



Leibniz-Zentrum für  
**Agrarlandschaftsforschung**  
(ZALF) e.V.

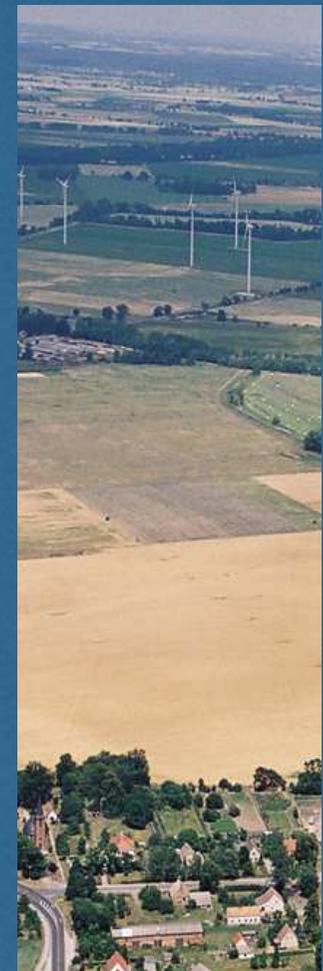


Leibniz Centre for **Agricultural Landscape Research**

# Methoden zur operativen Steuerung des Zusatzwassereinsatzes in der Pflanzenproduktion- Stand und zukünftige Herausforderungen

*Prof. Dr. Karl-Otto Wenkel*

*ZALF Müncheberg, Institut für Landschaftssystemanalyse*



- Klimaänderungen und steigende Preise für Nahrungs- und Futtermittel sowie für nachwachsende Rohstoffe führen in der Tendenz zu einer wachsenden Bedeutung der Zusatzbewässerung als ein mögliches Mittel zur Stabilisierung der Produktion und Sicherung hoher Produktqualitäten.
- Die Bewässerung ist nicht nur ein technisches, sondern gleichzeitig auch ein pflanzenbauliches Problem.
- Wasser ist ein kostbares Gut und muss so sparsam wie möglich eingesetzt werden.

## Einige Beispiele

Alles ist aus dem  
Wasser entsprungen!  
Alles wird durch das  
Wasser erhalten!

(Johann Wolfgang von Goethe, Faust 2. Teil)

**Wasser stellt den Hauptbestandteil der Pflanze dar und entscheidet maßgeblich über alle Stoffwechselfvorgänge.**

**Mit der Bewässerung wird Einfluss genommen auf:**

- **Ertragshöhe und –stabilität bei wechselnden Witterungsbedingungen**
- **Anteil des vermarktungsfähigen Produkts an der Gesamtpflanze**
- **Risiko pilzlicher Erkrankungen der Pflanze**
- **Verfügbarkeit der Nährstoffe**
- **Risiko der Nährstoffverlagerung während der Vegetationsperiode**
- **Höhe des  $N_{\min}$ -Restes nach dem Anbau**
- **Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen und Nitratgehalt im Ernteprodukt**
- **Lagerfähigkeit.**



# Situation auf Brandenburgs Feldern 2003



Tabelle 3.26: Ertragsentwicklung bei Getreide

Fruchtart	Anbaufläche in ha 2003	Ertrag in dt/ha			
		2003	2002	2001	1997-2002
Winterweizen	137.428	39,7	60,3	65,8	60,0
Sommerweizen	7.978	36,4	36,4	45,8	41,1
Hartweizen (Durum)	-	-	29,3	-	27,0
Roggen	170.915	29,5	40,9	53,3	43,4
Wintermenggetreide	2.041	21,6	36,5	49,0	46,2
Brotgetreide	318.361	34,0	47,9	57,4	48,7
Triticale	80.922	30,2	47,5	55,2	50,5
Wintergerste	66.145	31,2	49,8	67,6	54,2
Sommergerste	16.802	23,4	35,7	40,2	38,5
Hafer	20.183	20,9	34,3	40,5	37,5
Sommernenggetreide	1.291	8,4	39,0	26,6	25,8
Futter- u. Industriegetreide	185.342	28,8	46,4	58,2	49,3
Getreide o. Körnermais	503.704	32,1	47,4	57,6	48,9
Körnermais + CCM	15.348	52,2	79,0	75,9	72,5
Getreide gesamt	519.052	32,7	48,2	58,0	49,3

Quelle: LDS

**2003:2002: Getreide insg. -32%**

**Winterroggen: - 28%**

**Winterweizen: - 35 %**

Quelle: Agrarbericht Brandenburg, 2004  
MLUV Brandenburg

## Kornertrag von Wintergetreide

(Mittelwert von WG, WR, WW)

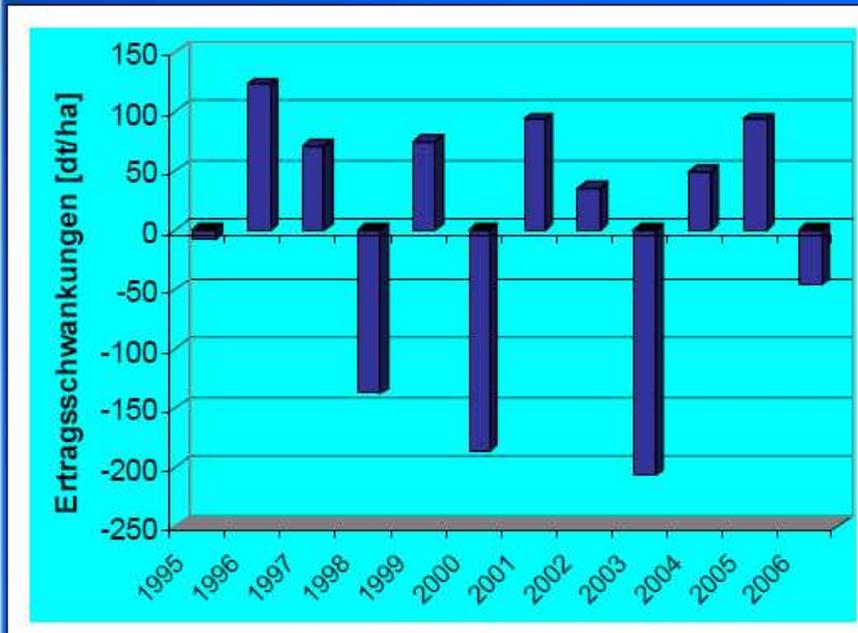
ohne und mit Pflug, ohne und mit Beregnung

Müncheberg, D3a, Versuch 4 (ROTH)

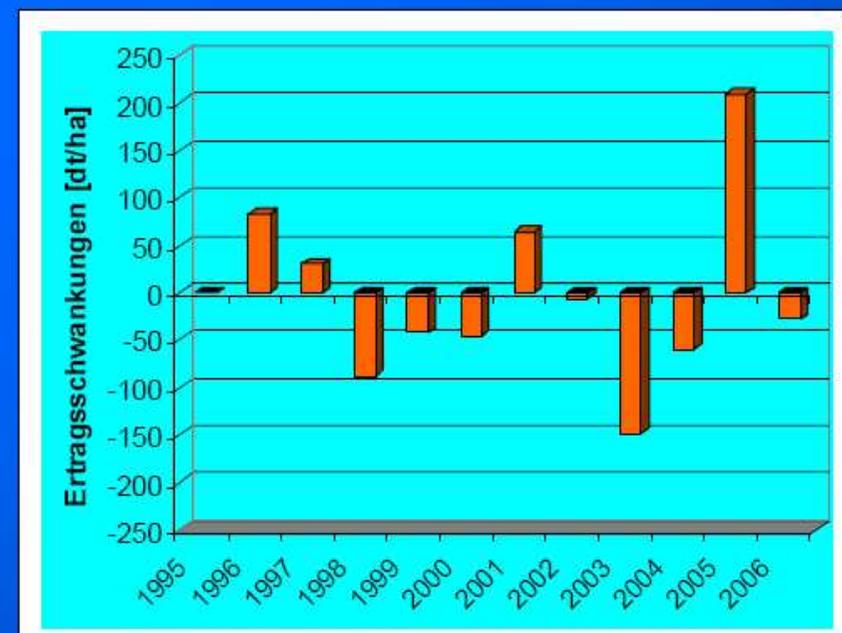
Variante							
ohne Pflug, dt/ha				mit Pflug, in % zu pfluglos)			
2001	2003	2004	2005	2001	2003	2004	2005
ohne Beregnung							
64,9	37,5	77,7	54,4	115	117	103	97
mit Beregnung							
95,4	81,8	95,4	76,3	104	101	95	93
<b>Mehrertrag durch Beregnung</b>							
30,5	44,3	17,7	21,9	20,5	38,1	10,1	17,9

## Ertragsstabilisierung durch Beregnung am Beispiel von Zwiebeln

ohne Beregnung



mit Beregnung



Tab. 12: **Auswirkung der Beregnung einiger Kulturen auf das Betriebsergebnis**

Versuchsergebnisse aus dem Pilotprojekt Beregnung des Landes Brandenburg (1999-2004) bei 25 BP<sup>1)</sup>, bei 35 BP<sup>2)</sup> und vom Standort Berge der Humboldt-Universität zu Berlin (1952-2000)<sup>3)</sup> bei 40 BP\*

	Speisekartoffeln <sup>2)</sup>	Körnermais <sup>1)</sup>	Winterweizen <sup>3)</sup>	Zuckerrüben <sup>3)</sup>	Braugerste <sup>1)</sup>
Ertrag (dt/ha)					
- unberechnet	380	61	58	517	43
- berechnet	526	82	68	630	55
Ertragsdifferenz (dt/ha)	146	21	10	113	12
Erlöse (€/ha)					
- unberechnet	2.280,-	671,-	522,-	2.327,-	387,-
- berechnet	3.156,-	902,-	680,-	2835,-	605,-
Erlösdifferenz (€/ha)	876,-	231,-	158,-	508,-	218,-
Zusatzwasser (mm)	100	80	62	116	50
* 2,50 €/mm Gesamtkosten	250,-	200,-	155,-	290,-	125,-
<b>Beregnungskostenfreie Leistung (€/ha)</b>	<b>626,-</b>	<b>31,-</b>	<b>3,-</b>	<b>218,-</b>	<b>93,-</b>
Speisekartoffeln mit 6,- €/dt, Qualitätsweizen (A) mit 10,- €/dt, Brotweizen (B) mit 9,- €/dt, Braugerste mit 11,- €/dt und Futtergerste mit 9,- €/dt, Körnermais mit 11,- €/dt und Zuckerrüben mit 4,5 €/dt, Mischkalkulation A/B Rüben mit 17% Zucker					

\*Quelle: 50 Jahre pflanzenbauliche Versuchs- und Forschungstätigkeit am Standort Berge, HU-Universität zu Berlin (2001)

70% der gesamten Oberflächen- und Grundwassermenge wird durch die Landwirtschaft genutzt (20 % Industrie, 10% private Haushalte) Deutschland: nur 1 %

Fast 40% der Nahrungsmittel weltweit werden heute auf bewässerten Flächen erzeugt!



### Beitrag der Bewässerungslandwirtschaft zur Nahrungsmittelerzeugung in ausgewählten Ländern

Land	Prozentualer Anteil der Bewässerungsfläche an der LN (%)	Prozentualer Anteil der Nahrungsmittelerzeugung aus der Bewässerungslandwirtschaft an der Gesamterzeugung (%)
Indien	30	<b>55</b>
Pakistan	65	<b>80</b>
China	50	<b>70</b>
Indonesien	40	<b>50</b>
Chile	35	<b>55</b>
Peru	35	<b>55</b>

