



Dr. Ingrid Pflieger und Dr. Uwe Rößler

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

Langjährige Ergebnisse bei der Bewässerung von Kartoffeln



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**





Adretta – Kartoffel des Jahres 2009

Kartoffel als wertvolles Grundnahrungsmittel

Pro-Kopf-Verbrauch:

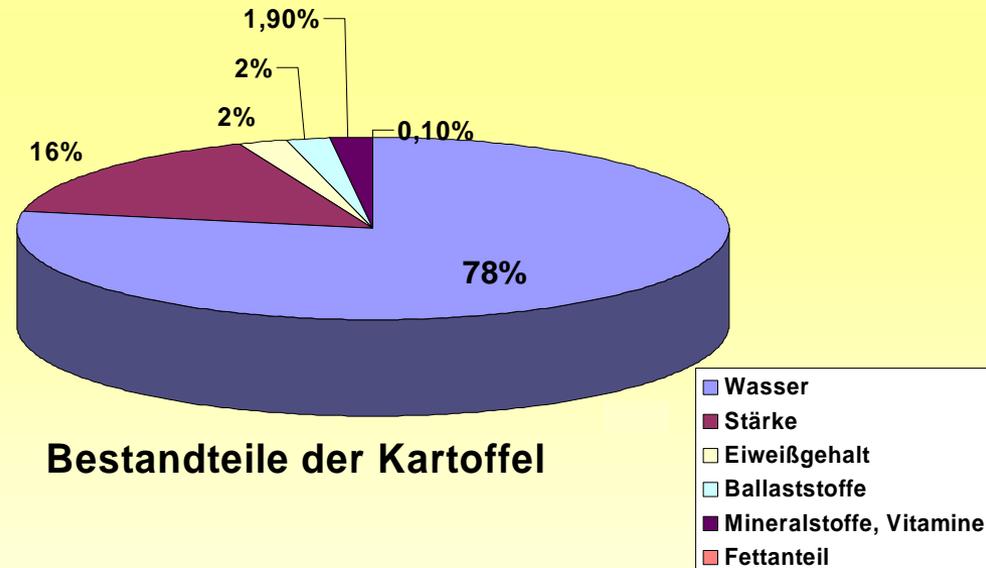
1900: ca. 285 kg Kartoffeln

1950: ca. 200 kg

2008: ca. 60 kg

Frischverzehr

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



Bestandteile der Kartoffel

Kartoffelanbauflächen in Deutschland

Jahr	Deutschland	Sachsen	Thüringen	
			Anbaufläche	berechnete Fläche
1950	> 1 Mill. ha			
2005	277.100 ha			
2006	274.300 ha			
2007	272.600 ha			insgesamt 2.500 ha Kartoffeln: ca. 300 ha
2008	265.500 ha	ca. 7230 ha	ca. 2.300 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 %



