A large center pivot irrigation system is shown in a lush green field. The system consists of a long metal structure supported by multiple wheels, with numerous vertical pipes extending down to the ground. Water is being sprayed from the end of the system, creating a misty effect. The field is filled with vibrant green crops, and a line of trees is visible in the background under a clear sky.

Berechnungsempfehlung in Thüringen - Hilfestellung für die Praxis



Gliederung

- **Vorbemerkung zur TLL-Berechnungsempfehlung**
- **Ziel der Berechnungsempfehlung**
- **Berechnungsempfehlung in Thüringen**
- **Zusammenfassung**



TLL- Berechnungsempfehlung

- Zentrale Berechnungsberatung in der ehemaligen DDR auf zuletzt 350 Tha
- Seit 1990 stellt die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) im Rahmen des Berechnungsrings den auf die Berechnung angewiesenen Thüringer Produzenten eine Entscheidungshilfe im Form der **Berechnungsempfehlung** zur Verfügung
- Die auf BEREST basierenden Berechnungsempfehlungen werden den Abonnenten im Zeitraum von April bis September einmal pro Woche (montags) per FAX oder e-Mail zugestellt
- 2009 nutzten 65 Betriebe diese Dienstleistung der TLL

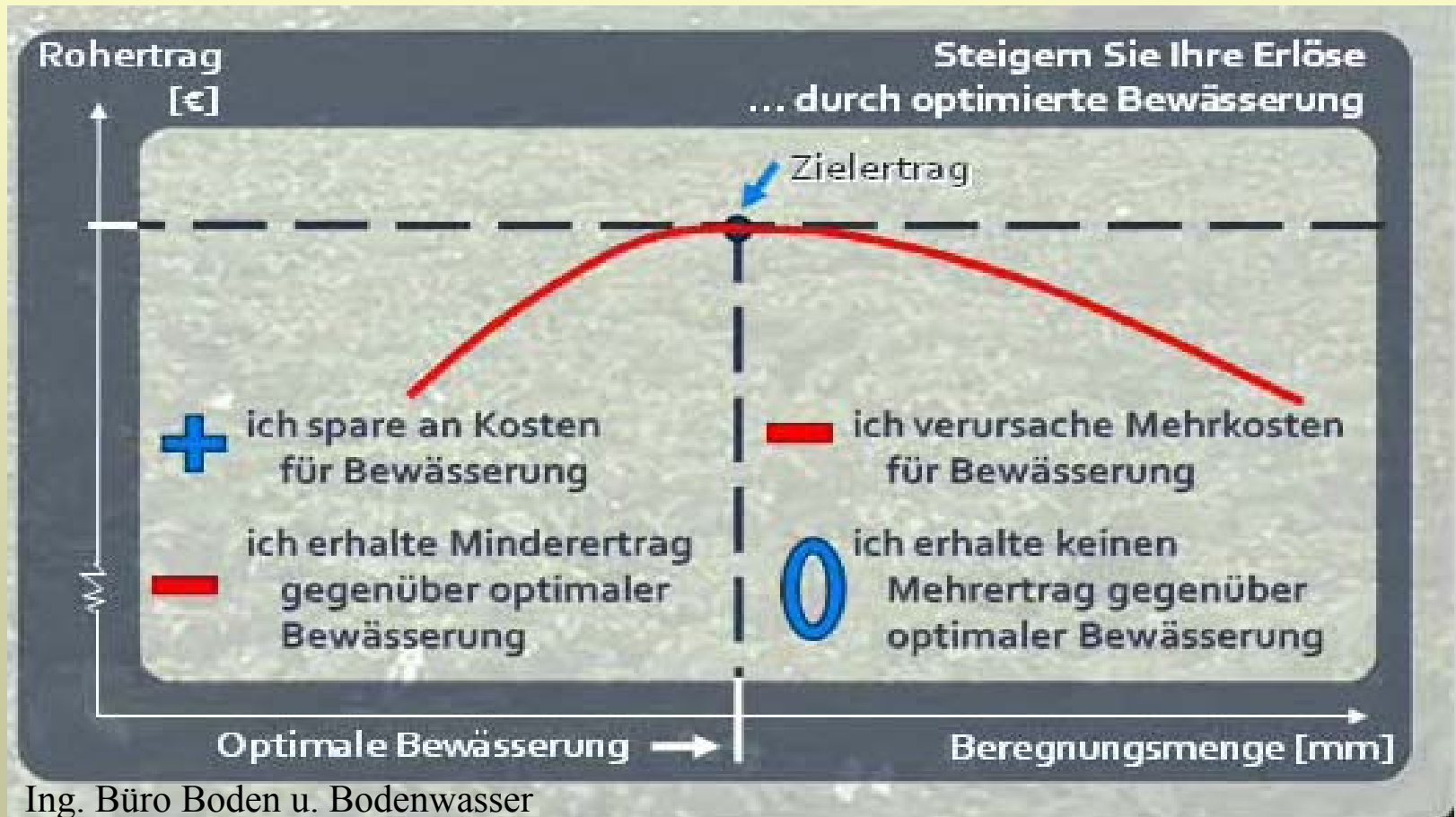


Ziel

Mit den Berechnungsempfehlungen soll der Bewirtschafter auf wissenschaftlicher Grundlage in die Lage versetzt werden , durch sachgemäße pflanzenbedarfsgerechte Bewässerung stabile Erträge mit marktgerechter Produktqualität bei hoher Effektivität des Zusatzwassereinsatzes zu realisieren.



Optimale Bewässerungssteuerung





Praktikable Verfahren der Bewässerungssteuerung



Steuerung

- **nach Klimatischer Wasserbilanz
(z.B. Geisenheimer Methode)**
- **nach Bodenfeuchte**
- **nach Messungen an der Pflanze**
- **nach Modell (z.B. BEREST)**



Berechnungsempfehlung vom 03.08.2009



Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Agroökologie
Agrometeorologisches Messnetz Tel.: 036451/68011



Wasserempfehlungen und Hinweise für die Beregnung