Quelle: Rangeley, W.R. 1987: Global Water Issues. -Civil Eng. 96 (12), 60-62

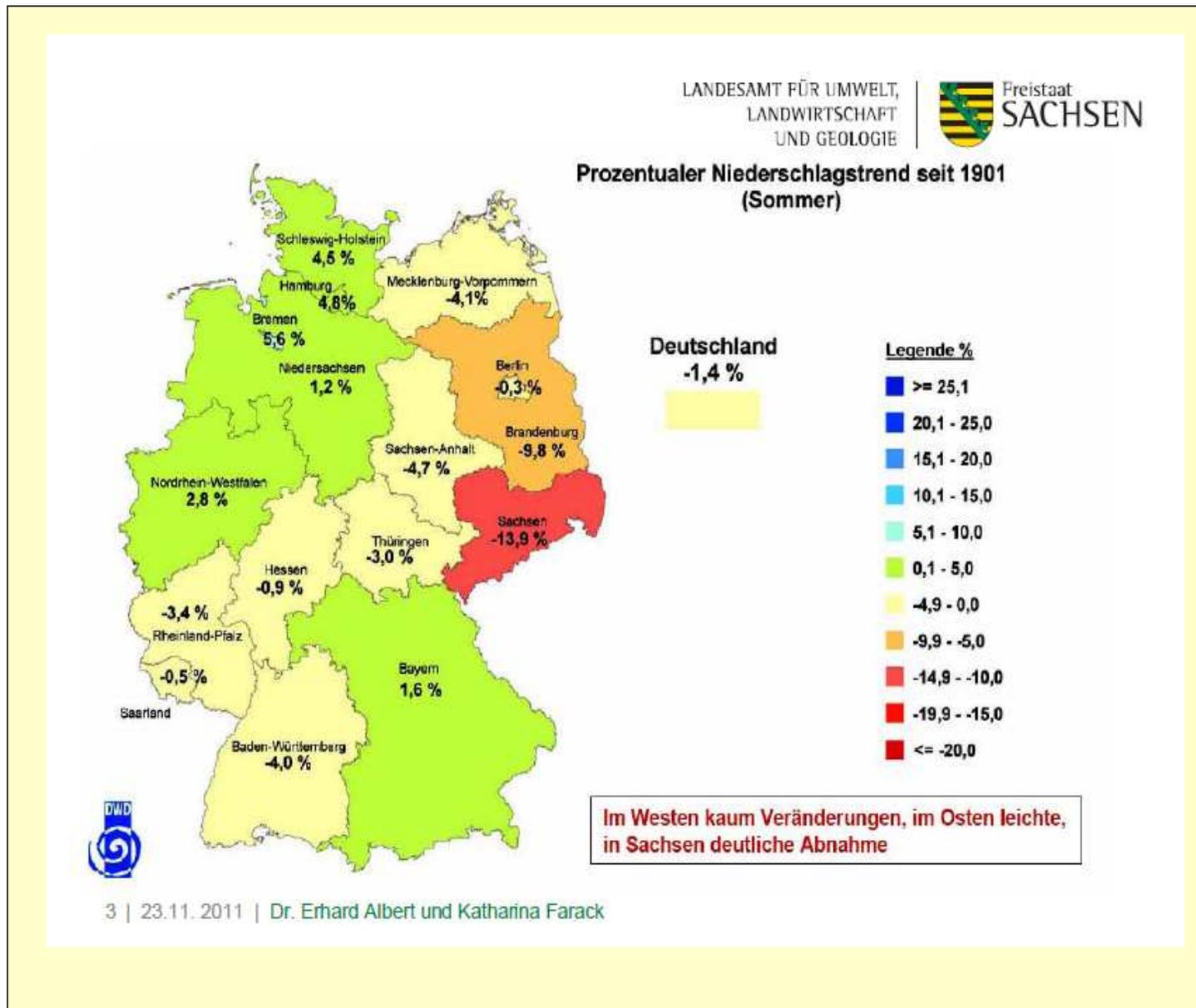
**Beregnungsflächen in Deutschland 2001 \***

Bundesland	Landwirtschaftliche Nutzfläche ha 1)	Beregnungsfläche	
		ha	% der LF
Bayern	3.381.400	35.000	1,04
Baden-Württemberg	1.460.300	20.000	1,37
Berlin (West)	1.500	200	13,33
Brandenburg	1.298.400	25.000	1,93
Hessen	786.300	45.000	5,72
Mecklenburg-Vorpommern	1.313.200	15.000	1,14
Niedersachsen	2.714.100	235.000	8,66
Nordrhein-Westfalen	1.565.000	35.000	2,24
Rheinland-Pfalz	714.300	25.800	3,61
Saarland	73.500	170	0,23
Sachsen	898.100	15.000	1,67
Sachsen-Anhalt	1.134.500	20.000	1,76
Schleswig-Holstein	1.055.700	5.450	0,52
Thüringen	788.500	15.000	1,90
<b>Deutschland insgesamt</b>	<b>17.184.800</b>	<b>491.620</b>	<b>2,86</b>

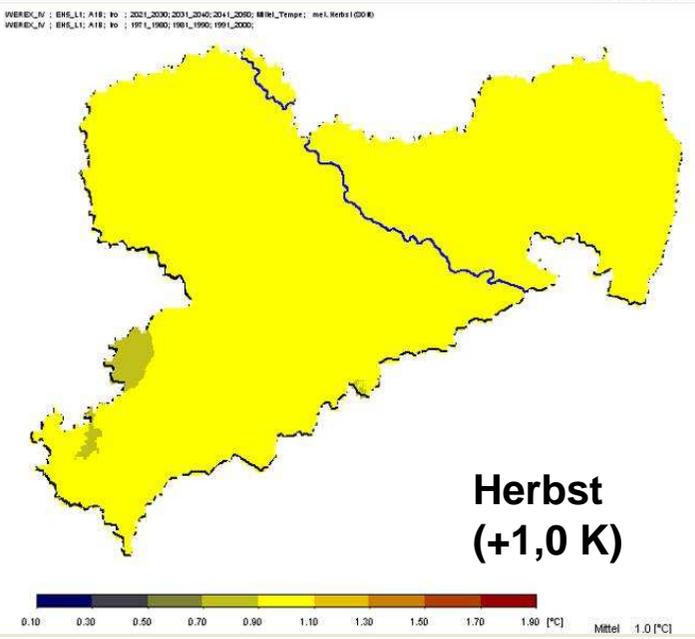
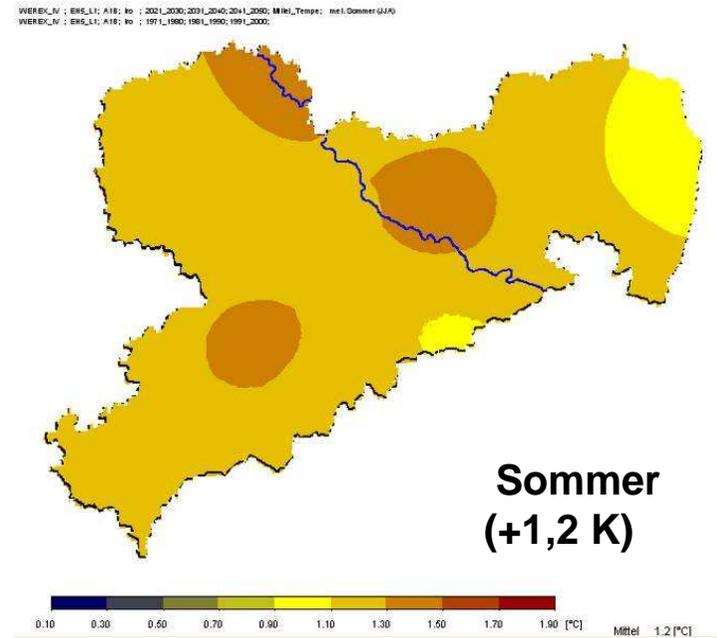
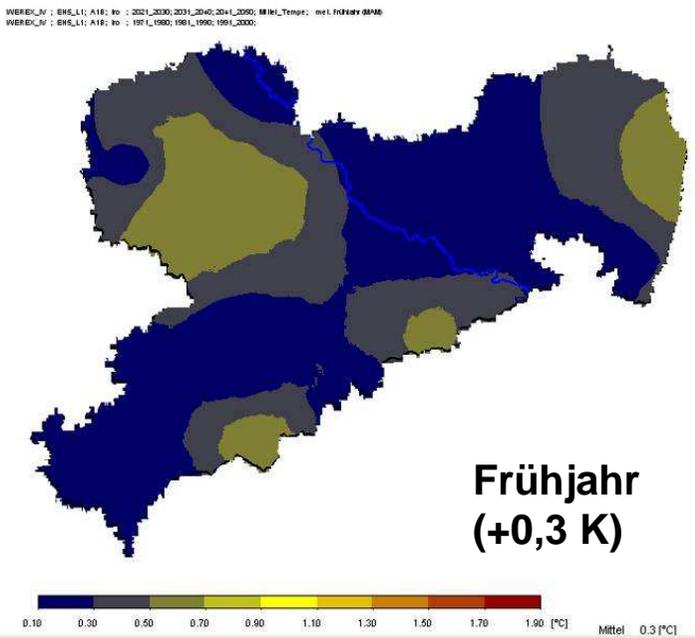
\*) Analyse des Bundesfachverbandes Feldberegnung 1995; aktualisiert 2001

1) nach BML / Ref.421 (nur Betriebe über 1ha)

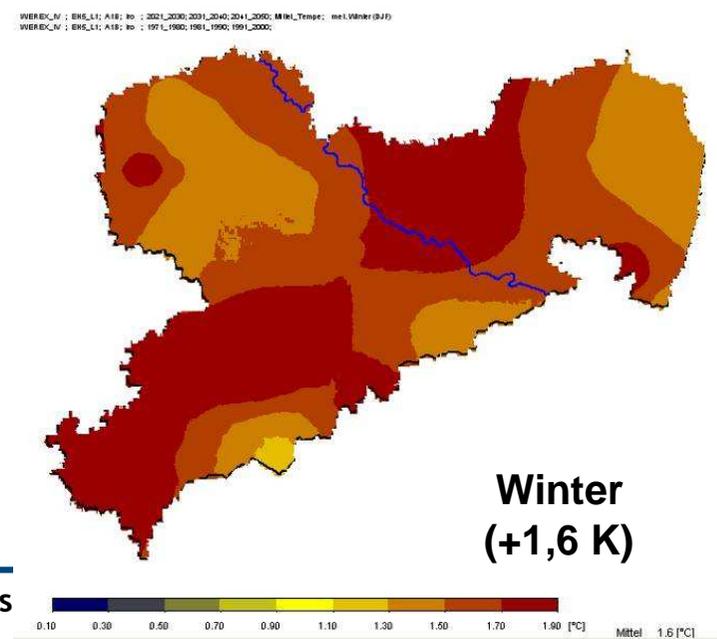
Situation Brandenburg 1989: 120 Tha Beregnungsfläche !!!!!



# Regionale Verteilung der Änderung der Lufttemperatur im Freistaat Sachsen, 2021-2050 vs. 1971-2000 (WEREX-A1B, Realisierung: trocken)



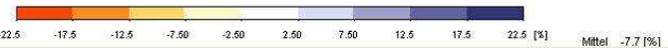
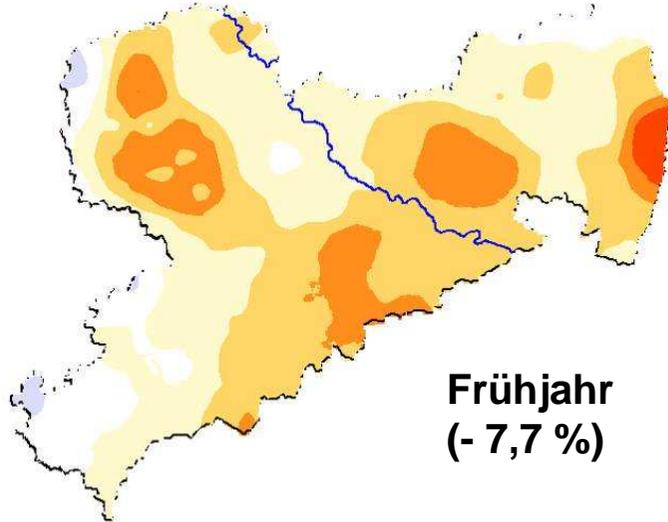
**Jahr  
(+1,0 K)**



h-Thüringischer Bewäss

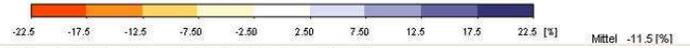
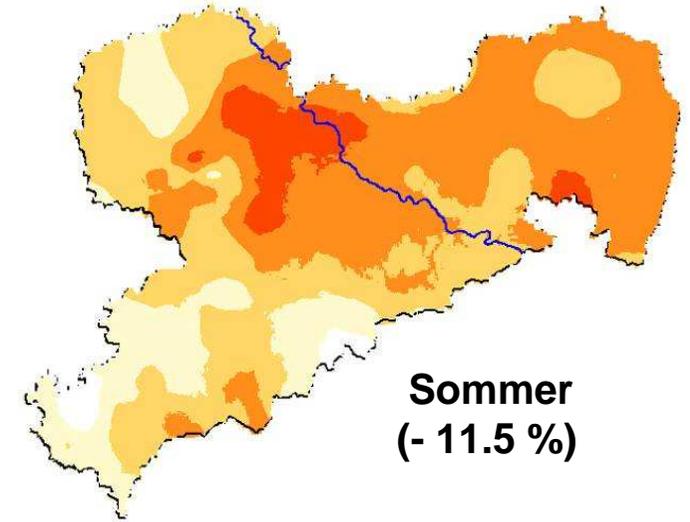
# Regionale Verteilung der Änderung des Niederschlages im Freistaat Sachsen, 2021-2050 vs. 1971-2000 (WEREX-A1B, Realisierung: trocken)

WEREX\_M ; EMS\_L1; A1B; ko : 2021\_2030; 2031\_2040; 2041\_2050; Niederschlag; met; Frühjahr (MM)



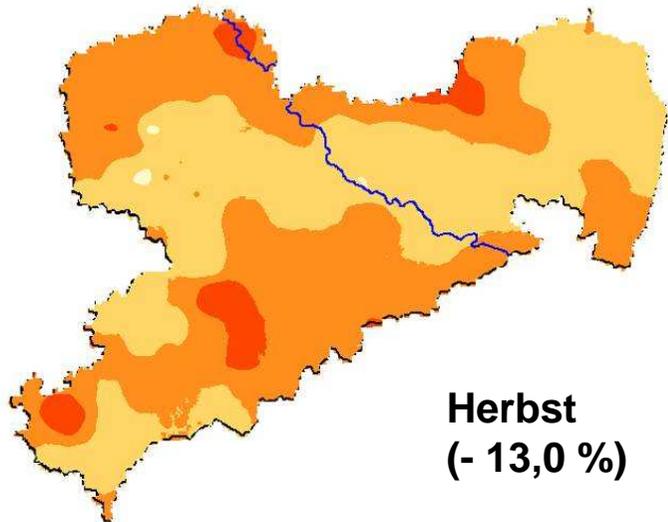
WEREX\_M ; EMS\_L1; A1B; ko : 2021\_2030; 2031\_2040; 2041\_2050; Niederschlag; met; Sommer (JJF)