Anforderungen und Richtwerte für den Zusatzwassereinsatz

**Umwelteinflüsse (Trockenheit, Hitze,
unzureichende Wasserversorgung)**



Geringe, stark schwankende Erträge und Qualitäten



Hohe Anforderungen

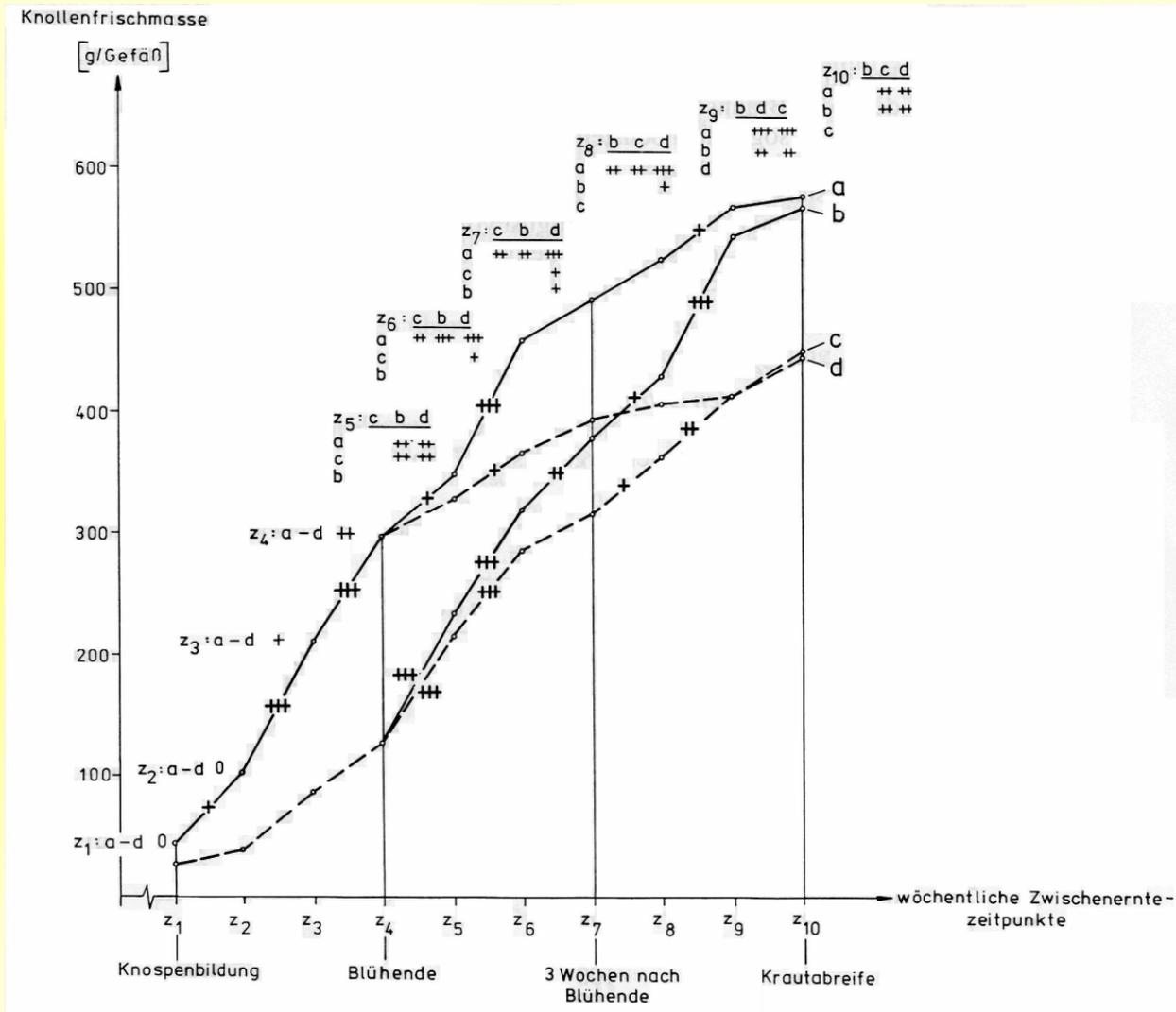
**an pflanzenbedarfsgerechten Zusatzwassereinsatz,
Bewässerungssteuerungsverfahren mit Berechnungszeiten, Sortenwahl,
agrotechnische Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Pflanzzeiten und -
dichte, Düngungs-, Pflanzenschutz- und Bewässerungsmaßnahmen**

Hauptaufgaben der Bewässerung in Deutschland und Thüringen



- * **Stabilisierung der Erträge und Ertragssicherung auf einem hohen wirtschaftlichen Niveau für berechnungswürdige 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.**

Auswirkungen unterschiedlicher Wasserversorgung in einzelnen Entwicklungsetappen 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)

Richtwerte für den Zusatzwasserbedarf von Speisekartoffeln (mm)

	Durchschnittl. Zusatzwasserbedarf				Zusatzwasserbedarf für mittl. Trockenjahre			
ROTH (1993)– 150 Fruchtarten								
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
ALBRECHT (2004)– 35 Fruchtarten								
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



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	Hauptberechnungsperiode für mittelfrühe, mittelspäte und späte Reifegruppen
Die Bodenfeuchte sollte ab Knollenansatz nicht unter 50 % nFK absinken!	