Nr. 16/2009

Empfehlungszeitraum: 03.08. bis 09.08.2009

1. Klimatische Wasserbilanz im Zeitraum vom: 07.07.2009 bis 03.08.2009

Gebiet	Station	N	V	N-V	E-N-V ¹⁾
[1] Zentr. Thür. Becken	Struthfurt	0,0	29,2	-29,2	-146,7
[2] Zentr. Thür. Becken	Kirchengel	1,0	30,8	-29,8	-20,9
[3] Zentr. Thür. Becken	Kützkeben	0,9	28,1	-27,2	-139,4
[4] Östl. Beckenrandgebiet	Burkeisdorf	0,7	29,1	-28,4	-170,2
[5] Südl. Thür. Becken	Erfurt-FH	0,0	30,6	-30,6	-190,5
[6] Zentr. Thür. Becken	Dachwig	0,8	30,4	-29,6	-20,3
[7] Westl. Thür. Becken	Frikmar	0,1	32,0	-31,9	-104,9
[8] Helme-Ünstrut-Niederung	Mönchpfeife	0,4	34,8	-34,4	-114,2
[9] Ilm-Saale-Platte	Dornburg	0,8	29,5	-28,7	-130,0
[10] Altnuburger Lößgebiet	Dobitschen	2,2	31,0	-28,8	-115,8
[11] Altnuburger Lößgebiet	Großensehlin	2,9	30,0	-27,1	-104,7
[12] Thür. Schiefergebirge	Burkeisdorf	0,4	33,0	-32,6	-192,6
[13] Nordwestl. Beckenrandgeb.	Görmar	3,8	30,0	-26,2	-152,9

V: pot. Verdunstung; N: Niederschlag; N-V: Klimatische Wasserbilanz [in mm] ¹⁾ die Summierung beginnt am 01.04.2009

2. Aktueller Bodefeuchtevorrat für Referenzschicht 2 m 03.08.2009

Stationen	Bodefeuchte [% NFB] in 0...60 cm Tiefe (unberechnet / berechnet nach Empfehlung)					
	Kart. RG a	Kart. RG 3/4	Zucberrübe	Pfefferminze	Hopfen	Rosenkohl
Herzlakeben	42/43	50/55	41/41			
Notkeben		41/51				
Erfurt						59/66 ⁴⁾
Alperstedt		49/45				
Gebesee	41/51	43/50				
Dobitschen		48/55				
Ludwigs Hof				30/75		
Andiskeben		41/50		38/70		
Großensehlin					50/71	
Kützkeben					44/70	
Schbökeln					65/79	
	Zwiebeln	Blumenkohl	Weißkohl	Gurke	Buschbohne	Erbsen
Herzlakeben	62/72					
Erfurt		57/65 ¹⁾	58/68 ¹⁾			
Kützkeben						40/69 ¹⁾
Gebesee						54/69 ¹⁾
Kromsdorf						41/64 ¹⁾
Niederdorf/Am mern		64/70 ¹⁾	67/69	53/68 ¹⁾		50/70 ¹⁾
Gölsdorf			73/75 ¹⁾			
Alperstedt			61/70 ¹⁾			
Göhren						59/59 ¹⁾
Dobitschen						55/55 ¹⁾

1) Pflanzung 03.05. 2) Pflanzung 05.07. 3) Nutzungsjahr 4) Pflanzung 18.06. 5) Pflanzung 04.05. 6) Legung 05.07. 7) Pflanzung 08.05.

