



**Dr. Ingrid Pfleger und Dr. Uwe Rößler**

**Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena  
Landwirtschaftsamt Bad Frankenhausen, Versuchsfeld Straußfurt**

## **Langjährige Ergebnisse bei der Bewässerung von Kartoffeln**



Pfleger, Beregungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## **Langjährige Ergebnisse bei der Bewässerung von Kartoffeln aus Thüringen**

---

- **Anbaubedeutung, Flächen und Erträge der Kartoffel**
- **Anforderungen und Richtwerte für den Zusatzwassereinsatz**
- **Parzellenversuche auf dem Versuchsfeld Straußfurt**
  - \* langjährige Beregnungsversuche
  - \* Beregnung und Tropfbewässerung mit und ohne Fertigation
- **Demonstrationsversuche in Praxisbetrieben**
  - \* Demonstrationsversuche in Nottleben
  - \* Demonstrationsvorhaben in Herbsleben
- **Schlussfolgerungen**



Pfleger, Beregungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009



**Adretta –  
Kartoffel des Jahres 2009**

**Kartoffel als wertvolles Grundnahrungsmittel**

**Pro-Kopf-Verbrauch:**

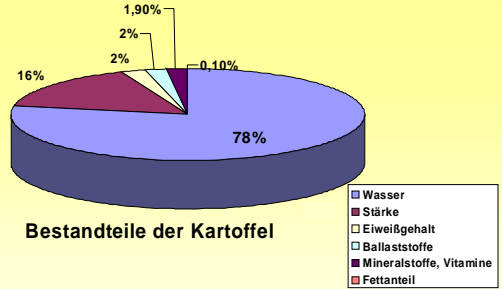
1900: ca. 285 kg Kartoffeln

1950: ca. 200 kg

2008: ca. 60 kg

Frischverzehr

Verzehr von  
Veredlungsprodukten  
(Pommes, Chips,  
Trockenprodukte,  
Tiefkühlwaren)



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

**Kartoffelanbauflächen in Deutschland**

Jahr	Deutschland	Sachsen		Thüringen	
		Anbaufläche		beregnete Fläche	
1950	> 1 Mill. ha				
2005	277.100 ha				
2006	274.300 ha				
2007	272.600 ha				insgesamt 2.500 ha
2008	265.500 ha	ca. 7230 ha	ca. 2.300 ha		Kartoffeln: ca. 300 ha
2009	267.400 ha	ca. 7080 ha	ca. 2.330 ha		
		- 2,1 %	+ 1,1 %		

**Kartoffelerträge in Deutschland (Mittelwerte)**

Jahr	Deutschland	Sachsen	Thüringen
1903	120 dt/ha		
1950	245 dt/ha		
2008	432 dt/ha	397 dt/ha	353 dt/ha
2009	441 dt/ha	430 dt/ha	398 dt/ha
		+ 8 %	+ 13 %



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Anforderungen und Richtwerte für den Zusatzwassereinsatz

Umwelteinflüsse (Trockenheit, Hitze,  
unzureichende Wasserversorgung)



Geringe, stark schwankende Erträge und Qualitäten

**Hohe Anforderungen**

an pflanzenbedarfsgerechten Zusatzwassereinsatz,  
Bewässerungssteuerungsverfahren mit Beregnungszeiten, Sortenwahl,  
agrotechnische Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Pflanzzeiten und -  
dichte, Düngungs-, Pflanzenschutz- und Bewässerungsmaßnahmen



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Hauptaufgaben der Bewässerung in Deutschland und Thüringen