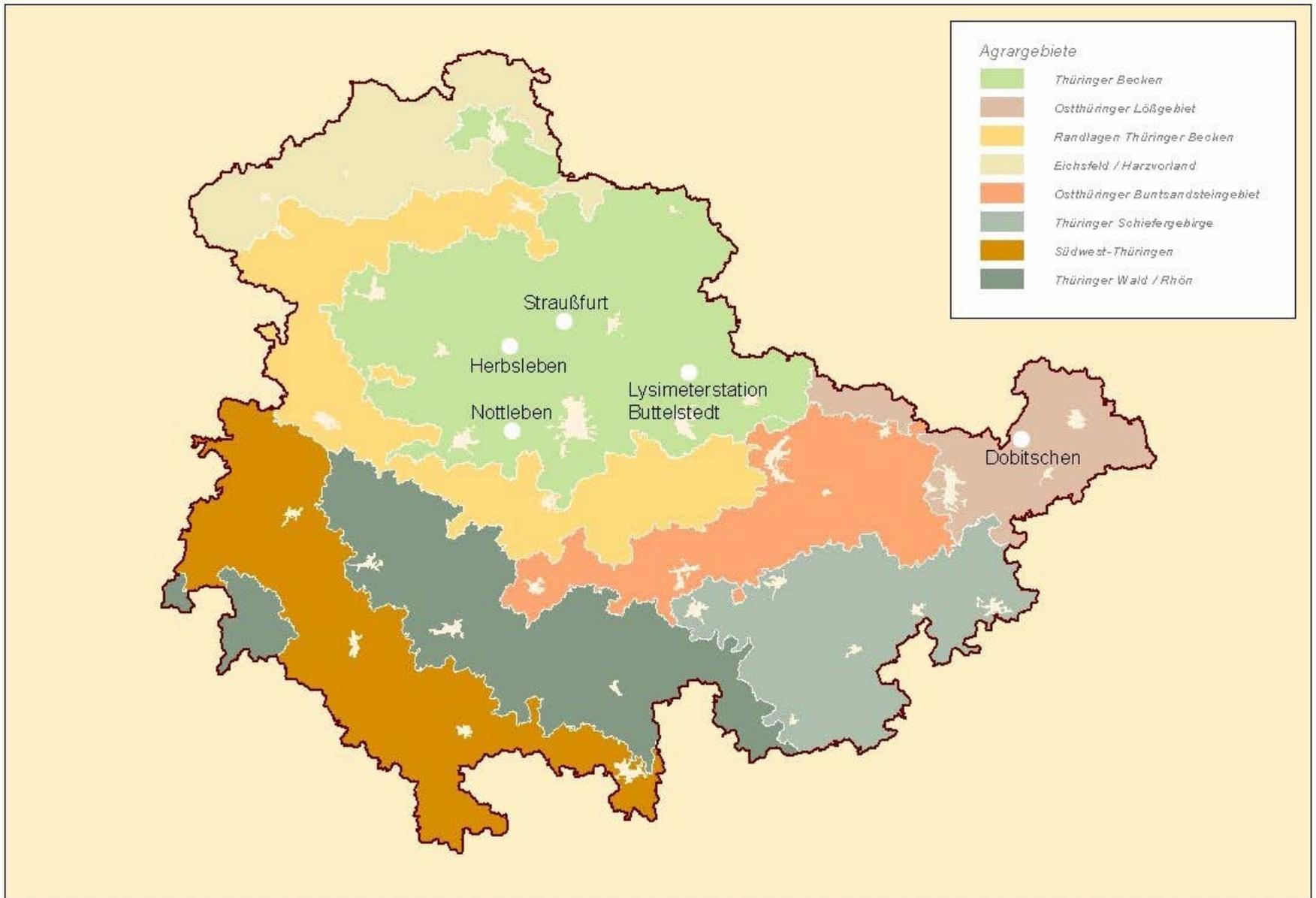
Versuchsfeld Straußfurt

Untersuchungsergebnisse zur Beregnung von Kartoffeln



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**





Beschreibung des Versuchsfeldes Straußfurt

Agrargebiet	Zentrales Thüringer Becken
Kreis	Sömmerda
Landwirtschaftsamt	Bad Frankenhausen
Standort / Anteil an der LF Thüringens	Tonige Schwarzerde / 34 %
Klima Jahresniederschläge (langjähriges Mittel) Jahrestemperatur (langjähriges Mittel)	Mitteldeutsches Trockengebiet 473 mm 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 ₃ -Gehalt: 2,8 %
Bodenhydrologische Kenndaten in 0 bis 60 cm Tiefe (mm)			
Feldkapazität (FK): 238 mm			
Welkepunkt (PWP): 158 mm		nutzbare Feldkapazität (nFK): 80 mm	