3. Empfohlene Zusatzwasserempfehlungen

Stationen	Gabe im Empfehlungszeitraum / Wassermenge zum ultm					
	Kart. RG a	Kart. RG 3/4	Zucberrübe	Pfefferminze	Hopfen	Rosenkohl
Herzlakeben	0/50	30/55	0/0			
Notkeben		30/55				
Erfurt						55/75 A
Alperstedt		30/55				
Gebesee	0/50	30/55				
Dobitschen		30/55				
Ludwigs Hof				55/65		
Andiskeben		30/55		55/65		
Großensehlin					55/65	
Kützkeben					55/65	
Schbökeln					55/65	
	Zwiebeln	Blumenkohl	Weißkohl	Gurke	Buschbohne	Erbsen
Herzlakeben	00/60					
Erfurt		55/75 A	55/65			
Kützkeben						0/60
Gebesee						0/60
Kromsdorf						0/60
Niederdorf/Am mern		55/55 A	55/65	55/75 A		0/60
Gölsdorf			55/65 A			
Alperstedt		55/55 A				
Göhren						55/65
Dobitschen						55/65

A: Anpflanzung

4. Wetteraussichten

Die kommenden Tage werden geprägt von freundlichem und niederschlagsfreiem Hochdruckwetter. Lediglich ab dem kommenden Wochenende nehmen die Niederschlagswahrscheinlichkeiten wieder etwas zu, aber mehr als einzelne Schauer oder Gewitter sind dabei in nächster Zukunft nicht zu erwarten. Die Temperaturen sind sommerlich. Am Dienstag werden Werte um 22 °C erwartet. Von Mittwoch bis Sonntag sind dann 25 bis 28 °C anzutreffen, wobei am Freitag vereinzelt auch die 30 °C erreichbar ist. Die tiefsten Nachttemperaturen werden zwischen 16 und 11 °C erwartet. Der Wind weht schwach, tagsüber leicht böig aus unterschiedlichen Richtungen.

5. Hinweise für die Beregnung

Die Niederschläge der vergangenen Woche fielen sehr gering oder völlig aus. Dies führte in Verbindung mit den hohen Verdunstungswerten zu stark negativen KWB-Salden. Dementsprechend gingen die Bodefeuchtegehalten auf allen Standorten stark zurück.

Für die kommende Woche wird eine ähnliche Witterung wie in der letzten Woche erwartet. Deshalb werden die Bodefeuchtwerte noch weiter zurückgehen.

Da die Bodefeuchtegehalten bei allen nach Empfehlung beregneten am urteilen Ende der optimalen Beirde liegen (oder leicht darunter), muss in dieser Woche weiter beregnet werden.

Es werden 30 mm für Kartoffeln RG 36 empfohlen und je 25 mm zu Pfefferminze, Hopfen, Rosenkohl, Blumenkohl, Weißkohl, Gurken, Buschbohnen sowie 20 mm zu Zwiebeln, wenn diese noch ausreife nd grünen Blattapparat besitzen.

Anwam: H. Michel Tel. 03 64 51 / 68 011 Fax 03 64 51 / 68 008 Dr. I. Pfeiffer Tel. 03 64 1 / 68 304 Fax 03 64 1 / 68 329

Mail h.michel@tll.vlm-wv.de

Mail i.pfeiffer@tll.vlm-wv.de



Tabelle 1: Klimatische Wasserbilanz

1. Klimatische Wasserbilanz im Zeitraum vom: 27.07.2009 bis 02.08.2009

Gebiet	Station	N	V	N-V	Σ N-V ¹⁾
(1) Zentr. Thür. Becken	Straußfurt	0,0	29,2	-29,2	-144,7
(2) Zentr. Thür. Becken	Kirchengel	1,0	30,8	-29,8	-180,9
(3) Zentr. Thür. Becken	Kutzleben	0,9	28,1	-27,2	-139,4
(4) Östl. Beckenrandgebiet	Buttelstedt	0,7	29,1	-28,4	-170,2
(5) Südl. Thür. Becken	Erfurt-FH	0,0	30,6	-30,6	-190,5
(6) Zentr. Thür. Becken	Dachwig	0,8	30,4	-29,6	-80,3
(7) Westl. Thür. Becken	Friemar	0,1	32,0	-31,9	-104,9
(8) Helme-Unstrut-Niederung	Mönchpiffel	0,4	34,8	-34,4	-114,2
(9) Ilm-Saale-Platte	Dornburg	0,8	29,5	-28,7	-130,0
(10) Altenburger Lößgebiet	Dobitschen	2,2	31,0	-28,8	-116,8
(11) Altenburger Lößgebiet	Großenstein	2,9	30,0	-27,1	-104,7
(12) Thür. Schiefergebirge	Burkersdorf	0,4	33,0	-32,6	-150,6
(13) Nordwest. Beckenrandgeb.	Görmar	3,8	30,0	-26,2	-152,9