WEREX\_M ; EMS\_L1; A1B; ko : 2021\_2030; 2031\_2040; 2041\_2050; Niederschlag; met; Sommer (JJF)

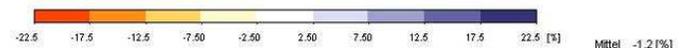
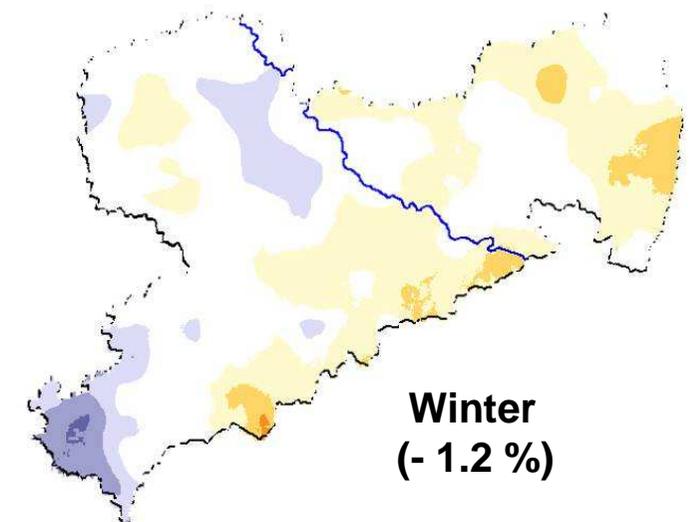


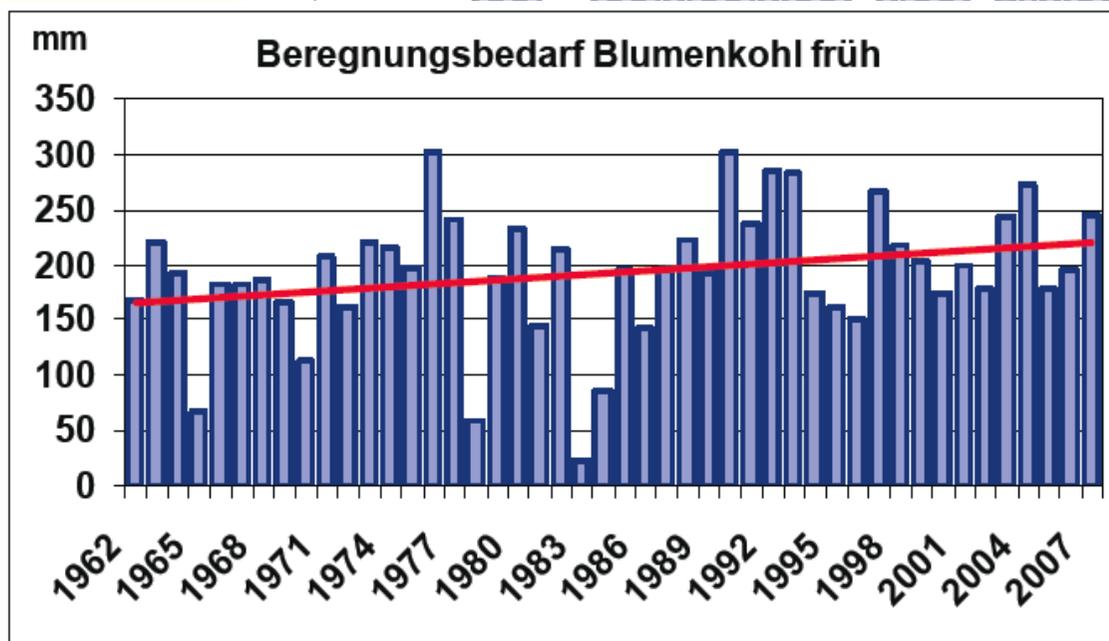
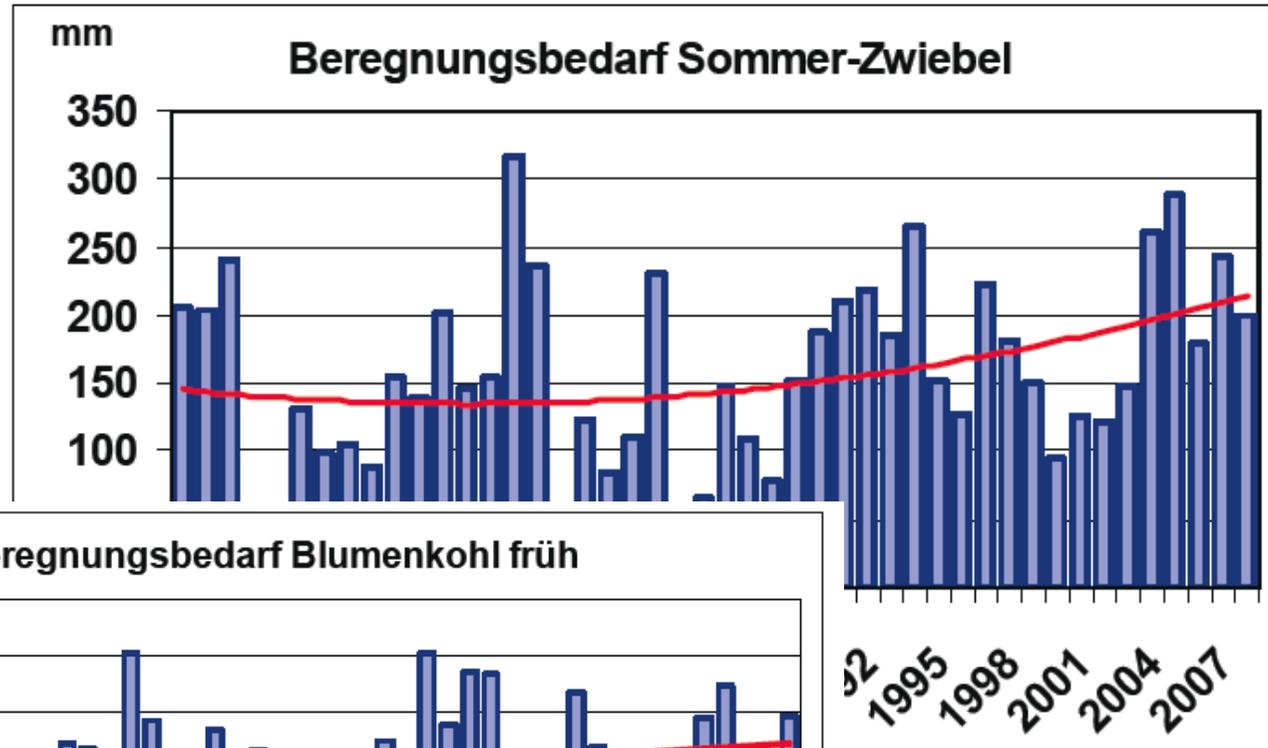
**Jahr**  
(- 8,7 %)

WEREX\_M ; EMS\_L1; A1B; ko : 2021\_2030; 2031\_2040; 2041\_2050; Niederschlag; met; Herbst (OO)



WEREX\_M ; EMS\_L1; A1B; ko : 2021\_2030; 2031\_2040; 2041\_2050; Niederschlag; met; Winter (DJF)

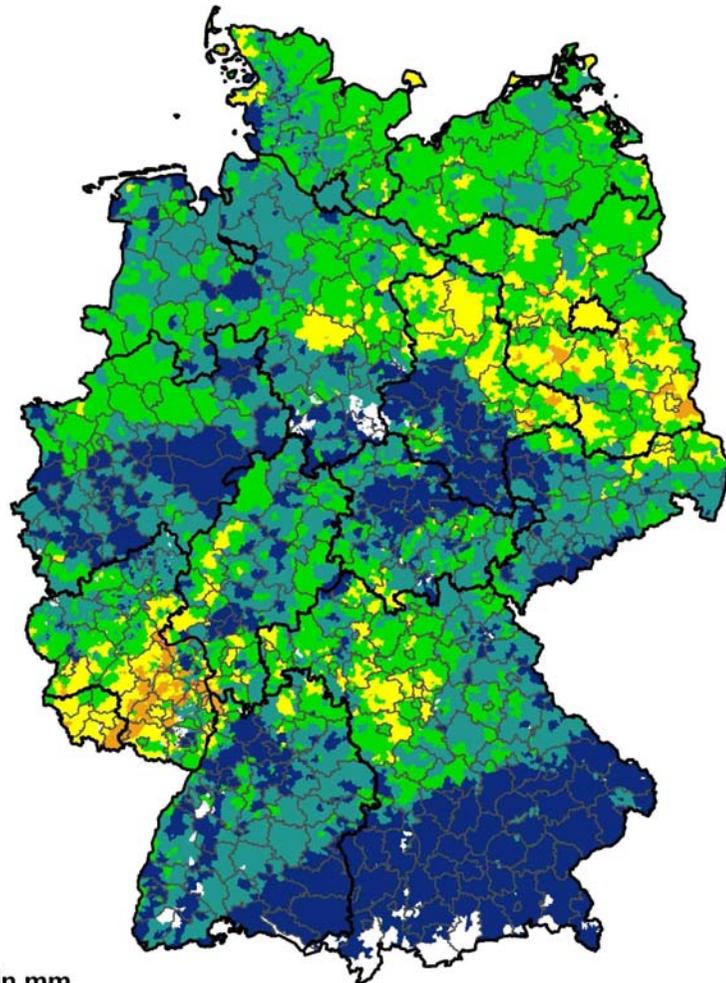




54

Paschold, 2008

1990-2006

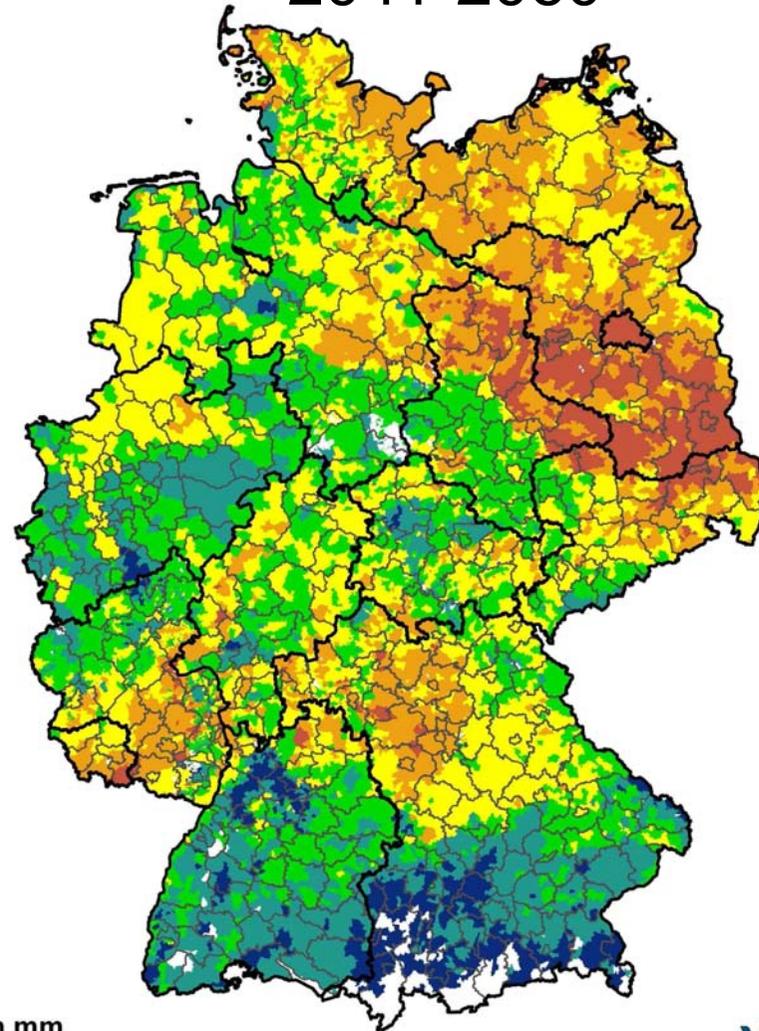


in mm



**vTI**  
Johann Heinrich  
von Thünen-Institut  
Institut für Ländliche Räume  
© Braunschweig 2009  
Jano Anter

2041-2060



in mm



**vTI**  
Johann Heinrich  
von Thünen-Institut  
Institut für Ländliche Räume  
© Braunschweig 2009  
Jano Anter



## » Wasser - die Ressource der Zukunft

- »
  - Nach welcher Formel wird hauptsächlich bewässert?
    - **Π x Daumen**
  - Warum wird bewässert so wie bewässert wird?
    - „weil's trocken aussieht“
    - „so haben wir das immer gemacht“
    - „das habe ich im Gefühl“

nach: Adcon Telemetry, 2008

## Beispielkalkulation 1 (zuviel Zusatzwasser)

optimale Beregnungsmenge		130	mm/Jahr	
Anbaufläche		50	ha	
Überschreitung der optimalen Beregnungsmenge		10	mm	
Kosten je Beregnungs-mm		2	Euro/(mm*ha)	
Mehrkosten		1000	Euro	

nach Michel, 2008

## Zu wenig Wasser gegeben

<b>Fruchtart:</b>	<b>Kartoffel</b>	(geben Sie in die roten Felder IHRE Daten ein!)	
Ertrag ohne Beregnung	350 dt/ha		
Ertrag mit <b>optimaler Beregnung</b>	500 dt/ha	---> Mehrertrag	150 dt/ha
...bei folg. Beregnungsmenge	130 mm/Jahr	(Ertrag pro mm)	1,15
<b>zu geringe Beregnung</b>			
...bei folgender Beregnung	110 mm/Jahr	---> zu geringe Beregnung	20 mm
		---> verschenkter Ertrag	23,08 dt/ha
Erlös pro dt	6 Euro/dt		
Mehrertragskosten	1,7 Euro/dt		
(Differenz)	4,3 Euro/dt		
		versenkter Ertrag insgesamt	1154 dt
		Mindererlös	4962 Euro
		<i>evtl. halbiert</i>	<b>2481 Euro</b>

- Die Beregnung ist ein relativ teures Produktionsmittel.
  - Durch die Beregnung kann ein wesentlicher Beitrag zur Ertragssteigerung, Ertragsstabilisierung und Qualitätsverbesserung in der Pflanzenproduktion und im Feldgemüsebau geleistet werden.
  - Durch einen effektiven Zusatzwassereinsatz kann das N-Auswaschungsrisiko verringert werden.
  - Der ökonomische Effekt, der durch die Beregnung erzielt werden kann, hängt sehr wesentlich von einem bedarfsgerechten und energiesparenden Zusatzwassereinsatz ab.
- Die Beantwortung der Frage, wann zu den unterschiedlichen Fruchtarten in der Hauptvegetationsperiode wie viel zu bewässern ist, ist eine sehr komplexe und keinesfalls triviale Frage.