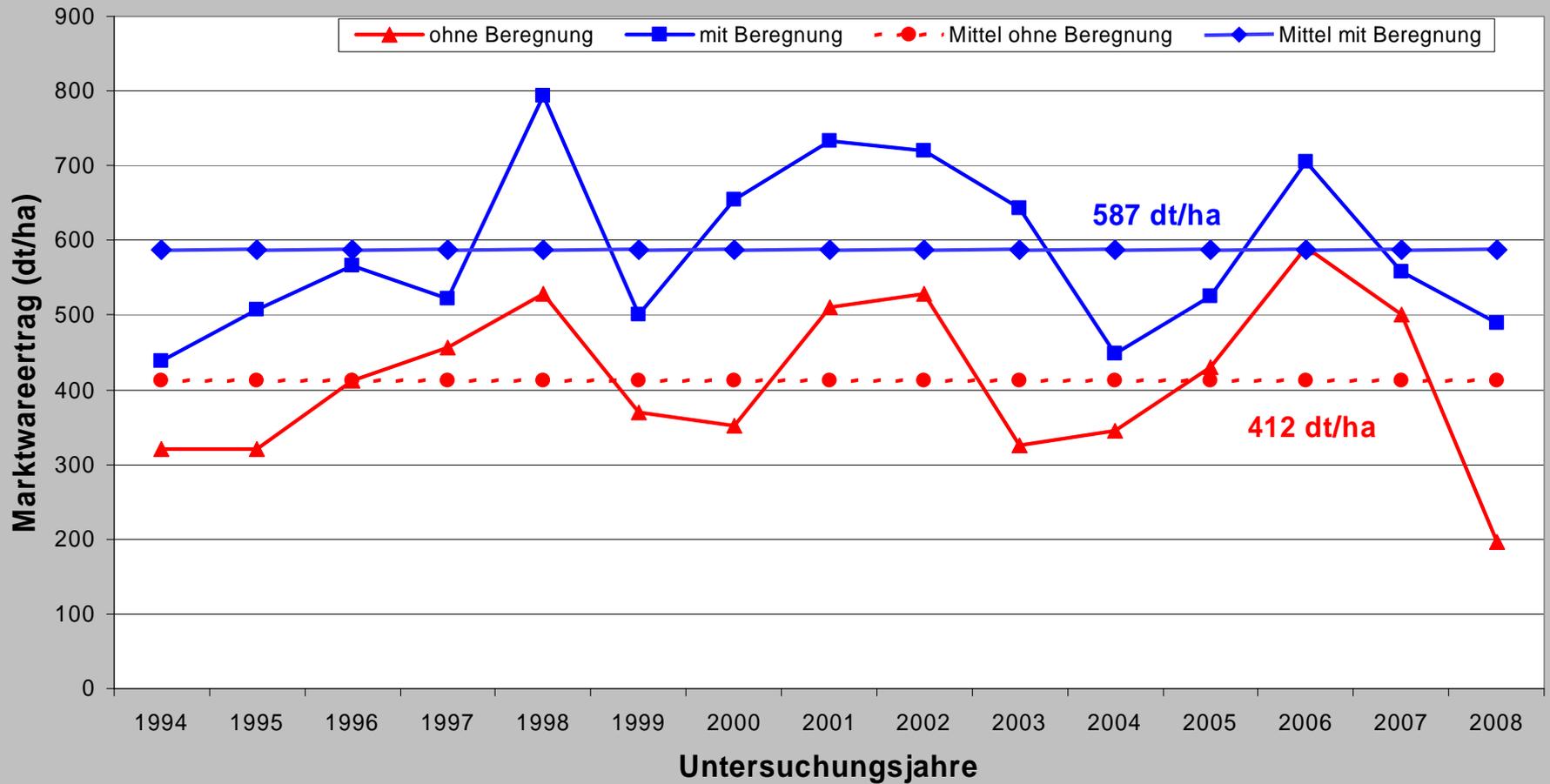




Kartoffelerträge (RG3) am Standort Straußfurt 1994 bis 2008

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
1994 - 2008	412	587	175	132	138