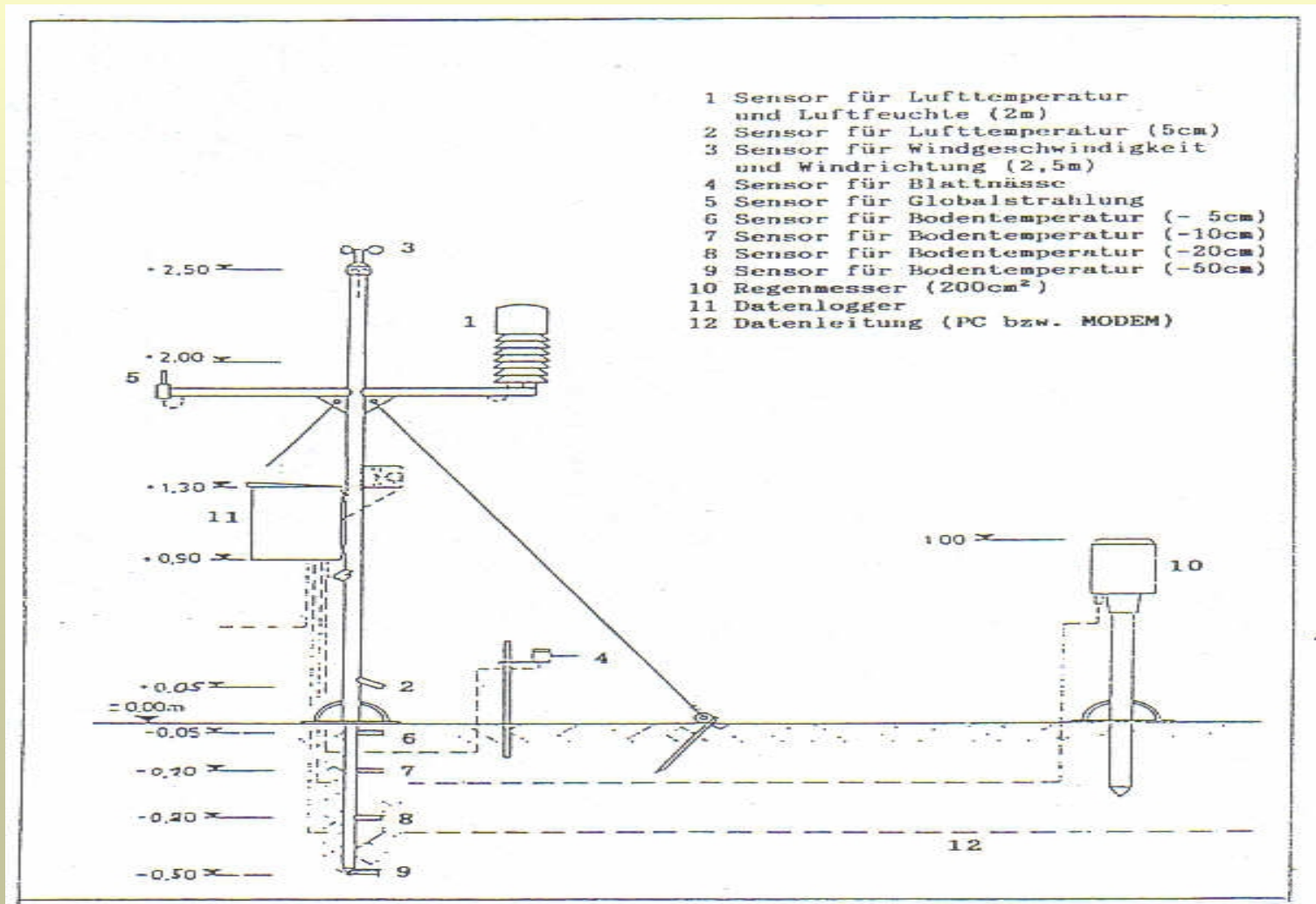
V: pot. Verdunstung; N: Niederschlag; N-V: Klimatische Wasserbilanz (in mm) ¹⁾ die Summierung begann am 01.04.2009



