Versuche 2010: Ergebnisse Zusatzwasserbedarf

## Beobachtung und Messung in 2010:

Der tatsächliche Zusatzwasserbedarf in Form von Tropfbewässerung liegt deutlich unter dem modellhaft ermittelten Bedarf.

## Wahrscheinliche Ursache:

Bei Tropfbewässerung wird die Bodenoberfläche nur zu einem geringen Anteil befeuchtet, sodass hier die Bodenverdunstung gegenüber ganzflächiger Beregnung oder natürlichen Niederschlägen deutlich vermindert zu sein scheint.

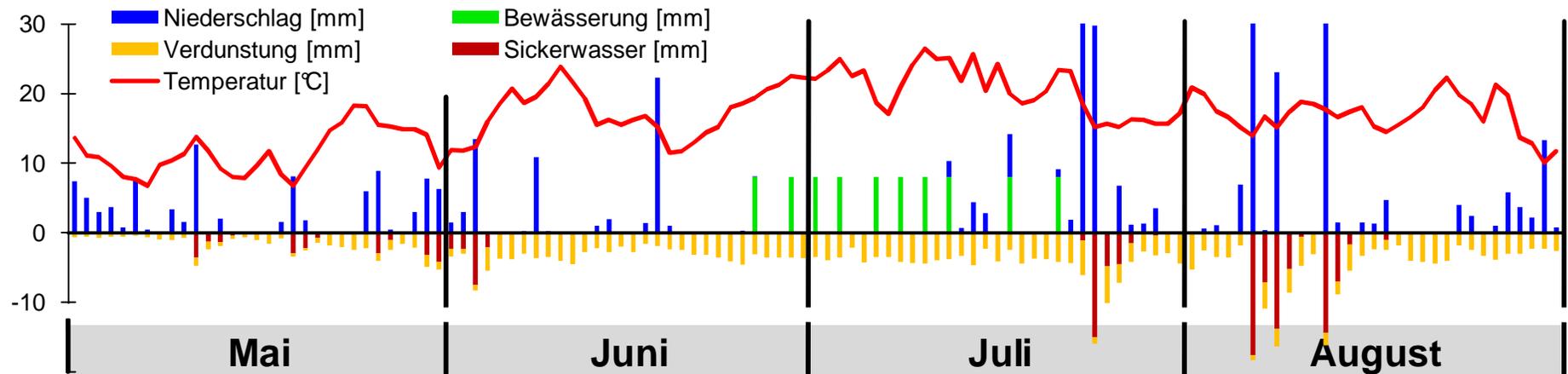
**→ neuer Korrekturfaktor „Wasserzufuhr“: 0,7-1,0 (vorläufig)**

Zusatzwasser durch Tropfbewässerung verdunstet mit Faktor 0,7, natürliche Niederschläge und Beregnungsgaben mit Faktor 1,0.

## Verdunstungsmodell, Erweiterung 2011

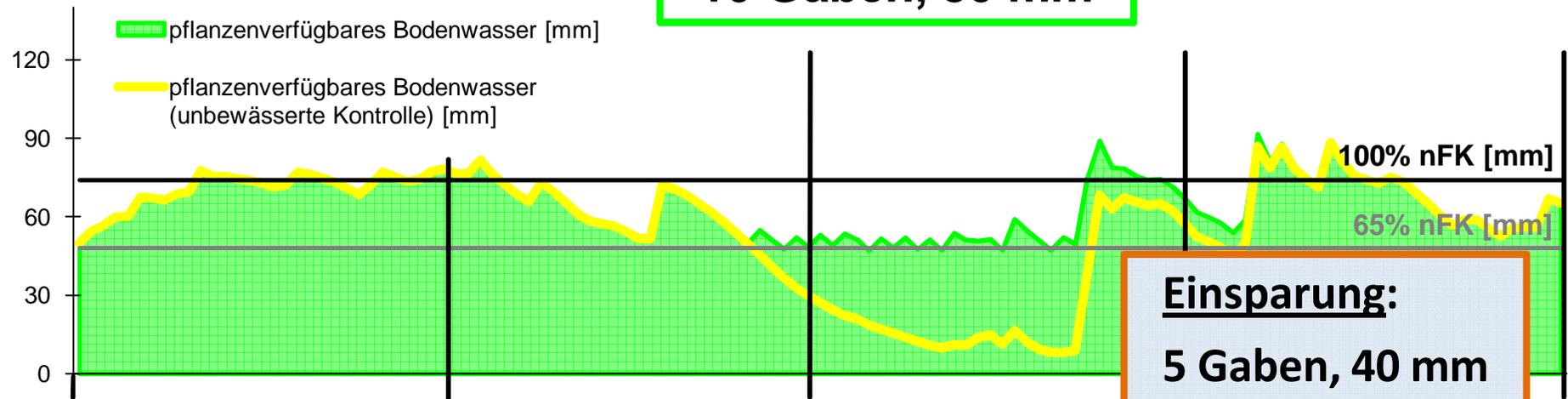
## Witterungsverlauf und Verlauf des Bodenwassers