## Bewässerung steuern -- aber wie?

**Klimatische  
Wasserbilanz**



Fälligkeit		Boden- und Kulturwasser		Niedererschlag und Wasserverlust	
Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser
1	2	3	4	5	6
...	...	...	...	...	...



**Bodenfeuchte-  
sensoren**



**Pflanzensignale**



Was ist bei der Bewässerungssteuerung zu beachten ?

## Linear- oder Kreisberegnungsmaschinen



## Tropfenbewässerung



Fotos: Eisenhut, Zodel

- **differenzierte Hauptbewässerungszeiträume für unterschiedliche Fruchtarten und Sorten**
- **fruchtart- und entwicklungsstadienabhängiges differenziertes Durchwurzelungsvermögen,**
- **Kenntnisse über den fruchtart- und entwicklungsstadienabhängigen optimalen Pflanzenwasserbedarf und die Wirkung von Wasserstress in unterschiedlichen Entwicklungsstadien auf die Ertragsbildung**
- **Kenntnisse über den anzustrebenden entwicklungsstadienabhängigen Bodenfeuchtebereich bezogen auf die sich zeitlich verändernde Hauptwurzelzone**

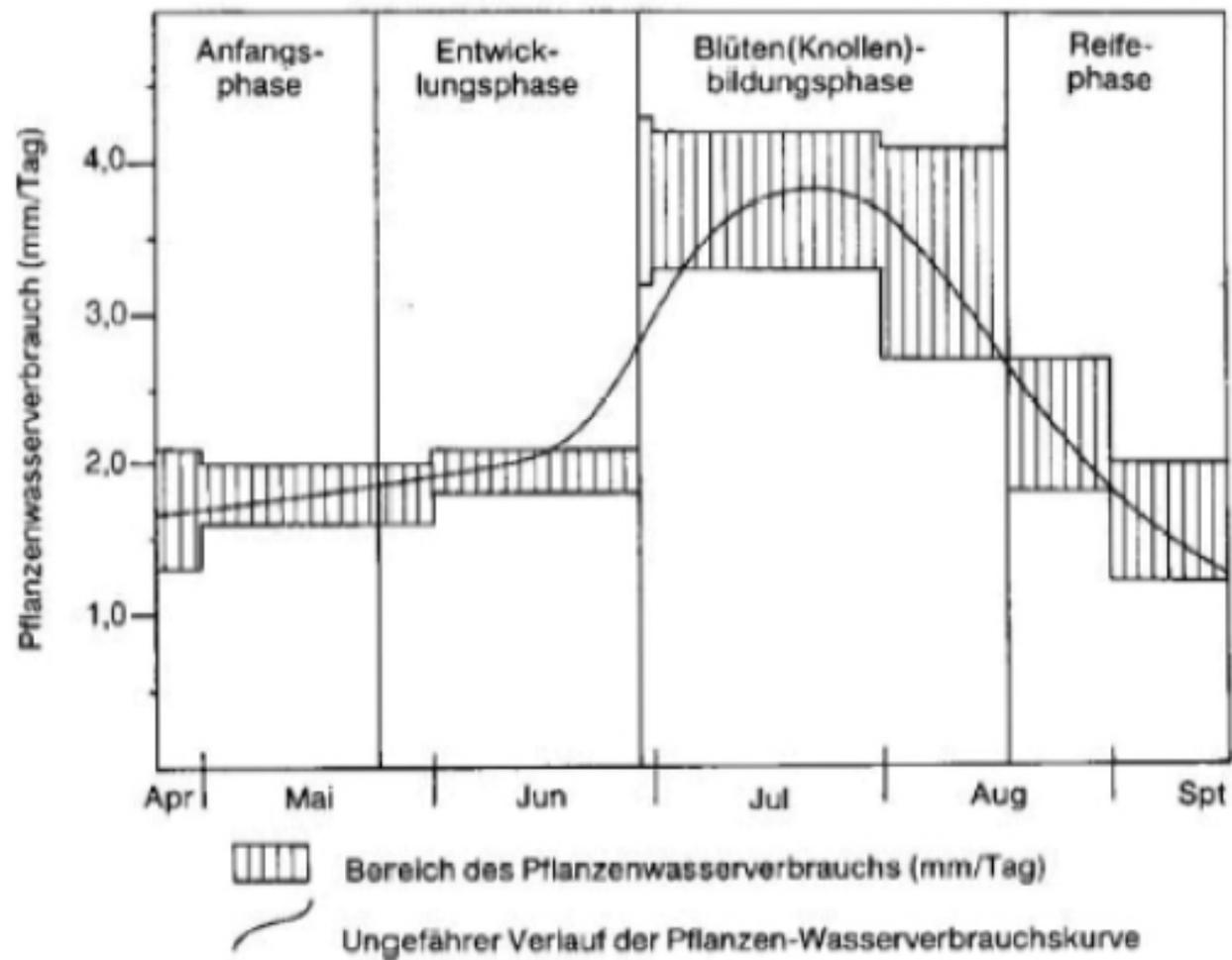


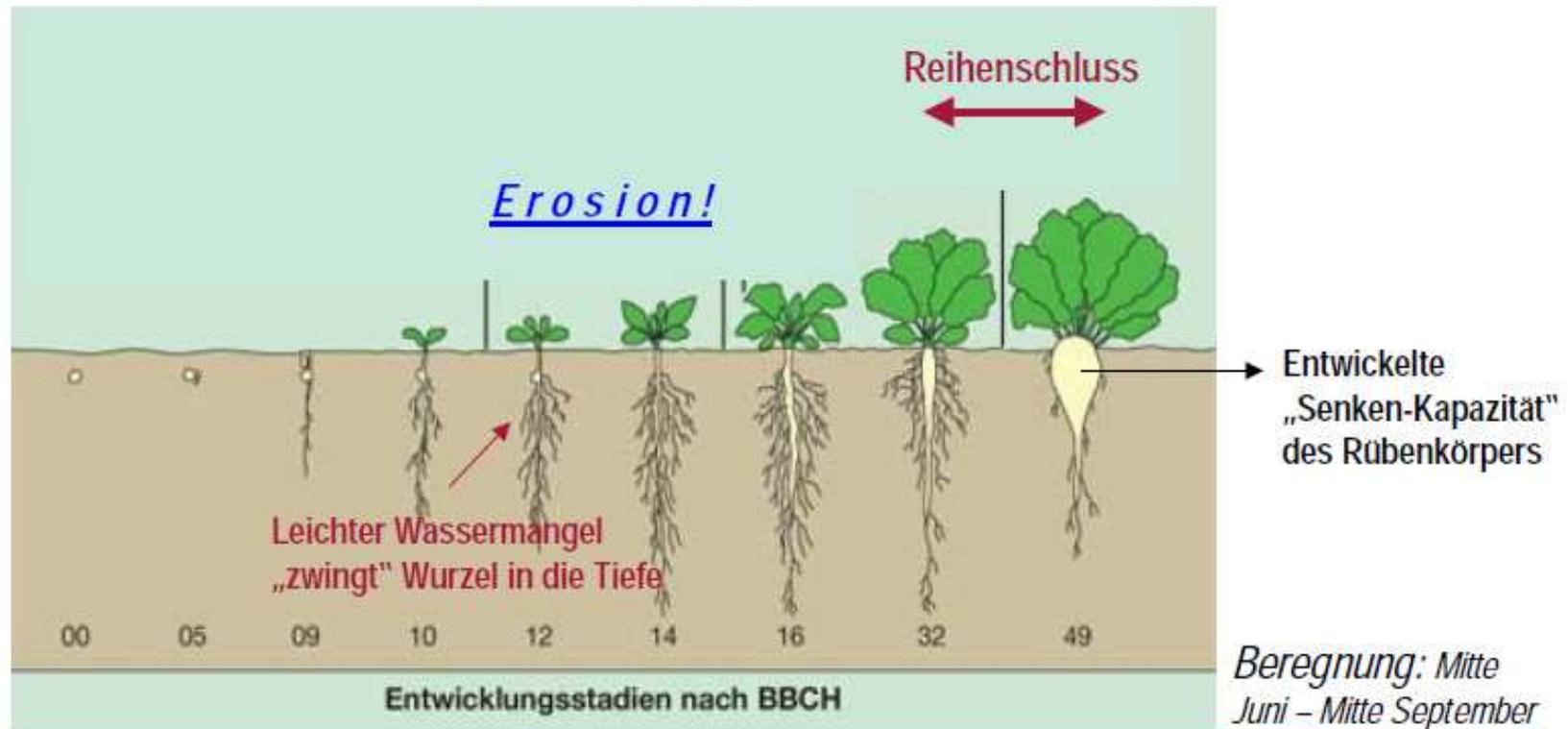
Abb. 2: Pflanzenwasserverbrauch von Kartoffeln in mm/Tag. Quelle: Achtnich 1980.

## PFLANZE

### Hauptwasserbedarf in Entwicklungsstadien

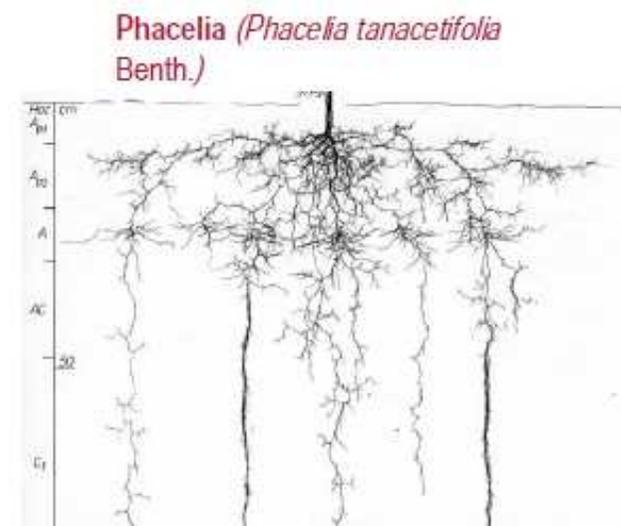
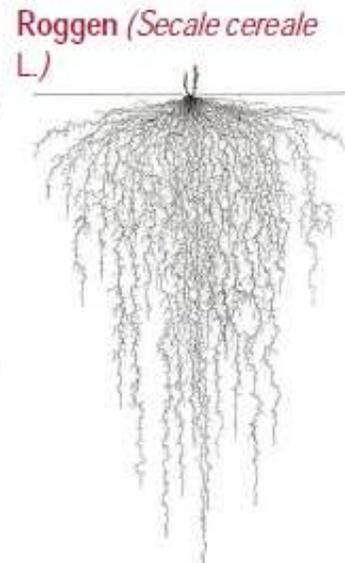
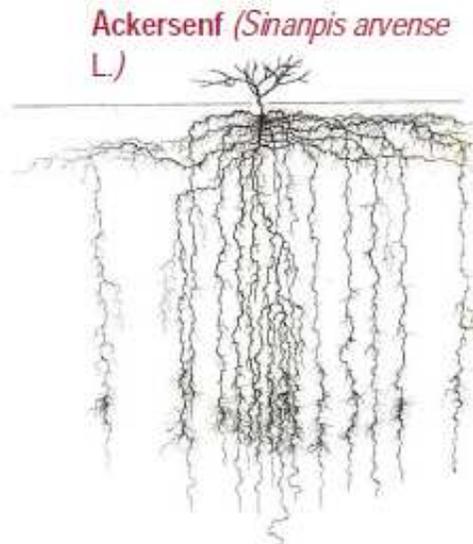


#### 3. Zuckerrübe



## Die Wurzel

### Wurzelsysteme



Welche Verfahren zur  
Beregnungseinsatzsteuerung  
stehen uns heute zur Verfügung ?