Standorte der agrarmeteorologischen Wetterstationen Thüringens



Konfiguration der Wetterstationen des agrarmeteorologischen Messnetzes Thüringens



**Tabelle 2: Bodenfeuchtegehalte der einzelnen Fruchtarten an den jeweiligen Standorten
(Beispiel vom 03.08.2009)**

	Bodenfeuchte (% nFK) in 0..60 cm Tiefe (unberechnet / berechnet nach Empfehlung)					
Stationen	Kart. RG 2	Kart. RG 3/4	Zuckerrübe	Pfefferminze	Hopfen	Rosenkohl
Herbsleben	47/63	50/55	61/61			
Nottleben		41/51				
Erfurt						59/66 ⁵⁾
Alperstedt		29/45				
Gebesee	41/51	43/50				
Ludwigshof				30/75		
Großenehrich					50/71	
	Zwiebeln	Blumenkohl	Weißkohl	Gurke	Buschbohne	Erdbeere
Herbsleben	62/72					
Erfurt		57/65 ¹⁾	58/68 ¹⁾			
Kromsdorf						41/64³⁾
Niederdorla		64/70 ¹⁾	67/67	53/68 ⁷⁾		50/70³⁾
Golmsdorf			75/75 ²⁾			
Alperstedt		61/70 ⁴⁾				
Dobitschen					55/55 ⁶⁾	

1) Pflanzung 20.05. 2) Pflanzung 05.07. 3) Nutzungsjahr 4) Pflanzung 18.06. 5) Pflanzung 04.05.
6) Legen 05.07. 7) Pflanzung 08.05.

Insgesamt 30 Referenzschläge aus 15 Standorten und 13 Fruchtarten



Modellschema BEREST-90

(Parameter, Datenein- und -ausgabe)



Wenkel et al. 2006



Michel, Bewässerungstag SN/TH November 2009

Beispiel einer Parameterdatei von BEREST

Blumenkohl – früh - Pflanzung

DC = 20, 40, 50, 80, 90; Code
1, 15, 60, 70, 110; Tag

NameDC= 20: Pflanzung;
40: 4-5-Blattstadium;
50: Beginn der Blumenbildung;
80: Erntebeginn;
90: Abschluss der Ernte:

Bedeckungsgrad = 1, 20, 60; Tag
0.1, 0.2, 0.9; Wert

Entnahmetiefe = 1, 30, 60; Tag
2, 3, 5; Wert

Transpiration = 80, 115; Tag
1, 1.1; Wert

Quotient (soll) = 30, 40, 90, 100; Tag
0.8, 0.9, 0.9, 0.8; Wert

Durch Ergebnisse aus Großlysimeter-
versuch veränderte Parameter

Entnahmetiefe = 1, 30, 40, 60, 80; Tag
2, 3, 5, 10, 15; Wert

Transpiration = 60, 80, 100; Tag
1, 1.2, 1.4; Wert

Kartoffeln, Zuckerrüben, Mais,
Weißkohl früh und spät,
Zwiebeln, Blumenkohl früh und spät,
Pfefferminze, Gurken



Eingaben und Ausgaben BEREST

1 mal jährlich vor Beginn der Saison

- Anlage Schlag - Schlagnummer
 - Fruchtart mit Verwendungszeck z.B. Kohl früh
 - Boden (nFK aus Tabelle oder Bodenuntersuchungen)
 - Aussaat- bzw. Pflanztermin
 - Startbodenfeuchte (bei Bedarf Bodenfeuchtemessung)
 - Beregnungsturnus, Minimale- und maximale Gabenhöhe)

Vor jedem Rechenzyklus während der Saison (Montags)

- Niederschlags- und Verdunstungswerte jedes Standortes (Messnetzdaten)
- Vorhersage Niederschlag, Verdunstung (Vorhersage DWD)
- verabreichte Zusatzwassermengen in der Vorwoche (Empfehlungswerte)
- Korrektur DC-Stadium (Information vom Standort) und Bodenfeuchte (Kontrollmessung)

Ausgaben nach jedem Rechenzyklus (Schlagweise)

- Bodenfeuchte in 0 bis 60 cm Tiefe (aktuelle und prognostizierte)
- empfohlene Gabenhöhe (optimal und maximal)
- Hinweise z.B. Bodenfeuchte optimal, Beregnung in 4 Tagen, Entwicklungszeitraum)