Kartoffelerträge (RG 3) am Standort Straußfurt von 1994 bis 2008





Einfluss des Bewässerungsverfahrens



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



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

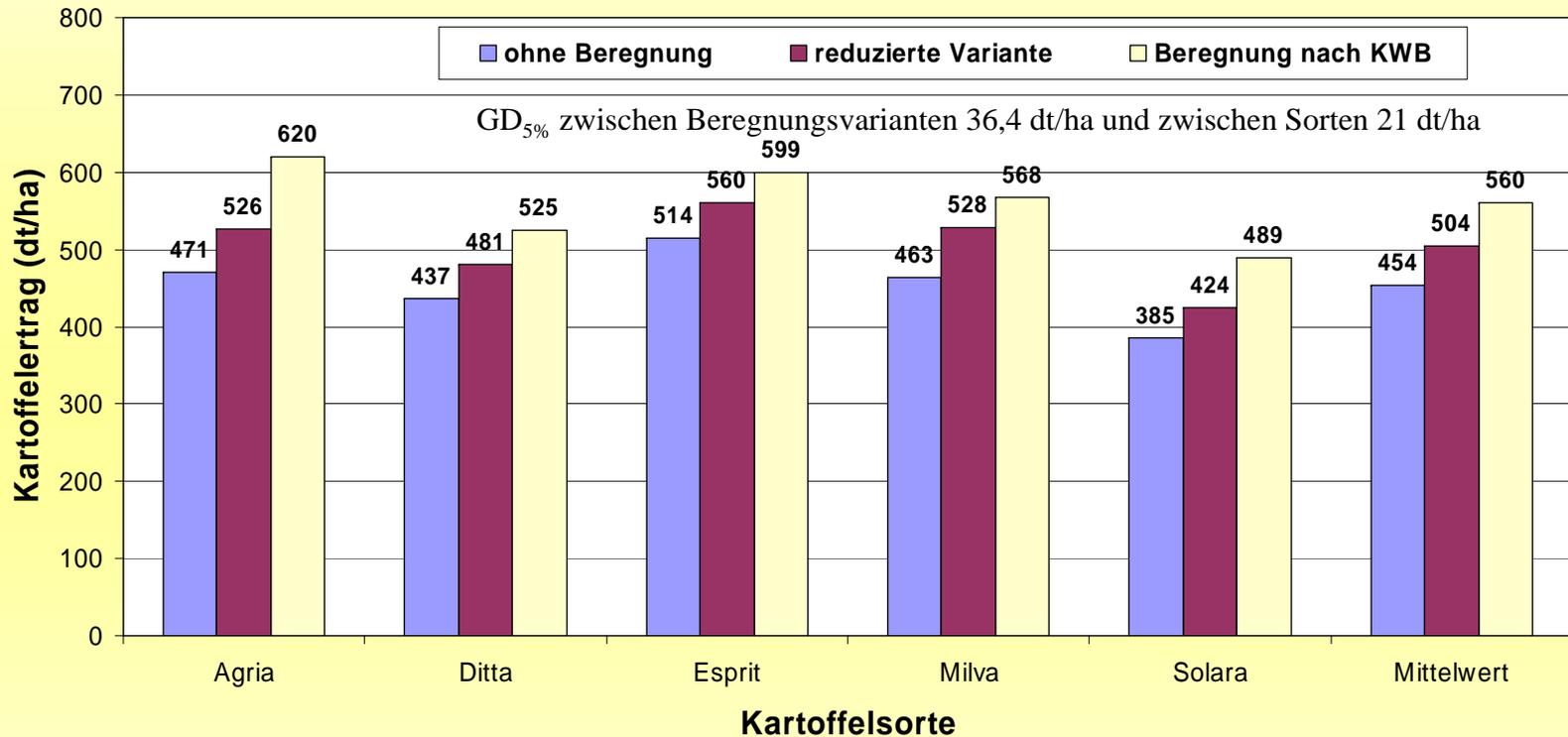


Ergebnisse von Beregnung und Tropfbewässerung mit Fertigation bei Kartoffeln (Mittelwerte 2001 bis 2003)

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
Differenz				-40 mm / 20%

Erträge zur Berechnung von Speisekartoffeln

Versuchsstandort Straußfurt (Mittelwert von 2004 bis 2006)