LfL-Wetterstation Nr. 055, Obersteinbach



## Klimatische Wasserbilanz

**10 Gaben, 80 mm**



**Einsparung:**  
5 Gaben, 40 mm  
= 33 %

**Bodenfeuchte < 65 % nFK → 8 mm/Tag**

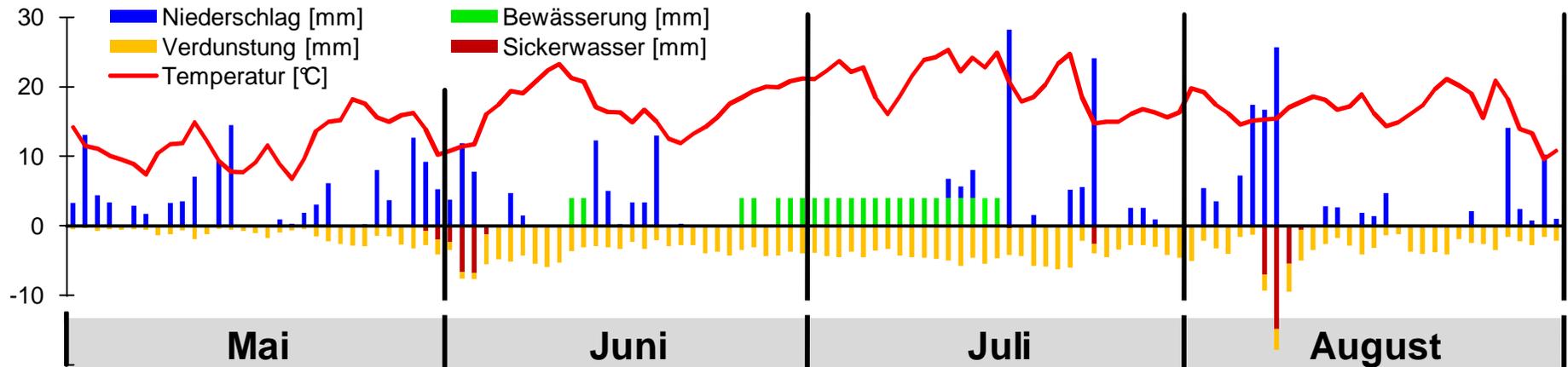
**(bei Dammkronenverfahren, Sandboden, 2010)**