**Tabelle 2: Bodenfeuchtegehalte der einzelnen Fruchtarten an den jeweiligen Standorten
(Beispiel vom 03.08.02009)**

	Bodenfeuchte (% nFK) in 0..60 cm Tiefe (unberechnet / berechnet nach Empfehlung)					
Stationen	Kart. RG 2	Kart. RG 3/4	Zuckerrübe	Pfefferminze	Hopfen	Rosenkohl
Herbsleben	47/63	50/55	61/61			
Nottleben		41/51				
Erfurt						59/66 ⁵⁾
Alperstedt		29/45				
Gebesee	41/51	43/50				
Ludwigshof				30/75		
Großenehrich					50/71	
	Zwiebeln	Blumenkohl	Weißkohl	Gurke	Buschbohne	Erdbeere
Herbsleben	62/72					
Erfurt		57/65 ¹⁾	58/68 ¹⁾			
Kromsdorf						41/64³⁾
Niederdorla		64/70 ¹⁾	67/67	53/68 ⁷⁾		50/70³⁾
Golmsdorf			75/75 ²⁾			
Alperstedt		61/70 ⁴⁾				
Dobitschen					55/55 ⁶⁾	

1) Pflanzung 20.05. 2) Pflanzung 05.07. 3) Nutzungsjahr 4) Pflanzung 18.06. 5) Pflanzung 04.05.
6) Legen 05.07. 7) Pflanzung 08.05.

Insgesamt 30 Referenzschläge aus 15 Standorten und 13 Fruchtarten



Vergleich von gravimetrisch ermittelter Bodenfeuchte mit von BEREST errechneten Werten

Standort	Fruchtart	Zusatz- Wasser (mm)	Bodenfeuchte (% nFK)			
			gemessen am 19.06.2001		berechnet mit EREST	
			0...30 cm	30...60 cm	0...30 cm	30...60 cm
Niederdorla	Blumenkohl	1 Gabe 25 mm	83	87	75	80
Niederdorla	Gurken	1 Gabe 20 mm	57	77	52	78
Niederdorla	Weißkohl	1 Gabe 25 mm	58	60	60	65
Ammern	Erdbeeren	2 Gaben 50 mm	76	54	71	53
Herbsleben	Kartoffeln	1 Gabe 30 mm	51	63	48	65
Herbsleben	Zwiebeln	1 Gabe 25 mm	63	58	65	68

Rechenbeginn war der 01.04.2001. Am 19.06. waren 11 Rechenzyklen erfolgt.

Michel, Bewässerungstag SN/TH November 2009



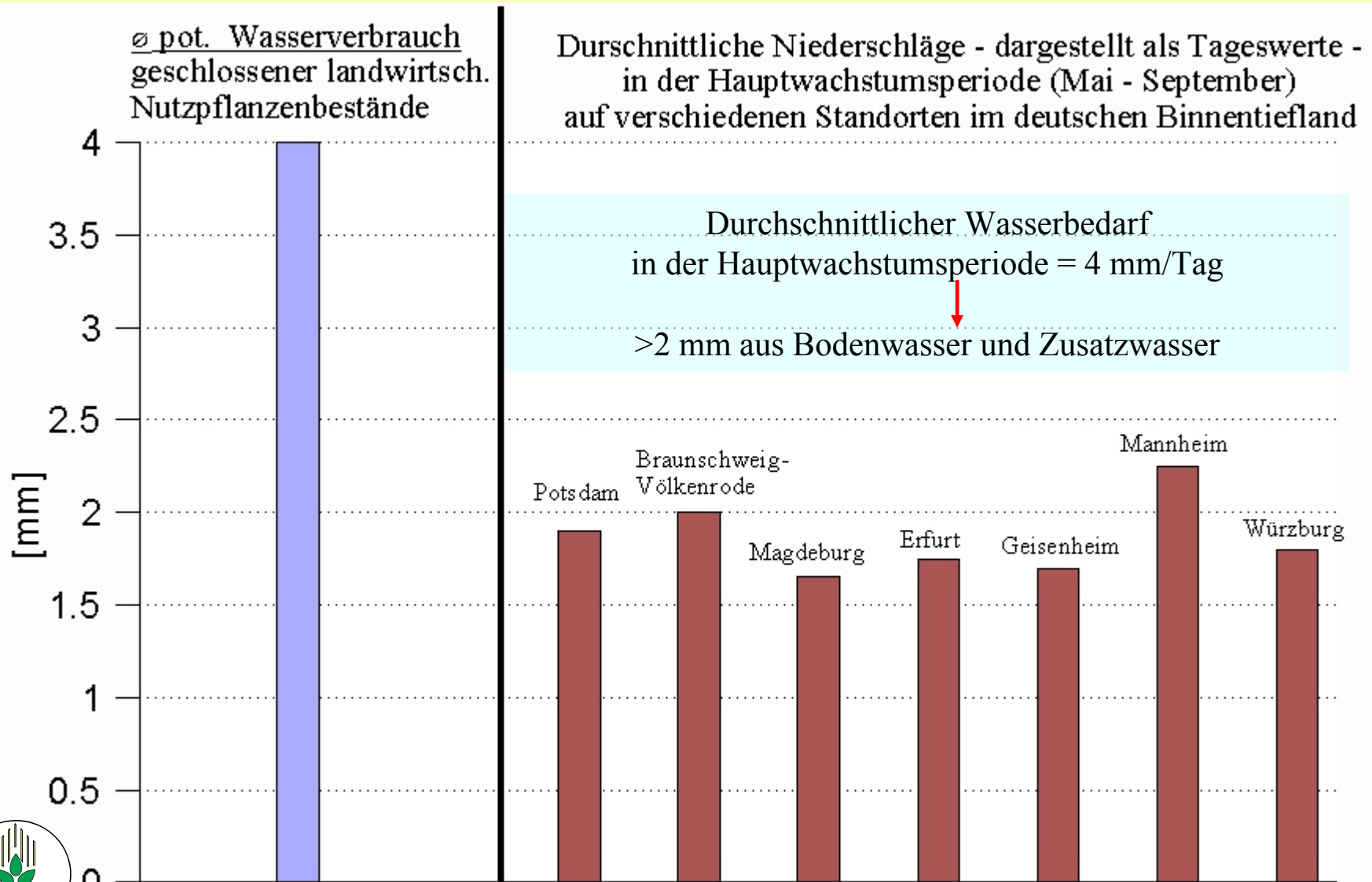
Nutzbares Bodenwassermengen für eine uneingeschränkte Biomassebildung auf einem tiefgründigen Lehmboden (Knoblauch, 2005)