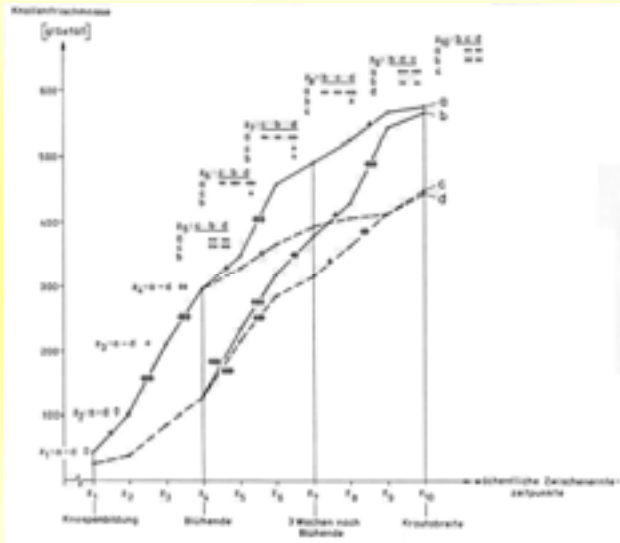
- \* **Stabilisierung der Erträge und Ertragssicherung auf einem hohen wirtschaftlichen Niveau für beregnungswürdige Fruchtarten – in Thüringen insbesondere von Gemüse, Obst, HDG, Sonderkulturen und Kartoffeln**
- \* **Qualitätssicherung für profilbestimmende Fruchtarten für eine markt- und umweltgerechte Produktion insbesondere im Vertragsanbau**

⇒ **Die Bewässerung wird folglich für einige Fruchtarten unentbehrlich und somit ein fester Bestandteil des Anbauverfahrens.**



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Auswirkungen unterschiedlicher Wasserversorgung in einzelnen Entwicklungsstapen auf den Ertragsbildungsverlauf der Kartoffeln, Gefäßversuche (Mittelwerte 1983-85)



### Prüfvarianten:

- a-ständig feucht (70% nFK)
- b-trocken bis Blühende (35% nFK) und anschließend feucht
- c-feucht bis Blühende (70% nFK) und anschließend trocken
- d-ständig trocken (35% nFK)

Roth, D; Roth, R. und Kachel, K., FZB Müncheberg, Bereich Jena (1987)

## Einfluss unterschiedlicher Beregnungszeitspannen auf den Ertrag und die Zusatzwasserausnutzung bei der Kartoffelsorte „Sola“, Feldversuche (Mittelwerte 1981-85)

Variante	Beregnungszeitspanne				Zusatzwasser- menge (mm)	Gesamt- ertrag (kg m <sup>-2</sup> )	Mehr- ertrag (kg m <sup>-2</sup> )	Zusatz- wasser- ausnutzung (kg mm <sup>-2</sup> )	Markt- anteil (%)
	Wuchs- höhe 20...30cm	Beginn Knospen- bildung	Blüh- ende	deutliche Kräutver- gilbung					
1.	unberegnet				—	342	—	—	97
2.	a				165	423	81	49	98
3.	b				141	436	94	67	98
4.	c				111	445	103	93	99
5.	d				60	375	33	55	95

$GD_{3/4} = 0,27 \text{ kg m}^{-2}$

Zusatzwasserausnutzung in kg Mehrertrag je mm Zusatzwasser und Hektar

Roth, D; Roth, R. und Kachel, K., FZB Müncheberg, Bereich Jena (1987)

## Richtwerte für den Zusatzwasserbedarf von Speisekartoffeln (mm)

	Durchschnittl. Zusatzwasserbedarf				Zusatzwasserbedarf für mittl. Trockenjahre			
<b>ROTH (1993)– 150 Fruchtarten</b>								
Reife- gruppe	Bodenwasserspeichervermögen				Bodenwasserspeichervermögen			
	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch
RG 2	80	70	55	45	120	110	95	85
RG 3	100	80	60	55	150	140	115	110
<b>ALBRECHT (2004)- 35 Fruchtarten</b>								
Reife- gruppe	Jahresdurchschnittstemperatur				Jahresdurchschnittstemperatur			
	8 bis 9 °C		9 bis 10 °C		8 bis 9 °C		9 bis 10 °C	
	Hauptdurchwurzelungszone				Hauptdurchwurzelungszone			
	50 cm	100 cm	50 cm	100 cm	50 cm	100 cm	50 cm	100 cm
RG 2	80	70	100	80	120	100	140	120
RG 3	90	75	110	90	150	130	170	150



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Zusatzwasserbedarf der Kartoffeln