## Im Wesentlichen drei Verfahren:

- Beregnungseinsatzsteuerung auf der Grundlage von Bodenfeuchtesensoren
- Beregnungseinsatzsteuerung auf der Grundlage modellgestützter Entscheidungsunterstützungssysteme
- Beregnungseinsatzsteuerung auf der Grundlage einer klimatischen Wasserbilanz

## Beregnungseinsatzsteuerung auf der Grundlage von Bodenfeuchtesensoren

**Vorteile:** relativ zuverlässige Information über den aktuellen Bodenfeuchtezustand an den einzelnen Messpunkten des Schlages, wenn die Sensoren geeicht und richtig eingebaut sind

**Nachteile:** relativ teuer

Beregnungsbeginn und Gabenhöhe muss durch den Beregnungsspezialisten in Abhängigkeit von der Pflanzenentwicklung selbst kalkuliert bzw. festgelegt werden  
(→→ sehr viel Erfahrung erforderlich !!)

Informationen über die zu erwartende Bodenfeuchteentwicklung liegen nicht vor.

## » Bodenfeuchte



Viele Hersteller bieten verschiedenste Bodenfeuchtesensoren an:

- **Sentek** EasyAGs und EnviroSMARTs
- **Agrilink** C-Probes
- **AquaSpy** AquaSpy Sonden
- **Stevens** HydraProbes
- **Decagon** Echo2
- **Streats** Aquaflex
- **Irrrometer** Watermarks
- .....



© 2008 by Adcon Telemetry GmbH

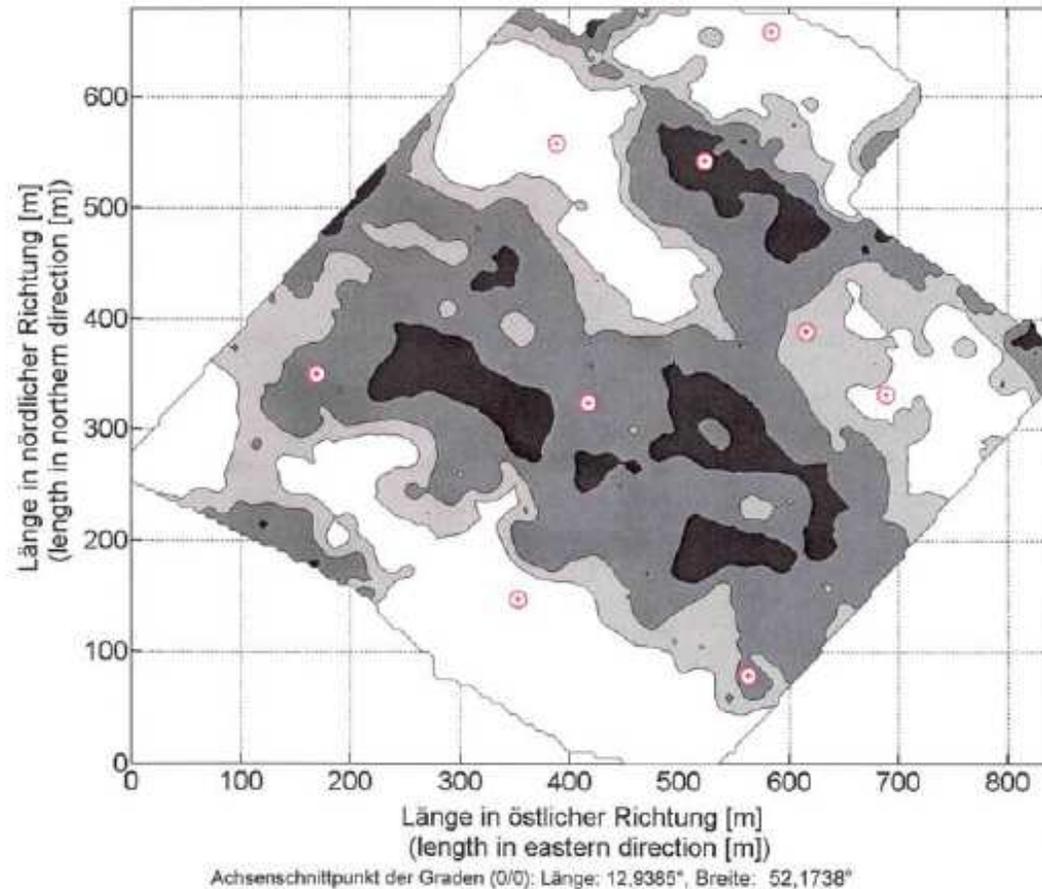
## » Warum so viele verschiedene Bodenfeuchtesensoren?



**Weil es den „Universalsensor“ nicht gibt**

- Unterschiedliche Kulturen
- Unterschiedliche Böden
- Unterschiedliche Budgets
- Unterschiedliche Anforderungen
- Unterschiedliche Bewässerungssysteme





Frenzel, 2004

Abb. 2: Unterschiede in der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens sichtbar gemacht durch eine EM-38 Messung

**Flächenheterogenität:** wo muss gemessen werden, um den Bewässerungsanforderungen des Schläges gerecht zu werden ?

## Beregnungseinsatzsteuerung auf der Grundlage schlag- bzw. teilschlagbezogener computergestützter Beregnungsempfehlungen (Kombination mit Kontrollmessungen)

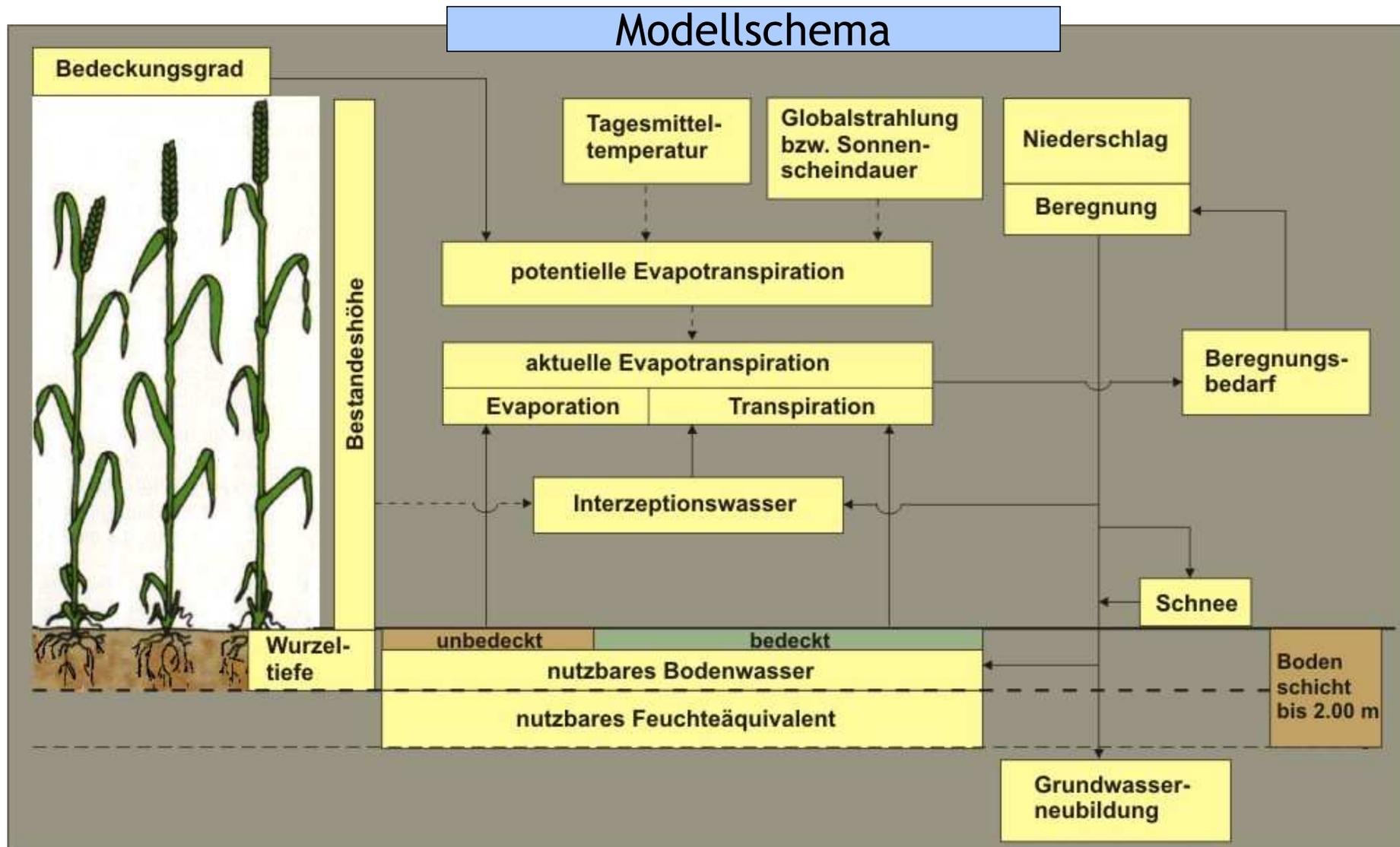
**Vorteile:** - langjährig erprobt und bewährt, sichert effektiven Zusatzwassereinsatz

- relativ kostengünstig
- Szenarien- und Prognoserechnungen werden möglich

**Nachteile:** - Informationen über die Wasserspeicherfähigkeit der Böden müssen vorliegen

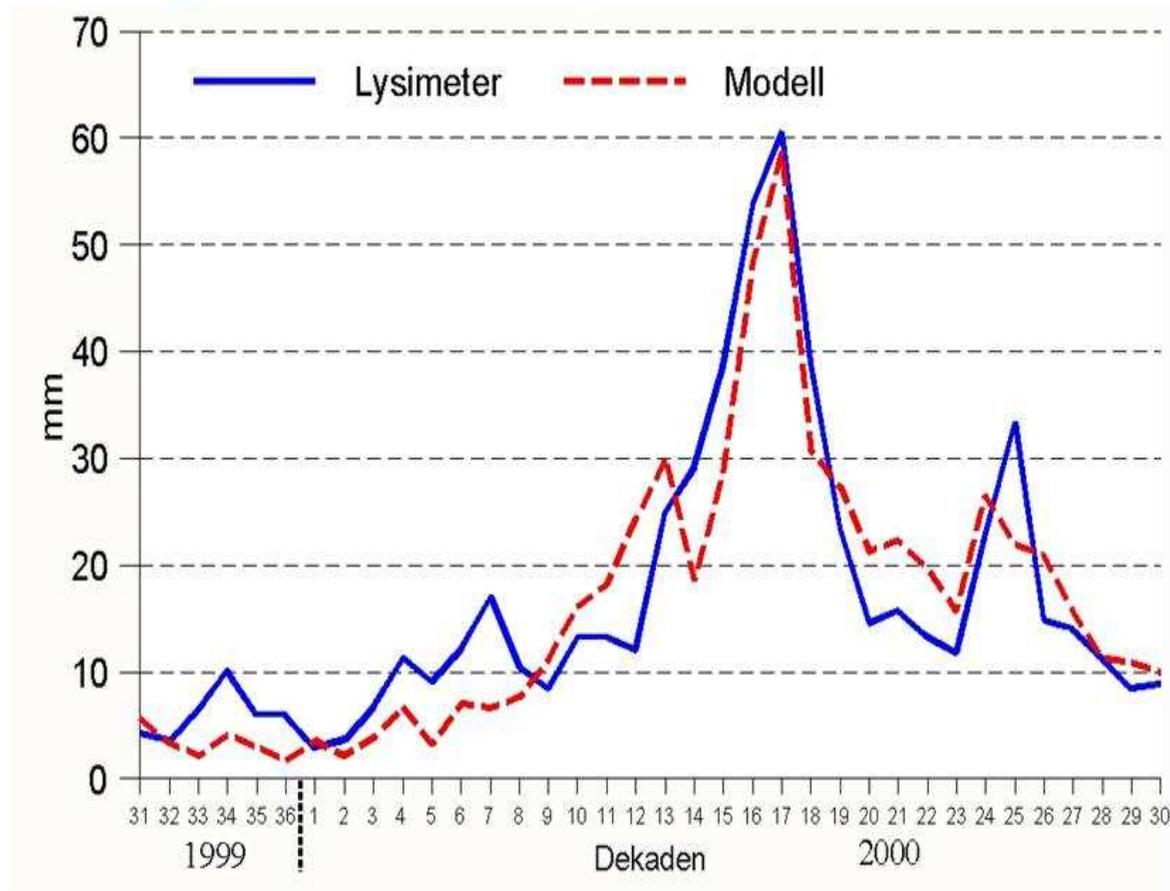
- Daten über die gefallenen natürlichen Niederschläge und ausgebrachten Zusatzwassermengen müssen erfasst werden
- Computerkenntnisse (wenn auch geringe) notwendig