Fruchtart	Wassermenge (mm)
Kartoffel RG 3-4	50
Weißkohl früh	90
Weißkohl spät	90
Blumenkohl früh	50

Die Werte wurden auf der Großlysimeteranlage Buttelstedt ermittelt



Niederschlagsdargebot und Wasserbedarf



Michel, Bewässerungstag SN/TH November 2009



Tabelle3: Empfohlene Zusatzwassermenge in mm

	Bodenfeuchte (% nFK) in 0..60 cm Tiefe (unberechnet / berechnet nach Empfehlung)					
Stationen	Kart. RG 2	Kart. RG 3/4	Zuckerrübe	Pfefferminze	Hopfen	Rosenkohl
Herbsleben	0/50	30/55	0/0			
Nottleben		30/55				
Erfurt						25/75 A
Alperstedt		30/55				
Gebesee	0/50	30/55				0/50
Ludwigshof				25/125		
Großenehrich					25/85	
	Zwiebeln	Blumenkohl	Weißkohl	Gurke	Buschbohne	Erdbeere
Herbsleben	20/60					
Erfurt		25/75 A	25/65			
Kromsdorf						0/100
Niederdorla		25/55 A	25/25	25/75 A		0/80
Golmsdorf			25/25 A			
Alperstedt		25/55 A				
Dobitschen					25/25	

A Anpflanzberechnung

Insgesamt 30 Referenzschläge aus 15 Standorten und 13 Fruchtarten



4. Wetteraussichten

Die kommenden Tage werden geprägt von freundlichem und niederschlagsfreiem Hochdruckwetter. Lediglich ab dem kommenden Wochenende nehmen die Niederschlagswahrscheinlichkeiten wieder etwas zu, **aber mehr als einzelne Schauer oder Gewitter** sind dabei -nach momentanem Stand- **auch nicht zu erwarten. Die Temperaturen sind sommerlich.** Am Dienstag werden Werte um 22 °C erwartet. Von Mittwoch bis Sonntag sind dann 25 bis 28 °C anzutreffen, wobei am Freitag vereinzelt auch die 30 °C erreichbar ist. Die tiefsten Nachttemperaturen werden zwischen 16 und 11 °C erwartet. Der Wind weht schwach, tagsüber leicht böig aus unterschiedlichen Richtungen.