Versuchskonzept ab 2004 zur Bewässerung von Kartoffeln



Versuchsfeld Straußfurt

5 Sorten: **Agria**
Ditta
Milva
Esprit
Solara

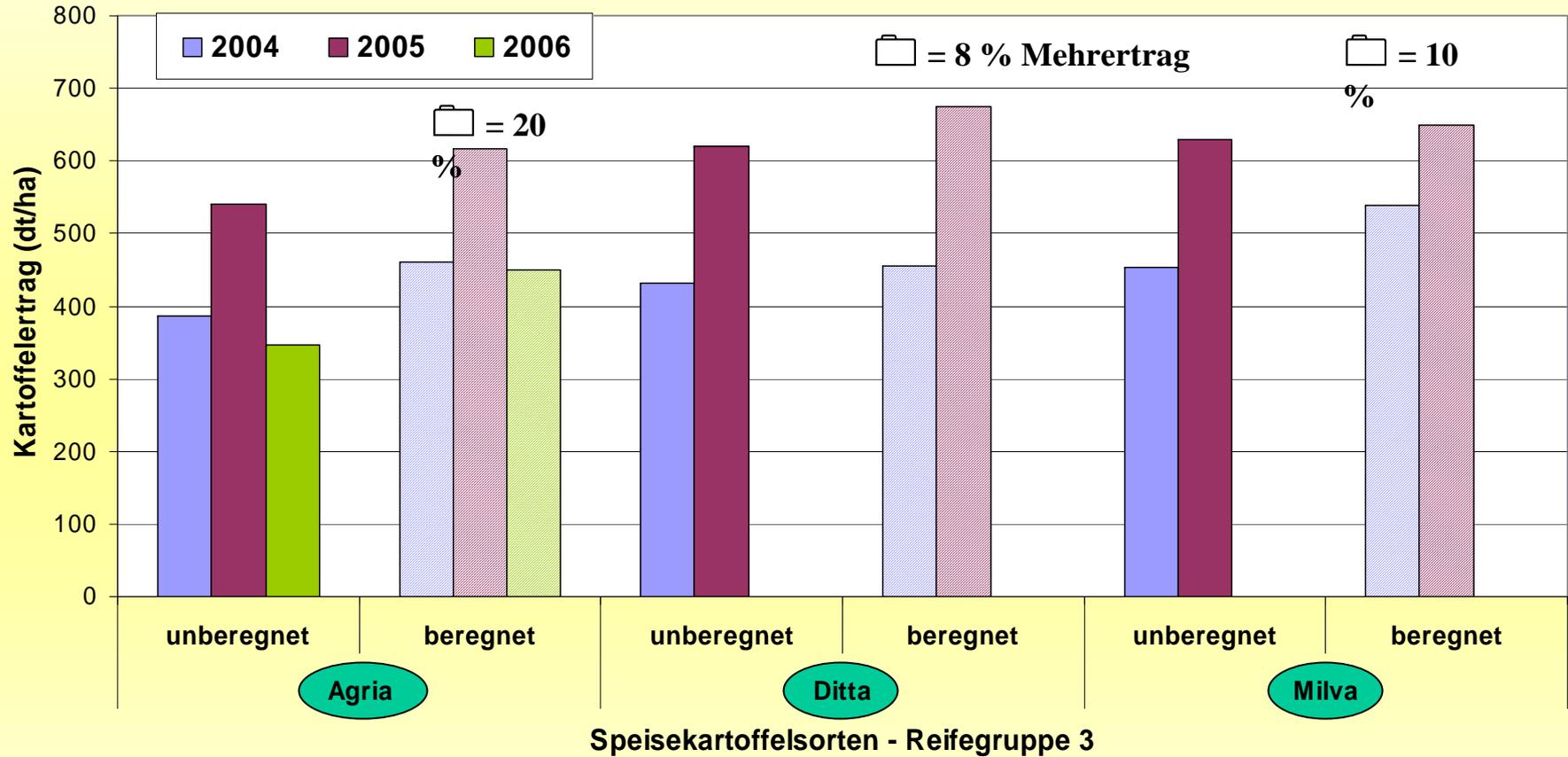
Belana
Jelly

Demonstrationsparzellen im Praxisbetrieb

3 Sorten: **Agria**
Ditta
Milva

Belana
Jelly

Ergebnisse zur Berechnung verschiedener Kartoffelsorten im Praxisbetrieb



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 *)
Agria	2004	72,8	19	30	243
	2005	75,7	14	85	89
	2006	102,8	30	85	121
	Mittelwert	74,2	17	67	151
Ditta	2004	25,2	6	30	84
	2005	53,9	9	58	93
	Mittelwert	39,8	8	44	90
Milva	2004	85,4	19	30	285
	2005	20,9	3	85	25
	Mittelwert	54,0	10	58	93