## Mehrschichtenbodenfeuchte- und Evapotranspirationsmodell in BEREST-90 bzw. IRRIGAMA





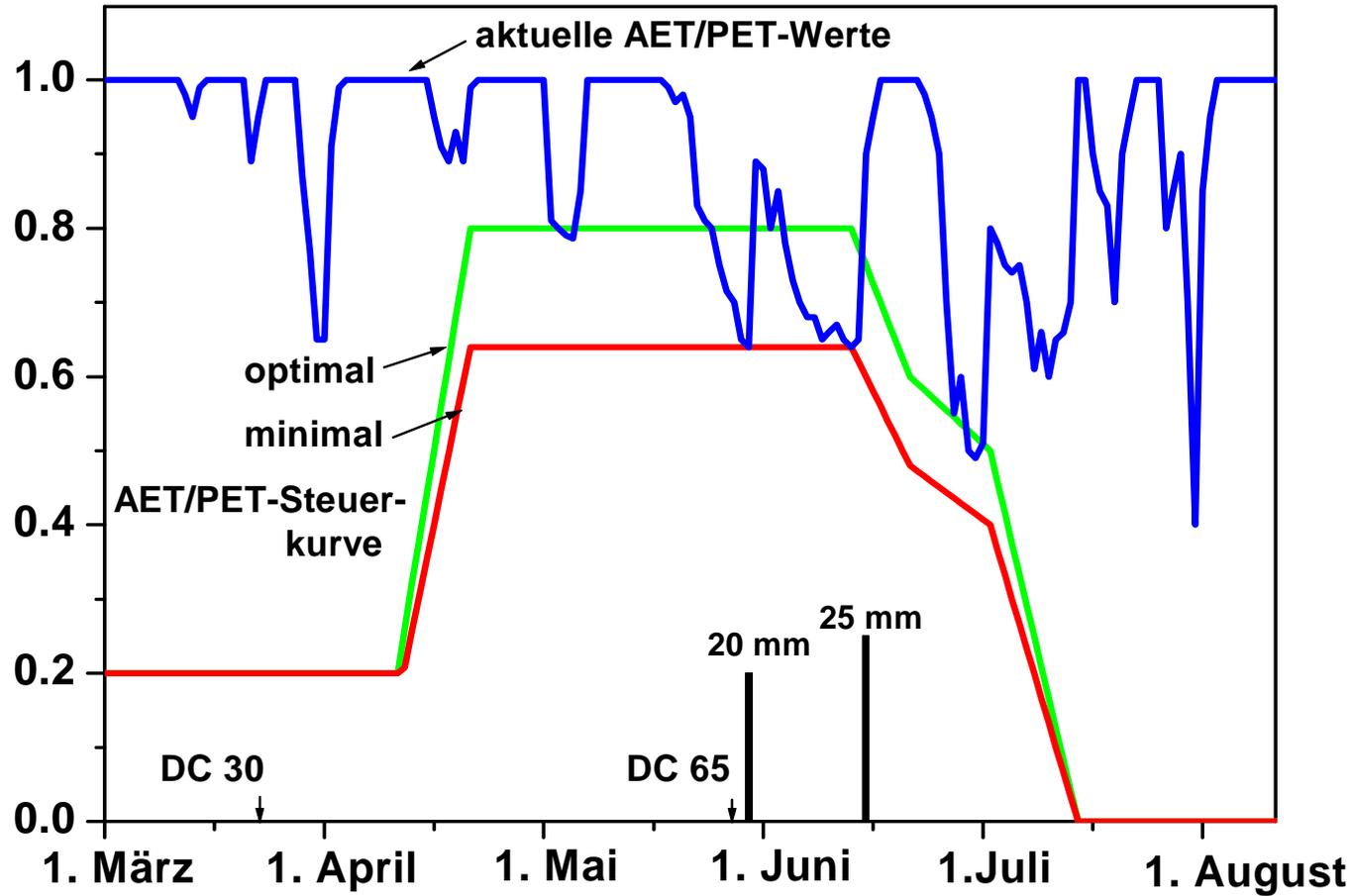
## Vergleich zwischen der gemessenen und berechneten Verdunstung Hydrologisches Jahr 1999/00; Fruchtart Blumenkohl



Günther, 2007

### Lysimeterstation Großbringen (Thüringen)

## AET/PET



## Nutzerinterface von BEREST-90 (Start-Menü)



The screenshot shows a DOS-style window titled "C:\BEREST90\BEREST90.EXE". The window contains a menu with the following options: "Generierung", "Operativ", "Listen", "Installation", "Service", and "Ende". Below the menu, the text reads: "BEREST 90", "Programm zur Berechnung von Empfehlungen", "zum Berechnungseinsatz", "Version : 90.4", "vom : 21.06.90", "Bearbeiter : FZB - Müncheberg", "Nutzungsrecht erworben : E5 Testversion", "am : 21.06.90", and "weiter mit ←".

```
C:\BEREST90\BEREST90.EXE  
[ Berest90 ]  
  Generierung   Operativ   Listen   Installation   Service   Ende  
  
          B E R E S T 9 0  
    Programm zur Berechnung von Empfehlungen  
          zum Berechnungseinsatz  
  
    Version : 90.4      vom : 21.06.90  
    Bearbeiter : FZB - Müncheberg  
  
Nutzungsrecht erworben : E5 Testversion  
                      am : 21.06.90  
  
weiter mit ←
```

## Nutzerinterface von BEREST-90

(Empfehlung: Berechnung / Ergebnis- und Wetterdatenausgabe)

```

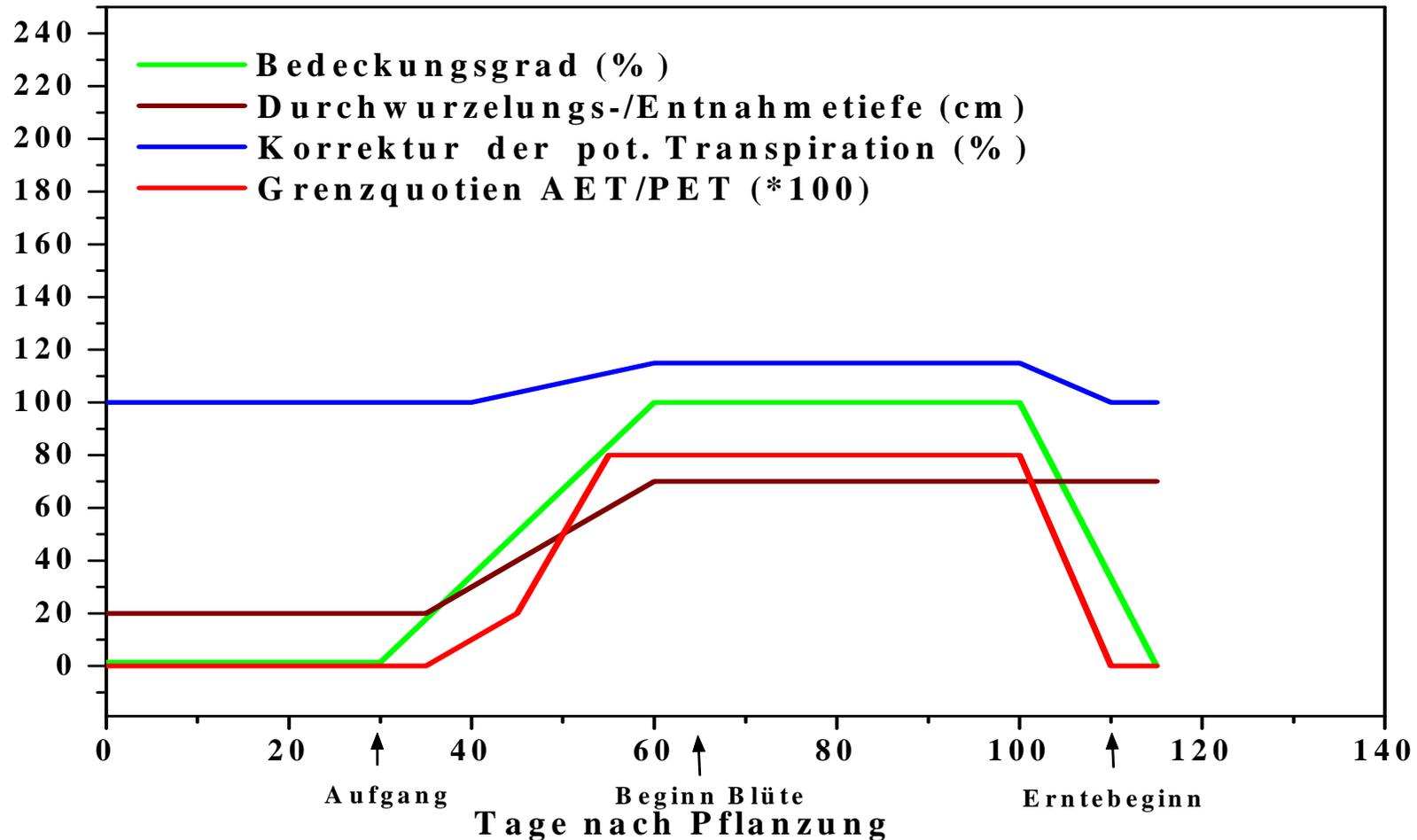
C:\BEREST90\BEREST90.EXE
[ Berest90 operativ ]
  Betrieb   Datum   Wetterdaten   Schlagdaten   Empfehlung   Quit
-----
W1 mbgw1   Bz.05 Kr.09 Ra.   Wetter bis 25.07. | Rechentag 26.07.99

  ange-   aktive   nFK%   Ist am 02.08.   Empfehlung
  meldete   Fa       0-3   3-6   0-3   3-6   Gabe
  Snr-U   FaNr/A/U   Symbol   DC/ am   dm   dm   dm   dm   Nr   oh   mh   Hinweise
-----
013-1 0703/1/0 KART3   17/05.7.   8   11   0   5   2 25 25 S.K. erh.
013-2 0703/1/0 KART3   17/05.7.  13  12   1   5   3 25 25 S.K. erh.
014-0 1030/1/0 F-MAIS  70/11.7.   0   20   0  12   2 25 25 S.K. erh.

Wetterdaten Tag: Verd/Nied1 [/Nied 2..4]:
Ist-Daten
25.: 4.7/ 0.0:
Prognosedaten
26.: 4.4/ 0.0: 27.: 4.3/ 0.0: 28.: 4.8/ 0.0: 29.: 4.2/ 0.0: 30.: 4.6/ 0.0:

Wetterdaten-Ende - Drücke beliebige Taste !
  
```

## Fruchtartspezifische dynamische Steuerkurven in BEREST-90 (Beispiel: Frühkartoffeln (RG1))



(Beispiel für ein Agrarunternehmen aus Sachsen-Anhalt)

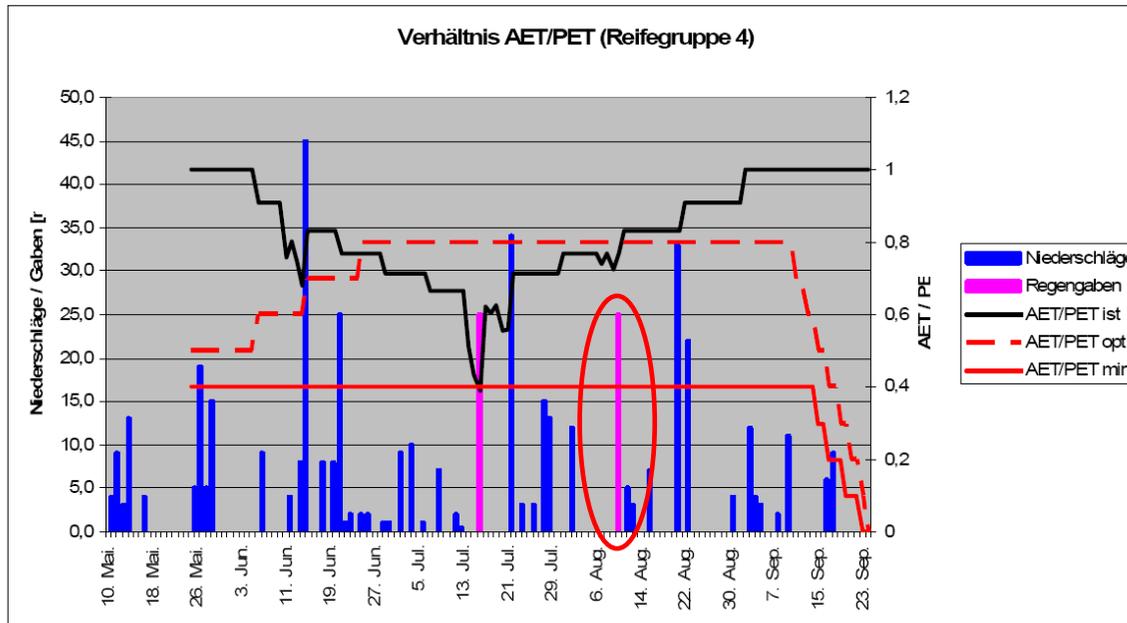


Abbildung 9: Verlauf des Verhältnisses von AET/PET für Reifegruppe 4 (Anbaujahr 2007)

	Schlag 7/1	Schlag 7/2	Schlag 7/3
Anbau	Speisekartoffeln RG2	Verwertungskartoffeln RG3	Verwertungskartoffeln RG4
Bewässerungsfläche	8 ha	8 ha	35 ha
Zusatzwassergaben	1 x 25 mm	1 x 25 mm	2 x 25 mm
Zusatzwassermenge	2000 m <sup>3</sup>	2000 m <sup>3</sup>	17500 m <sup>3</sup>

1. Textliche Beschreibung des Verlaufs des Bewässerungsjahres in dem Agrarunternehmen
2. Ausführungen zum Rechenmodell und der Datenbasis sowie Bewässerungsschlagkartei
3. Textliche und graphische Auswertung der Bewässerungssaison 2007



Ausgabe Berechnungsdaten							
Kultur: Brokkoli ( Tropfenbewässerung )				Schlag: Schlag1			
Datum	Empfehlung mm	nutz. Bodenwasser		Sickerung mm	Verdunstung mm	Wassergabe mm	Niederschlag mm
		in % nFk	Wurzelsraum in mm				
24.05.	0	101.0	60.6	2.4	2.5	--	5.0
23.05.	0	100.8	60.5	2.5	2.7	--	3.0
22.05.	0	104.5	62.7	3.1	1.5	--	4.1
21.05.	0	105.3	63.2	2.9	1.9	--	13.9
20.05.	0	90.0	54.0	0.0	2.3	--	0.0
19.05.	0	93.9	56.3	0.0	1.7	0	0.0
18.05.	0	96.8	58.1	0.1	1.2	0	0.0
17.05.	0	98.9	59.3	0.2	1.1	0	3.7
16.05.	0	94.9	57.0	0.0	1.4	0	0.0
15.05.	0	97.2	58.3	0.0	0.4	0	11.4
14.05.	0	78.9	47.3	0.0	1.0	0	0.0
13.05.	0	80.5	48.3	0.0	0.9	0	5.8

**Gelb unterlegte Zellen sind Vorhersagewerte !**

Berechnung mit Daten der Basis-Station

Falls der Schlag noch einmal bestellt werden soll, kann die Startfeuchte bzw. der Berechnungsbedarf für das Wiederauffüllen des Bodens ermittelt werden.