# Verdunstungs-Modell, Erweiterung 2011

R

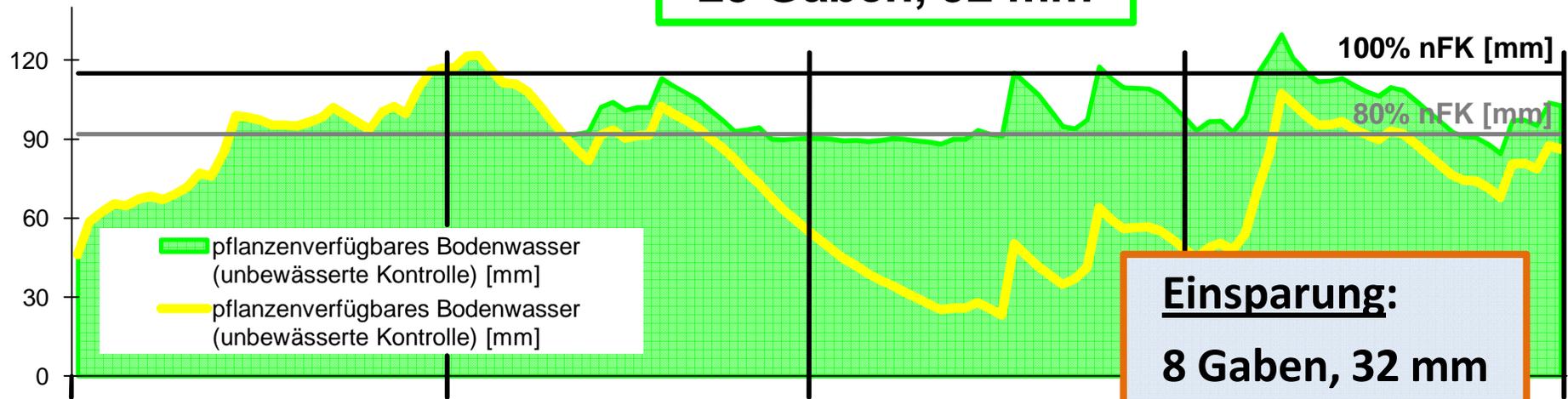
## Witterungsverlauf und Verlauf des Bodenwassers

LfL-Wetterstation Nr. 017, Köfering



## Klimatische Wasserbilanz

**23 Gaben, 92 mm**



**Einsparung:**  
**8 Gaben, 32 mm**  
**= 26 %**

**Bodenfeuchte < 80 % nFK → 4 mm/Tag**

**(bei red. Zwischendammverfahren, Tonboden, 2010)**

# Zusatzwasserbedarf (W) und Versickerung (S)

nutz. Feldkapazität	70 mm				100 mm				130 mm			
Grenzwert / % nFK	0	50	65	80	0	50	65	80	0	50	65	80
Wassergabe / mm	0	30	4	4	0	30	4	4	0	30	4	4
<b>Trockenstandort Abenberg (RH) <math>\Delta S/W = 15\%</math></b>												
Wasserbedarf / mm	0	104	82	108	0	78	65	91	0	56	54	79
Versickerung / mm	35	49	47	62	32	38	37	49	29	30	32	40
<b>Trockenstandort Thalmassing (R) <math>\Delta S/W = 29\%</math></b>												
Wasserbedarf / mm	0	92	69	97	0	56	50	78	0	42	39	65
Versickerung / mm	32	50	47	63	28	34	36	51	26	29	29	41
<b>Feuchtstandort Freising <math>\Delta S/W = 24\%</math></b>												
Wasserbedarf / mm	0	92	72	102	0	60	53	83	0	38	40	68
Versickerung / mm	61	82	79	98	57	61	65	83	54	55	57	70
<b>Feuchtstandort Esting (FFB) <math>\Delta S/W = 46\%</math></b>												
Wasserbedarf / mm	0	60	43	74	0	26	27	54	0	14	17	41
Versickerung / mm	90	107	105	124	83	88	89	106	80	80	82	95

## Standortcharakterisierung, Mittelwert aus 15 Jahren (1995-2009)

Modellberechnung, Betrachtungszeitraum: Anfang Mai - Ende Juli

# Kosten der Technik (Quelle: Handel)

	<u>DripNet 22250</u>	<u>P1 Ultra 22 mm</u>	<u>P1 Ultra 22 mm</u>
<b>Tropfer-Eigenschaft:</b>	<b>druckkompensiert</b>	<b>drucksensitiv</b>	<b>drucksensitiv</b>
<b>Innendurchmesser:</b>	22 mm	22 mm	22 mm
<b>Wandstärke:</b>	0,63 mm	0,60 mm	<b>0,30 mm</b>
<b>Max. Arbeitsdruck:</b>	2,5 bar	2,0 bar	2,0 bar
<b>Tropferabstand:</b>	0,4 m	0,4 m	0,4 m
<b>Fluss (Tropfer):</b>	0,6 l/h	0,8 l/h	0,8 l/h
<b>Max. Reihenlänge:</b>	740 m (1,8 bar)	466 m (1,0 bar)	466 m (1,0 bar)
<b>Rollenlänge:</b>	500 m	600 m	1.300 m
<b>Einsatzdauer:</b>	<b>6 Jahre</b>	<b>6 Jahre</b>	<b>1 Jahr</b>
<b>Kosten / Rolle:</b>	140 €	100 €	100 €
<b>Kosten:</b>	<b>0,28 €/m</b>	<b>0,17 €/m</b>	<b>0,08 €/m</b>