*) Zusatzwasserausnutzung in kg Mehrertrag / mm Zusatzwasser x ha





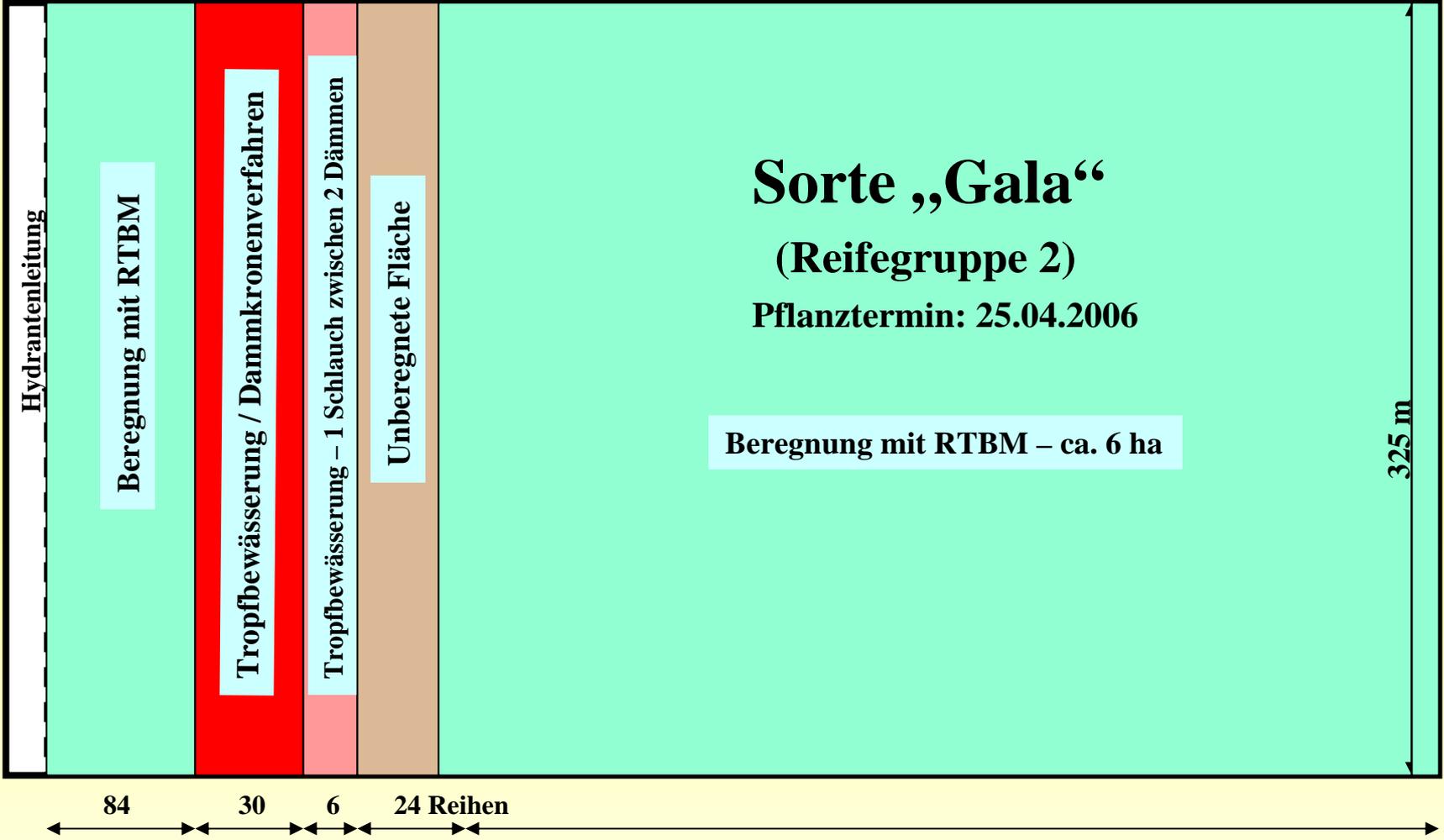
Untersuchungen zur Bewässerung von Kartoffeln Sorte „Agria“ in Nottleben

Prüf- variante	Jahr	Fraktion			Gesamtertrag	
		< 35 mm	35 – 65 mm	> 65 mm	dt/ha	%
		dt/ha	dt/ha	dt/ha		
unberechnet	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	
	Mittelwert	14,2	309,2	103,6	424,3	100
berechnet	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	
	Mittelwert	10,7	289,7	215,8	508,1	120

*) 2004 – bereinigter Gesamtertrag



Pilotprojekt zur Tropfbewässerung von Kartoffeln in Herbsleben 2006





Kopfstation – Tropfbewässerungsversuch Herbsleben 2006



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

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



Düngungsempfehlung -Yara GmbH (R. Köhling)

Woche	Datum		Düngeraufwand (kg je ha)		
	Soll	Ist	CalciNit	Krista-K	Bittersalz
			Soll / Ist	Soll = Ist	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		
34	21.08.2006		0 / 25	25	25
Summe			350 / 375	125	150 / 175