Berechnung aktualisieren:

Stand: 19.05.

Bodenfeuchte bis 30cm:  %

Bodenfeuchte ab 30cm:  %

Feldkapazität:  %

Welkepunkt:  %

Aktuelle Schlag-Nr. ist: 1

Neuen Schlag konfigurieren

-- Kulturwahl --

Bitte neue Schlag-Nr. eingeben:  (1-16)

Weitere Konfiguration

Wasserbilanz vom 02.01. bis 19.05.					
Boden Speicher	Sickerung mm	Verdunstung mm	Wassergabe mm	Niederschlag mm	Bilanz mm
-29.3	168.9	71.0	33	235.7	0.0



# Berechnungsberatungsmodell ZEPHYR



## ZEPHYR-Berechnung

← zurück

Das Programm ZEPHYR berechnet den Verlauf der Bodenfeuchtedynamik auf der Grundlage von Wetter-, Pflanzen- und Bodendaten sowie weiterer Informationen, z.B. zu Berechnung und Grundwasserstand.

Das Programm ist insbesondere für Landwirte entwickelt, die auf der Grundlage der Berechnungsergebnisse den Einsatz ihrer Berechnungsanlage entsprechend dem Wasserbedarf der Pflanzen steuern möchten - hierzu liegen umfassende Erfahrungen vor.

ZEPHYR ist aber ebenso für wissenschaftliche Untersuchungen, z.B. die Analyse von Infiltrationsprozessen von Wasser in den Boden usw. geeignet. Auch aus dem Forschungsbereich liegen Erfahrungen vor.

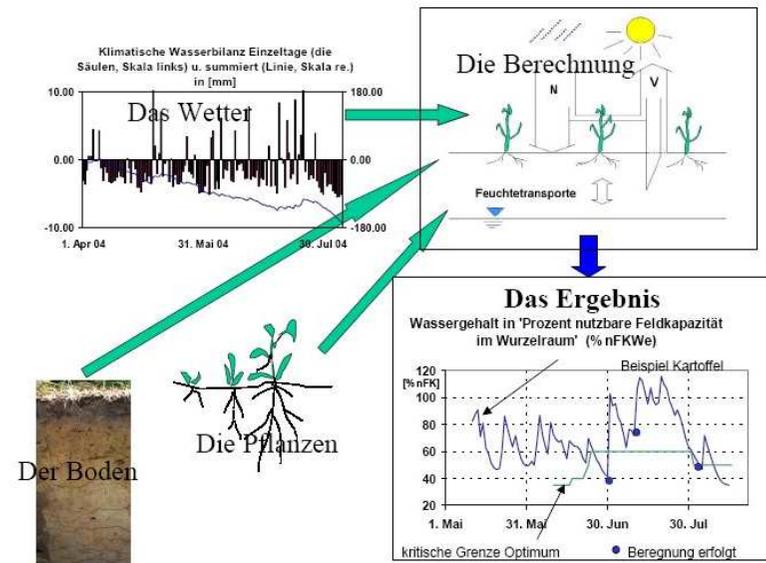
- ◊ ZEPHYR-BERECHNUNG
- ◊ WETTERDATEN
- ◊ BODEN
- ◊ PFLANZEN
- ◊ ZEPHYR - SYSTEM
- ◊ ERGEBNISSE
- ◊ STARTSEITE
- ◊ REFERENZEN
- ◊ IMPRESSUM

WIR WAREN AUF DER ...



Programmbeschreibung  
[86 KB]

- ◊ zum **GENAU richtigen Zeitpunkt!**
- ◊ die **GENAU richtige Menge Wasser!**
- ◊ für **OPTIMALES Pflanzenwachstum!**
- ◊ mit dem **Programmsystem ZEPHYR-Software**



Michel, 2008

## Beregnungseinsatzsteuerung auf der Grundlage einer einfachen Wasserbilanz

**Vorteile:** - relativ einfach und preiswert einzusetzen

**Nachteile:** - keine differenzierte Beachtung der Standortgegebenheiten und der damit verbundenen unterschiedlichen Bodenwasserverfügbarkeit für die Pflanzenbestände

- verfügbare Kenntnisse über den pflanzen- und entwicklungsstadienabhängigen differenzierten Zusatzwasserbedarf innerhalb der Vegetationsperiode finden in der Regel keine Berücksichtigung

- Beregnungstechnologische Besonderheiten bleiben außen vor

## Geisenheimer Steuerung - Klimatische Wasserbilanz - Berechnen in Excel



Tag	PENMAN	(kc)	Regen	tägl. Wasserbilanz
25. 7.	5,2	0,8	0,0	4,2
26. 7.	5,9	0,8	4,0	0,7

Datum	tägliche Wasserbilanz (mm)	Bilanz	Berechnung
25. 7.	4,2	4,2	-
26. 7.	0,7	4,9	-
27. 7.	6,5	11,4	-
28. 7.	6,9	18,3	-
29. 7.	7,0	25,3	-
30. 7.	5,1	30,4	30 mm
31. 7.	6,5	6,9	-

- Die möglichst zuverlässige Kenntnis des aktuellen und prognostisch zu erwartenden Bodenfeuchtezustandes in unterschiedlichen Bodenschichten ist eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für eine effektive und ressourcenschonende Steuerung des Zusatzwassereinsatzes in der Pflanzenproduktion
- Erst durch Zusammenfügung oben genannter Information mit Kenntnissen über den Pflanzenwasserbedarf unterschiedlicher Fruchtarten und Sorten in unterschiedlichen Entwicklungsstadien und die Einbindung von Kenntnissen über die technischen Möglichkeiten und Anforderungen der Berechnungstechnik, kann das Ziel eines hocheffektiven, ressourcensparenden Zusatzwassereinsatzes zur Erzeugung hoher Erträge in bestmöglicher Qualität erreicht werden.
- Nach unserer Auffassung ist die Kopplung modellgestützter Berechnungsverfahren mit leistungsfähigen Sensor- und Datenübertragungstechnologien der Weg für die Zukunft !!

Die Elektronik und Kommunikationstechnologie gewinnt auch in der Bewässerung immer mehr an Bedeutung.

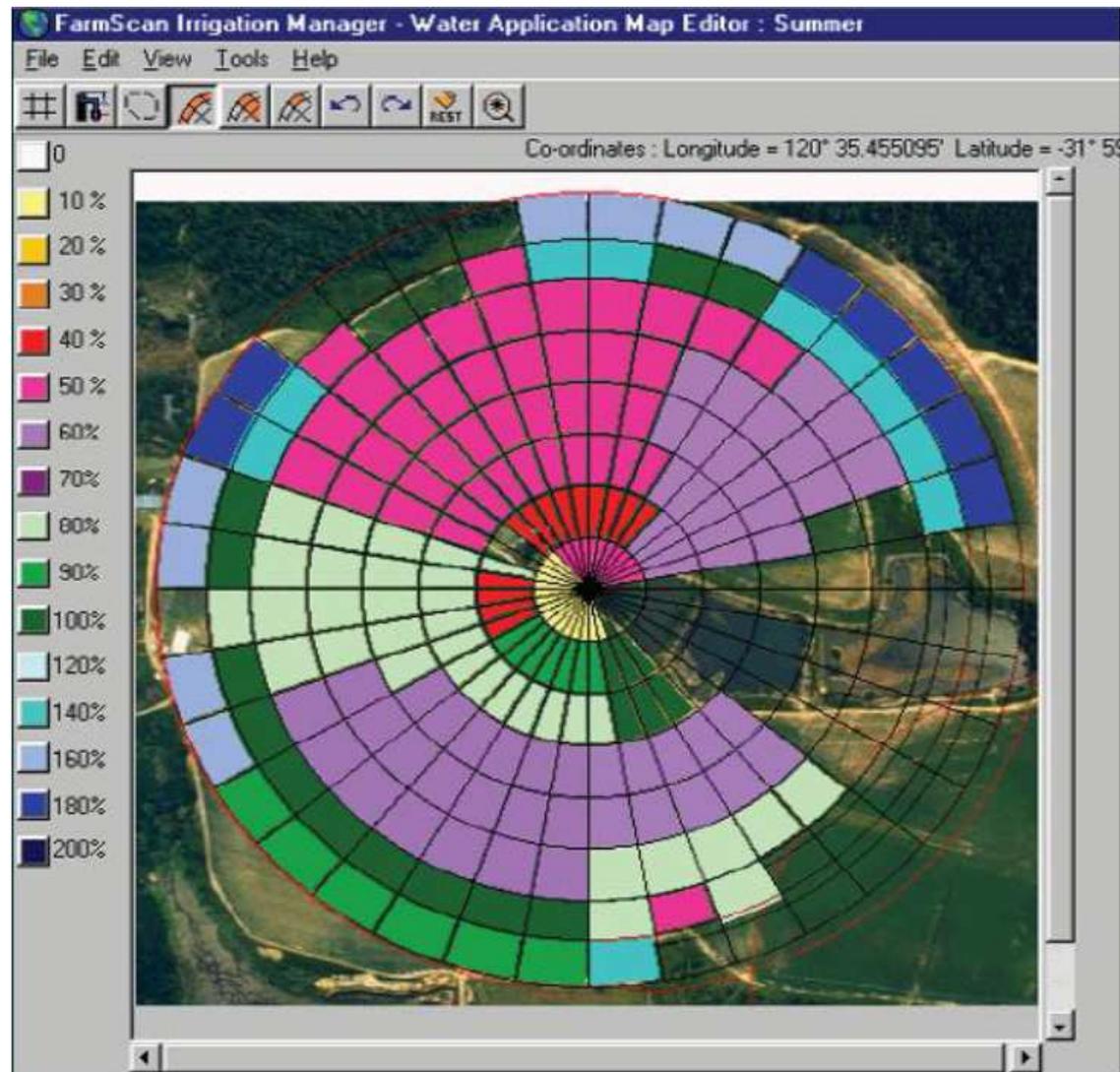
Weitere technologische Entwicklungen wie z.B. mobile Tropfbewässerung sind zu erwarten.

Mobile Tropfbewässerung wird sich mit Precision Irrigation verbinden.

Intelligente Bewässerung integriert moderne Bewässerungstechniken, Sensorik, Kommunikationstechnologien und modellgestütztes Bewässerungsmanagement.

Die Präzisionsbewässerung (teilschlagspezifische Bewässerung) befindet sich noch im Entwicklungsstadium, praktikable technische Lösungen sind aber für die nächsten Jahre zu erwarten.