Entwicklungsabschnitt	Wasserbedarf
Auflaufen bis Knollenansatz	nicht bewässern
Knospenbildung / Knollenansatz bis Blüte	- Frühkartoffeln hoher Bedarf - spätere Reifegruppen mittel bis hoch
Blüte bis deutlich einsetzende Krautabreife, insbesondere Blühende und ca. 2 bis 3 Wochen danach	Hauptberegnungsperiode für mittelfrühe, mittelspäte und späte Reifegruppen
<b>Die Bodenfeuchte sollte ab Knollenansatz nicht unter 50 % nFK absinken!</b>	



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009



Versuchsfeld Straußfurt

## Untersuchungsergebnisse zur Beregnung von Kartoffeln



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th  
Reinholdshain, 24. November 2009

### Überblick über Kartoffelversuche auf dem Versuchsfeld Straußfurt

- ➔ **Langjährige Bewässerungsversuche mit Kartoffeln der Reifegruppe 3**
- ➔ **Versuche mit Beregnung und Tropfbewässerung ohne Fertigation**
  - \* **zwei Sorten: Reifegruppe 2 und 3**
  - \* **zwei Bewässerungszeitpunkte: Knollenansatz und Blühbeginn**
- ➔ **Versuche mit Beregnung und Tropfbewässerung mit Fertigation**
  - \* **N-Düngung: Mineralisch (1 bzw. 3 Gaben) und Fertigation**
  - \* **Speisekartoffel „Agria“ und zwei Bewässerungszeitpunkte**
  - \* **Verarbeitungskartoffel „Russet Burbank“**
  - \* **Fraktionierung der Knollen**
- ➔ **Vergleichsuntersuchungen 2004 bis 2008 zu Nottleben und Herbsleben**



Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Beschreibung des Versuchsfeldes Straußfurt

Agrargebiet	Zentrales Thüringer Becken
Kreis	Sömmerda
Landwirtschaftsamt	Bad Frankenhausen
Standort / Anteil an der LF Thüringens	Tonige Schwarzerde / 34 %
<b>Klima</b>	<b>Mitteldesches Trockengebiet</b>
Jahresniederschläge (langjähriges Mittel)	473 mm
Jahrestemperatur (langjähriges Mittel)	8,5 °C
Höhenlage	185 m
Effektive Durchwurzelungstiefe	40 cm

Geologische Herkunft	Keuper		
Hydrologie	grundwasserfern		
Bodentyp / Bodenart	Schwarzerde aus Keuperton / schluffiger Ton		
Tonanteil: 48 %	Humus: 3,9 %	Nt-Gehalt: 0,19%	CaCO <sub>3</sub> -Gehalt: 2,8 %
<b>Bodenhydrologische Kenndaten in 0 bis 60 cm Tiefe (mm)</b>			
<b>Feldkapazität (FK): 238 mm</b>			
<b>Welkepunkt (PWP): 158 mm</b>		<b>nutzbare Feldkapazität (nFK): 80 mm</b>	



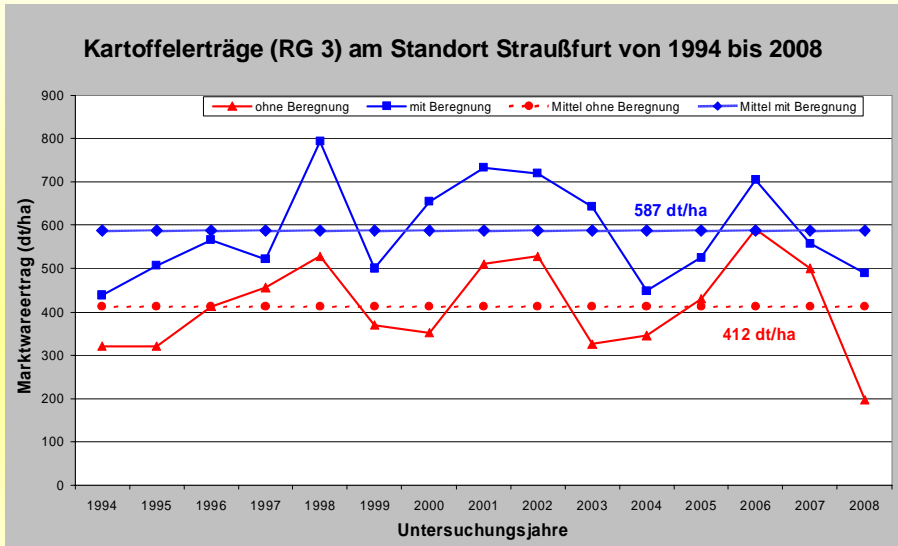
Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