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



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 Herbsleben: 13.-30. Juni: 34 mm, 1.-31. Juli: 68 mm und 1.-18. August: 59 mm



Proberodungen



ohne Beregnung



Beregnung mit RTBM

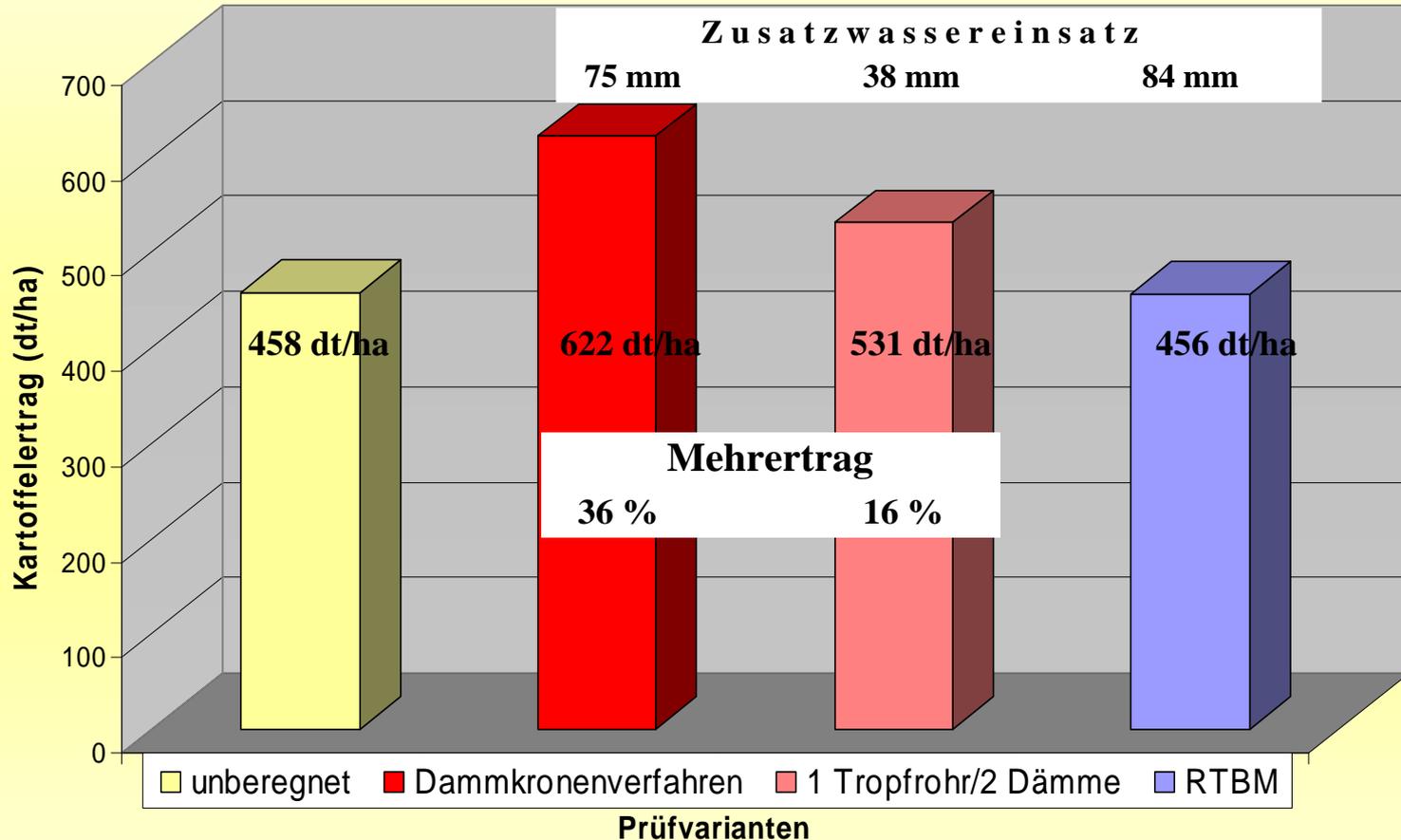


Tropfbewässerung mit
1 Tropfschlauch je Damm

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



Ertragsergebnisse zur Bewässerung in Kartoffeln (Pilotprojekt 2006)



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



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/m³

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

- ➔ * **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.**





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.**



ohne
Beregnung

glattschalige,
formschöne Kartoffeln
nach französischer Art
mit Beregnung

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit !**