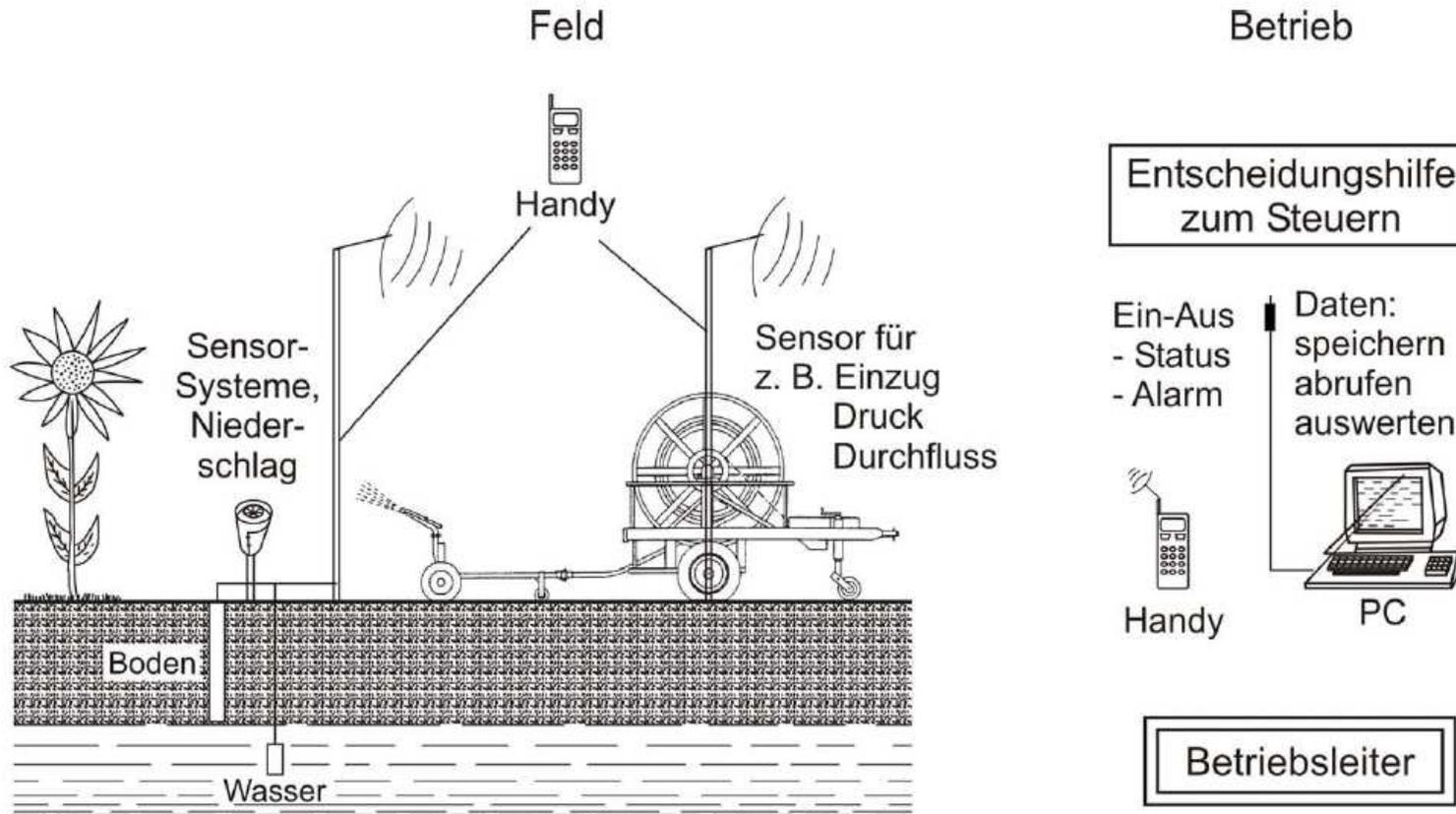
**Teilflächenspezifische  
Bewässerung mit  
Kreisberegnungsmaschinen**  
(Fallstudie Australien)

## Mobile Beregnungsmaschine ausgerüstet mit Datenfernübertragung



- Solarmodul
- Regensensor
- Auflaufsensors (Ende)
- Batterie
- Modem
- Störungssensor
- Startsensor
- Stellmotoren
- Wasserzähler

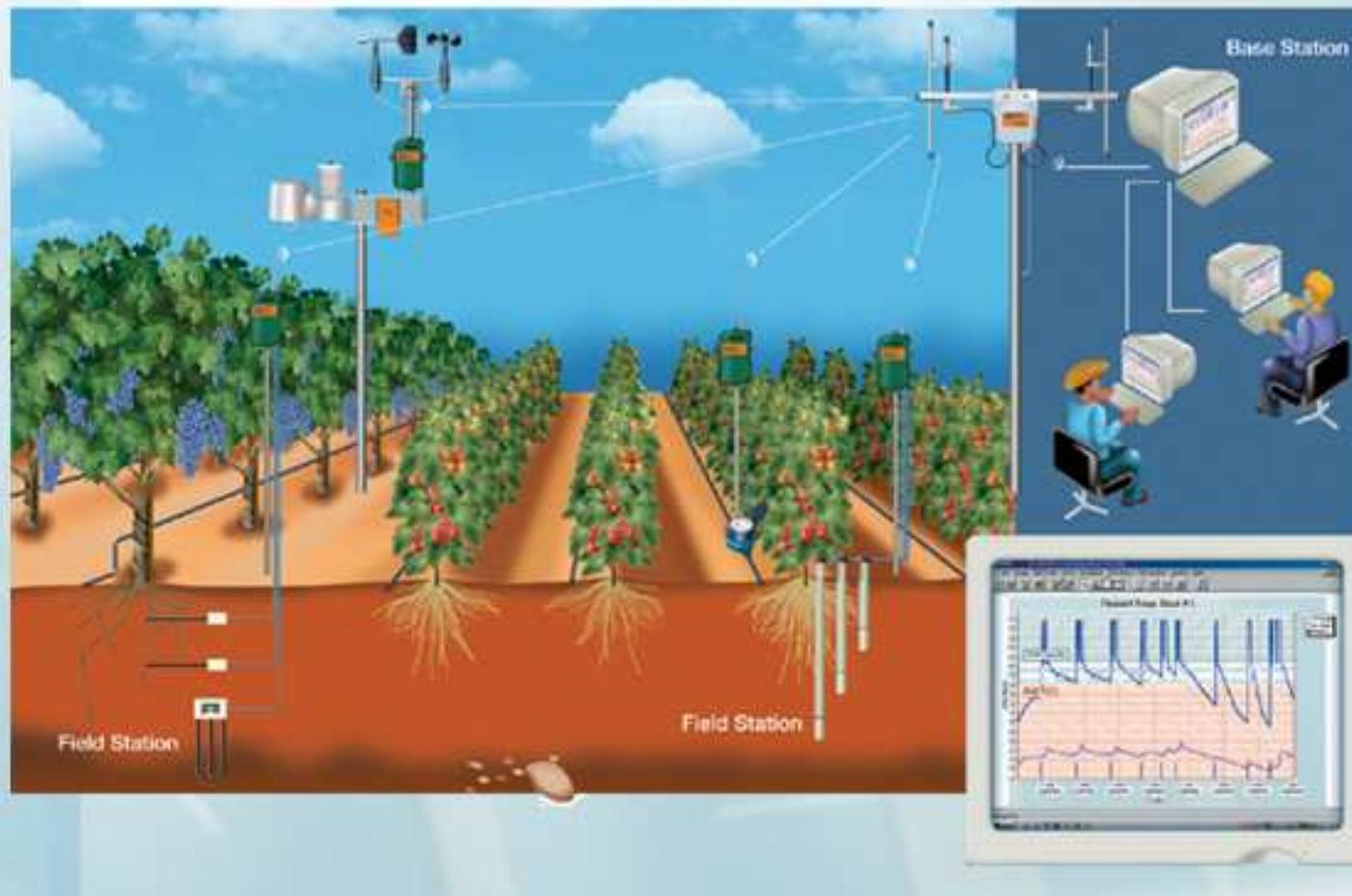
## Möglichkeiten einer Funktionsüberwachung



Institut für Betriebstechnik und Bauforschung

Sourell  
sou06042/27

# Pflanzen-Management Technologien



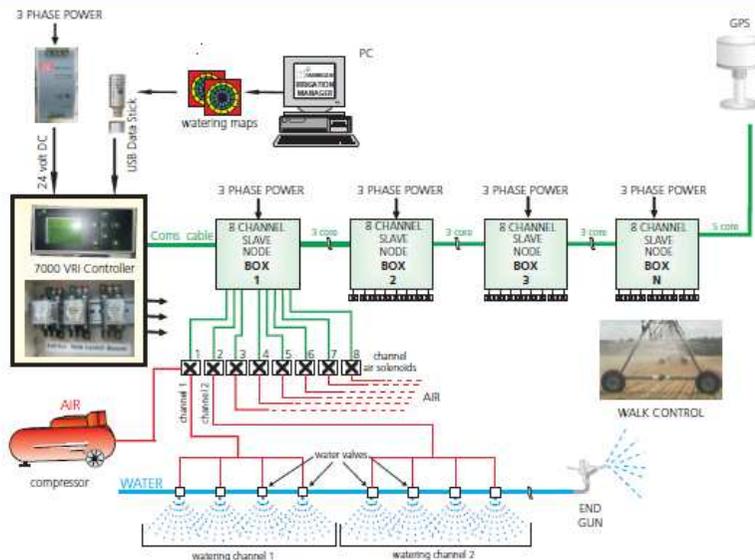
Quelle: NETAFIM

# Beispiel einer Kreisberegnungsmaschine aus Australien, die für die teilschlagspezifische Bewässerung vorbereitet ist

With the Farmscan 7000, which is simple and easy to install, you can take total control of water placement and usage. You can cater for non-crop and water sensitive areas under pivots through Variable Rate Irrigation (VRI). Avoid putting water where you don't need or want it.



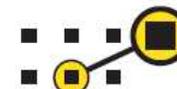
FARMSCAN | 7000 VRI SYSTEM OVERVIEW



## FARMSCAN | 7000 VRI

Site specific watering

Total water control  
with Variable Rate  
Irrigation (VRI)



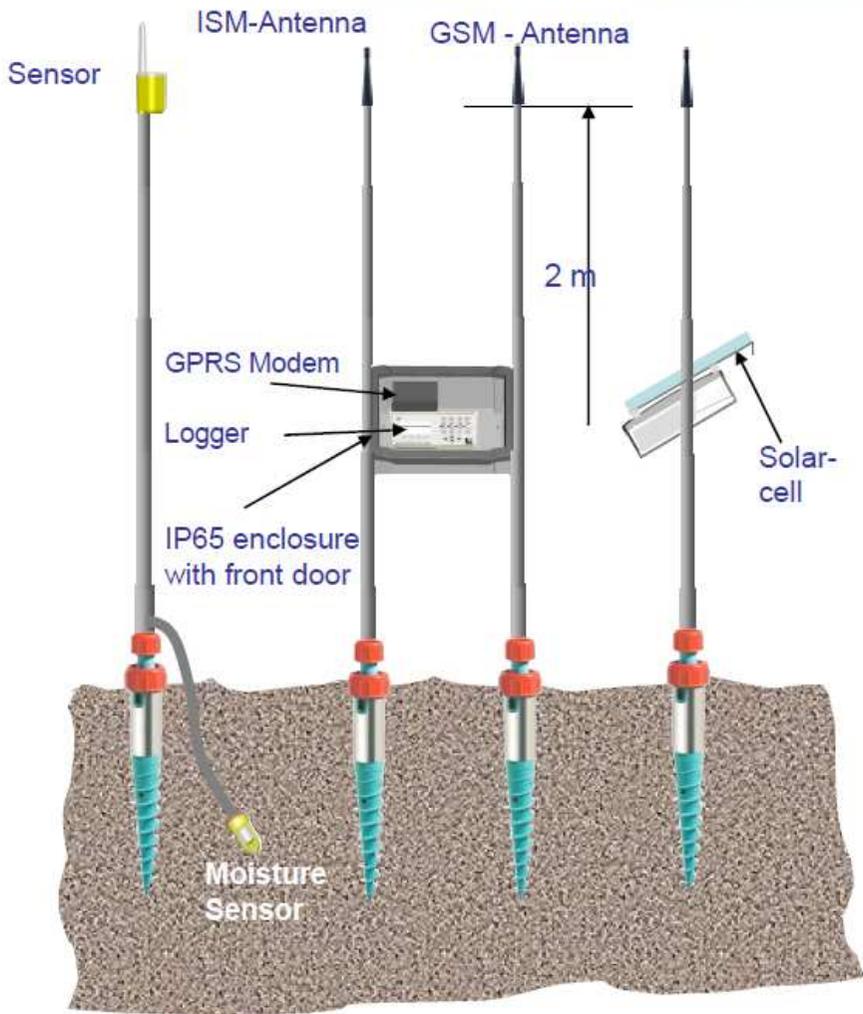
FARMSCAN





## PlantControl: Data Logger





Sensor

ISM-Antenna

GSM - Antenna

2 m

GPRS Modem

Logger

IP65 enclosure with front door

Solar-cell

Moisture Sensor

Range: approx. 200 m free land  
 Frequency: 869/915 MHz  
 Solar Cell: 3 W  
 Buffer battery: 8xAA re-chargeable batteries  
 GPRS Modem: Sends email with logger-file attachment after SMS – request  
 RS232 serial Output: Allows to download logger-files to laptop

PlantCare Ltd, 2010

## Welcome at Zimmermann Irrigation Monitoring

Your partner for remote control of plant water status in real time via Internet



Patent Pending  
Made in Germany

The innovative magnetic ZIM-probe

- user-friendly
- non-invasive
- high-precision
- long-term stable



- weatherproof
- field-suitable
- inexpensive
- versatile

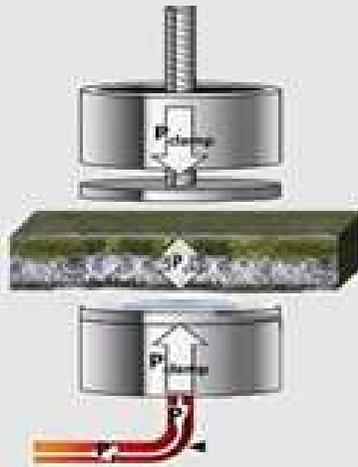
Hersteller:

ZIM Plant  
Technology GmbH

Hennigsdorf  
(Brandenburg)

ZIM Plant Technology, 2011

## Technology



Measuring Principle



Data Transfer



Applications



Abbildung 4: Optris Infrarotsensoren über dem Maisbestand

- **Investitionen in Anlagen zur Wasserspeicherung und in innovative Systeme zur ressourcenschonenden**

Das Wasser wird knapper werden. Wer zu spät investiert, hat wahrscheinlich das

- **Nachsehen !!!!**

- **Wer aber über eine Beregnungsanlage verfügt, kann seine Erträge stabilisieren und eröffnet sich Chancen für neue bedarfsorientierte Fruchtfolgen !!!!**

**Standortbedingungen anwendbar waren. Jeder Landwirt muss die für ihn am besten geeignete Produktionstechnologie finden.**

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit**