# Kartoffelerträge (RG3) am Standort Straußfurt 1994 bis 2008

Jahr	Kartoffelertrag (dt/ha)		Berechnungs- mehrertrag dt/ha	Zusatzwasser	Effektivität
	unberechnet	berechnet		mm	kg Mehrertrag / mm Zusatzwasser
1994	320	439	119	80	149
1995	321	508	187	110	170
1996	412	567	155	60	258
1997	457	522	65	75	87
1998	528	794	266	120	222
1999	369	500	131	100	131
2000	351	655	304	175	174
2001	511	733	222	165	135
2002	529	720	191	140	136
2003	325	643	318	275	116
2004	345	448	103	125	82
2005	431	526	95	125	76
2006	590	706	116	125	93
2007	500	559	59	50	118
2008	196	490	294	250	118
<b>1994 - 2008</b>	<b>412</b>	<b>587</b>	<b>175</b>	<b>132</b>	<b>138</b>



Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009



Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009



## Einfluss des Bewässerungsverfahrens



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

### Ergebnisse zur Beregnung und Tropfbewässerung ohne Fertigation bei Kartoffeln, VF Straußfurt (Mittelwerte 2001 bis 2003)



Bewässerungsverfahren	Bewässerungszeitpunkt			
	Knollenansatz		Blühbeginn	
	Ertrag (dt/ha)	Zusatzwasser (mm)	Ertrag (dt/ha)	Zusatzwasser (mm)
Beregnung	698	200	695	145
Tropfbewässerung	691	162	637	118
<b>Differenz</b>		<b>-38 mm / 19%</b>		<b>-27 mm / 19%</b>



Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

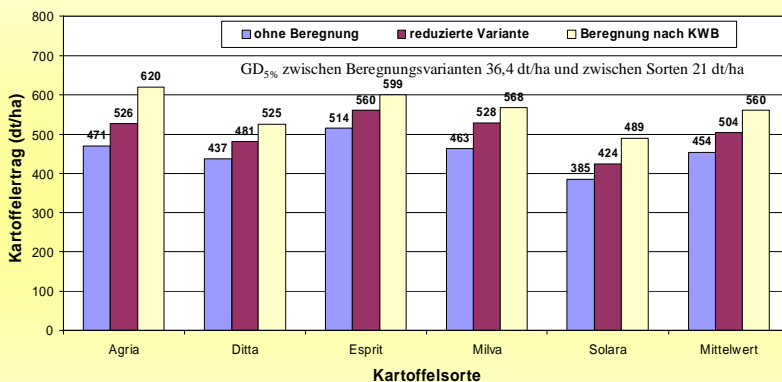
## Ergebnisse von Beregnung und Tropfbewässerung mit Fertigation bei Kartoffeln (Mittelwerte 2001 bis 2003)

Bewässerungsverfahren	Mineralische N-Düngung (eine N-Gabe)		Fertigation (50 %)	
	Ertrag (dt/ha)	Zusatzwasser (mm)	Ertrag (dt/ha)	Zusatzwasser (mm)
Beregnung	714	200		
Tropfbewässerung	646	136	710	160
<b>Differenz</b>				<b>-40 mm / 20%</b>



Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Erträge zur Beregnung von Speisekartoffeln Versuchsstandort Straußfurt (Mittelwert von 2004 bis 2006)



Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

# Versuchskonzept ab 2004 zur Bewässerung von Kartoffeln

## Versuchsfeld Straußfurt

5 Sorten: Agria  
Ditta  
Milva  
Esprit  
Solara  

---

Belana  
Jelly

## Demonstrationsparzellen im Praxisbetrieb

3 Sorten: Agria  
Ditta  
Milva  

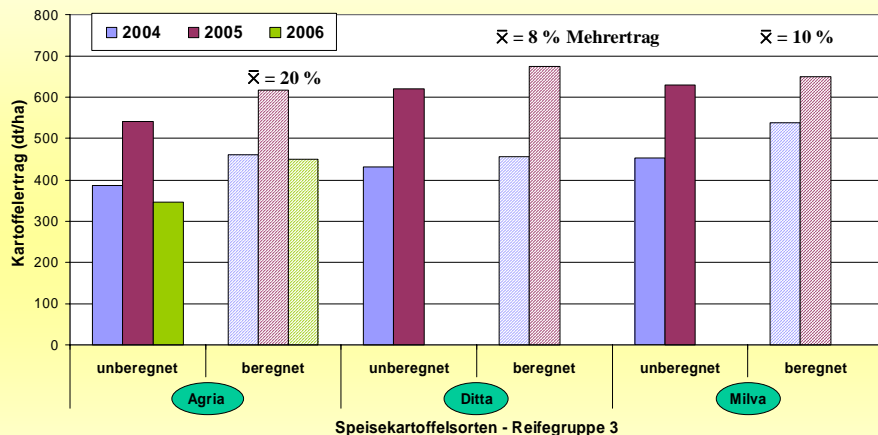
---

Belana  
Jelly



Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Ergebnisse zur Beregnung verschiedener Kartoffelsorten im Praxisbetrieb



Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Mehrertrag von Kartoffeln und Zusatzwassereinsatz in Nottleben von 2004 bis 2006

Sorte	Jahr	Mehrertrag		Zusatzwasser- einsatz	Effektivität der Bewässerung
		dt/ha	%	mm	kg/mm x ha *)
<b>Agria</b>	2004	72,8	19	30	243
	2005	75,7	14	85	89
	2006	102,8	30	85	121
	<b>Mittelwert</b>	<b>74,2</b>	<b>17</b>	<b>67</b>	<b>151</b>
<b>Ditta</b>	2004	25,2	6	30	84
	2005	53,9	9	58	93
	<b>Mittelwert</b>	<b>39,8</b>	<b>8</b>	<b>44</b>	<b>90</b>
<b>Milva</b>	2004	85,4	19	30	285
	2005	20,9	3	85	25
	<b>Mittelwert</b>	<b>54,0</b>	<b>10</b>	<b>58</b>	<b>93</b>

\*) Zusatzwasserausnutzung in kg Mehrertrag / mm Zusatzwasser x ha



Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Untersuchungen zur Bewässerung von Kartoffeln Sorte „Agria“ in Nottleben

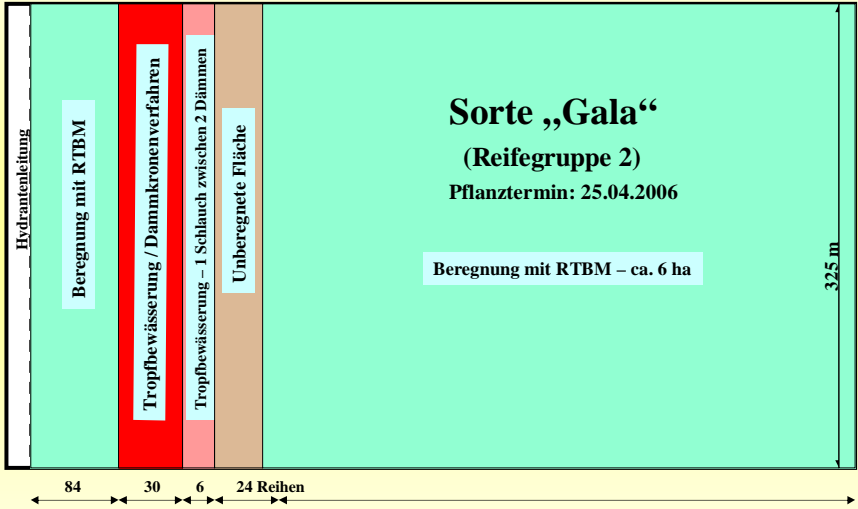
Prüf- variante	Jahr	Fraktion			Gesamtertrag	
		< 35 mm	35 – 65 mm	> 65 mm	dt/ha	%
		dt/ha	dt/ha	dt/ha		
<b>unberechnet</b>	2004	17,5	270,3	106,8	386,7 *)	
	2005	16,8	427,5	95,5	539,8	
	2006	8,3	229,8	108,4	346,5	
	<b>Mittelwert</b>	<b>14,2</b>	<b>309,2</b>	<b>103,6</b>	<b>424,3</b>	<b>100</b>
<b>berechnet</b>	2004	14,9	327,5	141,3	459,5 *)	
	2005	13,6	345,0	256,9	615,5	
	2006	3,6	196,6	249,1	449,3	
	<b>Mittelwert</b>	<b>10,7</b>	<b>289,7</b>	<b>215,8</b>	<b>508,1</b>	<b>120</b>