## Tropfschläuche

# Kosten der Technik

System	Zeit Akh/(ha-a)	Kosten			Summe
		Lohn	Maschinen	Wasser	
		€/ (ha-a)			
Beregnungsmaschine Einzelregner	2,8	41	164	200	405
Beregnungsmaschine Düsenwagen	3,1	46	285	200	531
Rohrberegnung	9,6	144	930	200	1274
Tropfbewässerung (druckkompensiert, Dammkrone)	16,7	251	1662	140	2050
(Quelle: KTBL Feldbewässerung, 2009)					
<u>Tropfbewässerung:</u>					
Zwischen jedem 2. Damm, druckkomp.	9,2	138	1000	140	1280
Dammkrone, drucksensitiv	16,7	251	1171	155	1575
Zwischen jedem 2. Damm, drucksensitiv	9,2	138	749	155	1045
(eigene Berechnungen, basierend auf KTBL)					

## Bewässerungsverfahren im Vergleich

# Rentabilität von Tropfbewässerung

---

**... steigt mit:**

- sinkender Verfügbarkeit von Wasser in der Region (natürliche Niederschläge, Speicherfähigkeit der Böden, Brunnenwasser)
- steigenden Wasser- und Energiekosten
- steigenden Erzeugerpreisen
- sinkenden Kosten, u.a. Lohnkosten

**Entscheidend: Verhältnis aus Erzeugerpreisen / Kosten**

## Zentrale Frage:

In welchem Maße lassen sich die Wassergaben verringern, ohne dass es gegenüber hoher Bewässerungsintensität (siehe 2010) zu Rückgängen der Ertragseffekte kommt?

- **Varianten mit Zusatzwassergaben gestaffelter Intensität für 2 Schlauchpositionen auf Sand-, Lehm- und Tonböden**
- **entsprechende Anpassung des Bilanz-Modells (Verdunstung)**

**DANKE FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT!**

---

## **Finanzierung:**

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft  
und Forsten

## **Mit freundlicher Unterstützung der Landwirtschaftsbetriebe**

Bernreuther (Abenberg),  
Lichtinger (Thalmassing),  
Hatzl (Esting)

**DANKE FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT!**

Schlauch- position	Bewässerung	Feuchte- Grenzw. / % nFK	Wasser- -gabe / mm/d	Wassergaben Anzahl	Wassergaben Menge / mm
unbewässerte Kontrolle				-	-
<b>DKV</b>	ab 10 cm Aufwuchs	65	4-5	30	129
	ab Blüte	65	4-5	28	121
	50 % Fertigation (14x)	65	4-5	40	147
<b>ZDV</b>	wie Dammkronenverfahren				
<b>ZDV red.</b>	wie Dammkronenverfahren				
<b>DKV</b>	Modell Deutscher Wetterdienst	65	8	16	128

## Varianten der Tropfbewässerung

Schlauch- position	Bewässerung	Feuchte- Grenzw. / % nFK	Wasser- -gabe / mm/d	Wassergaben Anzahl	Wassergaben Menge / mm
unbewässerte Kontrolle				-	-
<b>DKV</b>	ab 10 cm Aufwuchs	60	8	13	104
	ab 10 cm Aufwuchs	80	4-5	31	134
	ab 10 cm A., TA 50 cm	80	4-5	31	134
	ab Blüte	80	4-5	30	130
	20 % Fertigation (4x)	80	4-5	32	136
	50 % Fertigation (14x)	80	4-5	38	146
<b>ZDV</b>	wie Dammkronenverfahren				
<b>ZDV red.</b>	wie Dammkronenverfahren				
ZDV red.	Modell Deutscher Wetterdienst	65	8	13	104

## Varianten der Tropfbewässerung