5. Hinweise für die Berechnung unter Berücksichtigung von

- bisheriger Entwicklung
- Wettervorhersage
- Bodenfeuchtegehalte
- Entwicklungsstand der Kulturen

- Die Niederschläge der vergangenen Woche fielen sehr gering oder völlig aus. Dies führte in Verbindung mit den hohen Verdunstungswerten zu stark negativen KWB-Salden. Dementsprechend gingen die Bodenfeuchtegehalte auf allen Standorten stark zurück
- Für die kommende Woche wird eine ähnliche Witterung wie in der letzten Woche erwartet. Deshalb werden die Bodenfeuchtwerte noch weiter zurückgehen
- Da die Bodenfeuchtegehalte bei allen nach Empfehlung berechneten am unteren Ende der optimalen Bereiche liegen (oder leicht darunter), muss in dieser Woche weiter berechnet werden
- Es werden 30 mm für Kartoffeln RG 3/4 empfohlen und je 25 mm zu Pfefferminze, Hopfen, Rosenkohl, Blumenkohl, Weißkohl, Gurken, Buschbohnen sowie 20 mm zu Zwiebeln, wenn diese noch ausreichend grünen Blattapparat besitzen



Auswirkungen der Niederschlags- und Verdunstungsänderungen auf die Klimatische Wasserbilanz von April bis September

ΔPET (mm)	ΔN (mm)	zusätzliches Defizit der KWB (mm)
50 (Zunahme Temperatur und Strahlung)	-50	von 100 (4 Gaben)

Auswirkungen der Niederschlags- und Verdunstungsänderungen auf die Klimatische Wasserbilanz von April bis September unter Einbeziehung der prognostizierten Klimaänderung

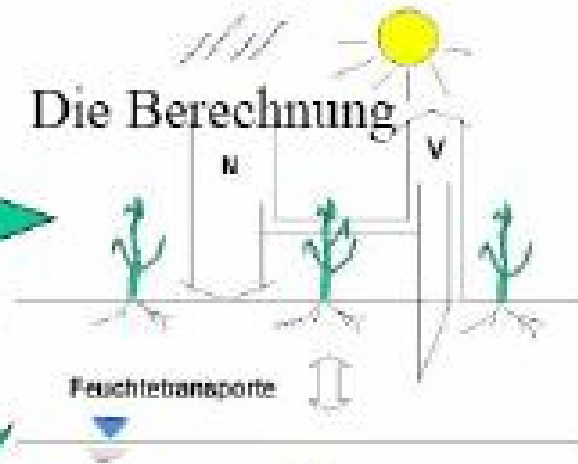
Δ PET (mm)	Δ N (mm)	zusätzliches Defizit der KWB (mm)
$50 + 50 = 100$	$-50 + (-35) = -85$	von 100 auf 185 (von 4 auf 7 Gaben)



Klimatische Wasserbilanz Einzeltage (die Säulen, Skala links) u. summiert (Linie, Skala re.) in [mm]

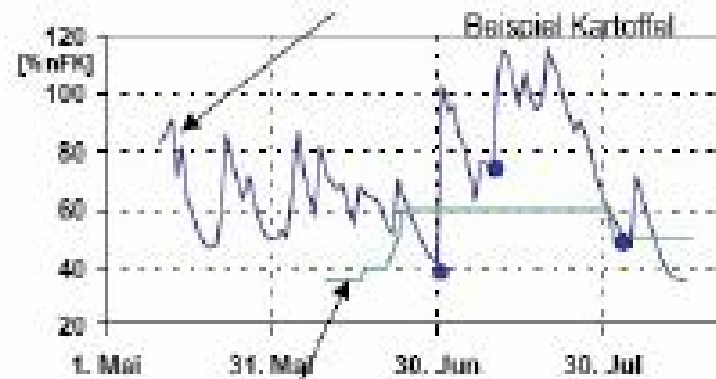


Die Berechnung



Das Ergebnis

Wassergehalt in 'Prozent nutzbare Feldkapazität im Wurzelraum' (% nFKWe)



kritische Grenze Optimum • Beregnung erfolgt



Ing. Büro Boden u. Bodenwasser



Fazit

- Wegen der rezenten Klimaänderung gewinnt die Bewässerung zweifellos zunehmend an Bedeutung, da nur sie die Kompensation der fehlenden Niederschläge und die bessere Ausnutzung der klimatisch bedingten Gunstfaktoren wie höhere Temperatur, längere Vegetationszeit und erhöhter CO₂-Gehalt der Atmosphäre ermöglicht
- Die Erzielung stabiler Erträge und einer hohen Marktqualität ist bei einer Reihe von Kulturen, insbesondere bei Gemüse, ohne Zusatzwassereinsatz nicht möglich
- BEREST stellt ein allen Ansprüchen weitgehend gerecht werdendes **System zur operativen computergestützten Berechnungseinsatzsteuerung** dar, dass sich in der Berechnungsberatung seit vielen Jahren und auf einer insgesamt großen LN bewährt hat
- Eine bedarfsgerechte Zusatzwasserversorgung hat in der Regel eine bessere Wassernutzungseffizienz (kg H₂O/kg TM) zur Folge





Eine bedarfsgerechte
Wasserversorgung ist
effizient und sichert
hohe Erträge!

**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit !**