\*) 2004 – bereinigter Gesamtertrag



Pfleger und Rößler, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

# Pilotprojekt zur Tropfbewässerung von Kartoffeln in Herbsleben 2006



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009



**Kopfstation – Tropfbewässerungsversuch Herbsleben 2006**



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009



**Lay-Flat-Schlauch  
mit Startverbinder  
und Tropfrohr  
Dripnet PC 250**

**Tropferabstand: 40 cm  
Flussrate: 1,0 l/h**



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

### Düngungsempfehlung -Yara GmbH (R. Köhling)

Woche	Datum		Düngeraufwand (kg je ha)		
	Soll	Ist	CalciNit Soll / Ist	Krista-K Soll = Ist	Bittersalz Soll / Ist
23	05.06.2006	13.06.2006	50		
24	12.06.2006	16.06.2006			25
25	19.06.2006	21.06.2006	75		
26	26.06.2006	28.06.2006		25	25
27	03.07.2006	06.07.2006	75		
28	10.07.2006	11.07.2006		25	25 / 50
29		13.07.2006	0 / 25		
30	17.07.2006	19.07.2006	75		
31	24.07.2006	26.07.2006		25	25
32	31.07.2006	02.08.2006	50		
33	07.08.2006	08.08.2006		25	25
33	14.08.2006	18.08.2006	25 / 0	25	25
34	21.08.2006				
	<b>Summe</b>		<b>350 / 375</b>	<b>125</b>	<b>150 / 175</b>

⇒ Applizierte Flüssig-Düngermengen: 71 kg N/ha, 41 kg K/ha und 14 kg Mg/ha



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Zusatzwassereinsatz bei unterschiedlichen Bewässerungsverfahren

Verfahren	Zeitspanne	Gabenanzahl	Zusatzwasser (mm)	Niederschlag (mm)
Tropfbewässerung	13.6.-18.8.06	17	75	161 *)
Beregnung (RTBM)	16.6.-25.7.06	3	84	
Beregnungs-empfehlung TLL	19.6.-30.7.06	5	145	

\*) Niederschläge in Herbstlehen: 13.-30. Juni: 34 mm, 1.-31. Juli: 68 mm und 1.-18. August: 59 mm



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009



ohne Beregnung



Beregnung mit RTBM



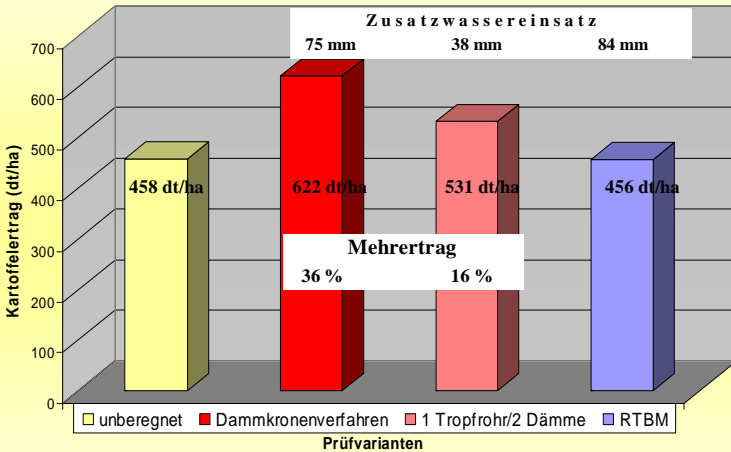
Tropfbewässerung mit  
1 Tropfschlauch je Damm

kg je Kartoffelstock (Mittelwert von 4 Probenahmen)			
ohne Beregnung	RTBM	1 Schlauch für 1 Damm	1 Schlauch zwischen 2 Dämmen
0,93	1,05	1,48	1,16



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Ertragsergebnisse zur Bewässerung in Kartoffeln (Pilotprojekt 2006)



Erntetermine: **manuell am 12.09.2007**  
**maschinell am 13.09.2007**



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009

## Kalkulation zur Tropfbewässerung bei Kartoffeln – Pilotprojekt 2006

**Input:** Kartoffelerträge von Maschinenrodung: 431 dt/ha ohne Beregnung  
 665 dt/ha Dammkronenverfahren  
 606 dt/ha 1 Tropfrohr / 2 Dämme – modifiziert

Tropfrohr: 0,28 €/m, NND 6 Jahre  
 0,13 €/kWh, 0,45 kWh/m<sup>3</sup>

Kosten für Pumpstation, Rohrleitungen u.ä. - Angaben von AG Herbsleben

Kosten für Tropfanlage Kopfstation mit Zubehör u.ä. - Angaben von NETAFIM

Tropfrohrverlegung und -Bergung mit Leihmaschinen

Personal- und Transportkosten, mehrertragsabhängige Kosten

teure Flüssigdünger durch konventionelle Entzugsdüngung ersetzt

Preisbasis ZMP (langjähriges Mittel): 9,40 €/dt Kartoffeln

Position	ohne Bewässerung	Dammkronenverfahren	modifizierte Variante: 1 Tropfrohr / 2 Dämme
<b>bereinigte Marktleistung</b> (Beimengungen, Düngung, Aufbereitung, Transport...)	<b>1660 €/ha</b>	<b>2566 €/ha</b>	<b>2338 €/ha</b>
<b>Bewässerungskosten</b> ohne Zinsansatz		<b>932 €/ha</b>	<b>577 €/ha</b>
mit Zinsansatz		<b>1062 €/ha</b>	<b>660 €/ha</b>
<b>Beregnungskostenfreie Mehrleistung</b> ohne Zinsansatz		<b>-26 €/ha</b>	<b>101 €/ha</b>
mit Zinsansatz		<b>-156 €/ha</b>	<b>18 €/ha</b>

➔ \* Kartoffelmehrertrag von 234 dt/ha (Maschinenrod.) ist für ein ausgeglichenes Ergebnis nicht ausreichend.

\* Eine kostendeckende Produktion ohne Verzinsung des Sachanlagevermögens erscheint möglich, wenn der Tropfrohrpreis von 0,28 auf 0,24 €/m sinkt.

\* Nach der modifizierten Variante hat das Verfahren auf eine wirtschaftliche Tragfähigkeit Chancen, wenn sich mit 1 Tropfrohr zwischen 2 Reihen 75 % des Mehrertrages vom Dammkronenverfahren erzielen lässt.



Dr. Degner, Abt. Agrarökonomie der TLL Jena

# Schlussfolgerungen

- Die Zusatzbewässerung gehört in Thüringen trotz einer kleinen Anbaufläche zum festen Anbauverfahren bei Kartoffeln. Deutliche und stabile Mehrerträge auf dem Versuchsfeld in Straußfurt und auf Praxisflächen sind Ausdruck einer hohen Wassereffizienz.
- Die Vorteile des geringeren Wasser- und Energieverbrauchs sowie hohen Automatisierungsgrades beim Tropfbewässerungsverfahren stehen dem Nachteil des größeren Investitionsaufwandes im Vergleich zu anderer Beregnungstechnik gegenüber.
- Aus den Versuchsergebnissen in Straußfurt kann abgeleitet werden, dass mit dem Tropfbewässerungsverfahren gegenüber der herkömmlichen Beregnung das gleiche Ertragsniveau erreicht wird bei einer Wassereinsparung von etwa 20 %. Die Tropfbewässerung zeichnet sich durch den geringeren Wasser- und Energieverbrauch als zukunftsorientiertes Verfahren aus.



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009



ohne  
Beregnung

glattschalige,  
formschöne Kartoffeln  
nach französischer Art  
mit Beregnung



**Danke für Ihre  
Aufmerksamkeit !**



Pfleger, Beregnungstagung Sa/Th Reinholdshain, 24. November 2009