

Das Bewässerungsmanagementsystem

IRRIGAMA

eine Anpassungsstrategie an den Klimawandel
zur effektiven und umweltschonenden Steuerung der
Zusatzbewässerung in der Landwirtschaft

Firmenprofil - Leistungsübersicht

Planung und Projektierung

Projektierung von Bewässerungssystemen

Investitionsplanung für Bewässerungsprojekte

Projektbetreuung

Begleitung der Antrags- und Genehmigungsverfahren im Rahmen

bestehender agrarstruktureller Förderprogramme (Förderprojekte der

einzelnen Bundesländer sowie EU-Förderprojekte)







Kundenberatung

Ermittlung des Zusatzwasserbedarfes für landwirtschaftliche- und gartenbauliche Fruchtarten mit Hilfe des Entscheidungsunterstützungssystems **IRRIWA** als Grundlage zur Beantragung von Wasserrechten

Fachberatung zur Entwicklung des Bewässerungslandbaus.

Jährliche operative schlagbezogene computergestützte **Bewässerungseinsatzsteuerung** mit **IRRIREG** in ständigem Dialog mit den landwirtschaftlichen Unternehmen

Erarbeitung eines Abschlussberichtes zur abgelaufenen Bewässerungssaison mit **IRRISIM** und Erarbeitung von Schlussfolgerungen für die kommende Bewässerungssaison

Wissenschaftliche Arbeit

Entwicklung von Bewässerungsfruchtfolgen Vervollkommnung und Anpassung der Steuerstrategie für einzelne Fruchtarten infolge veränderter Vegetationsperioden

Initiierung von Forschungsprojekten und kooperative Mitwirkung an Forschungsverbundprojekten des BMBF, des ZALF sowie des ATB

Lehre

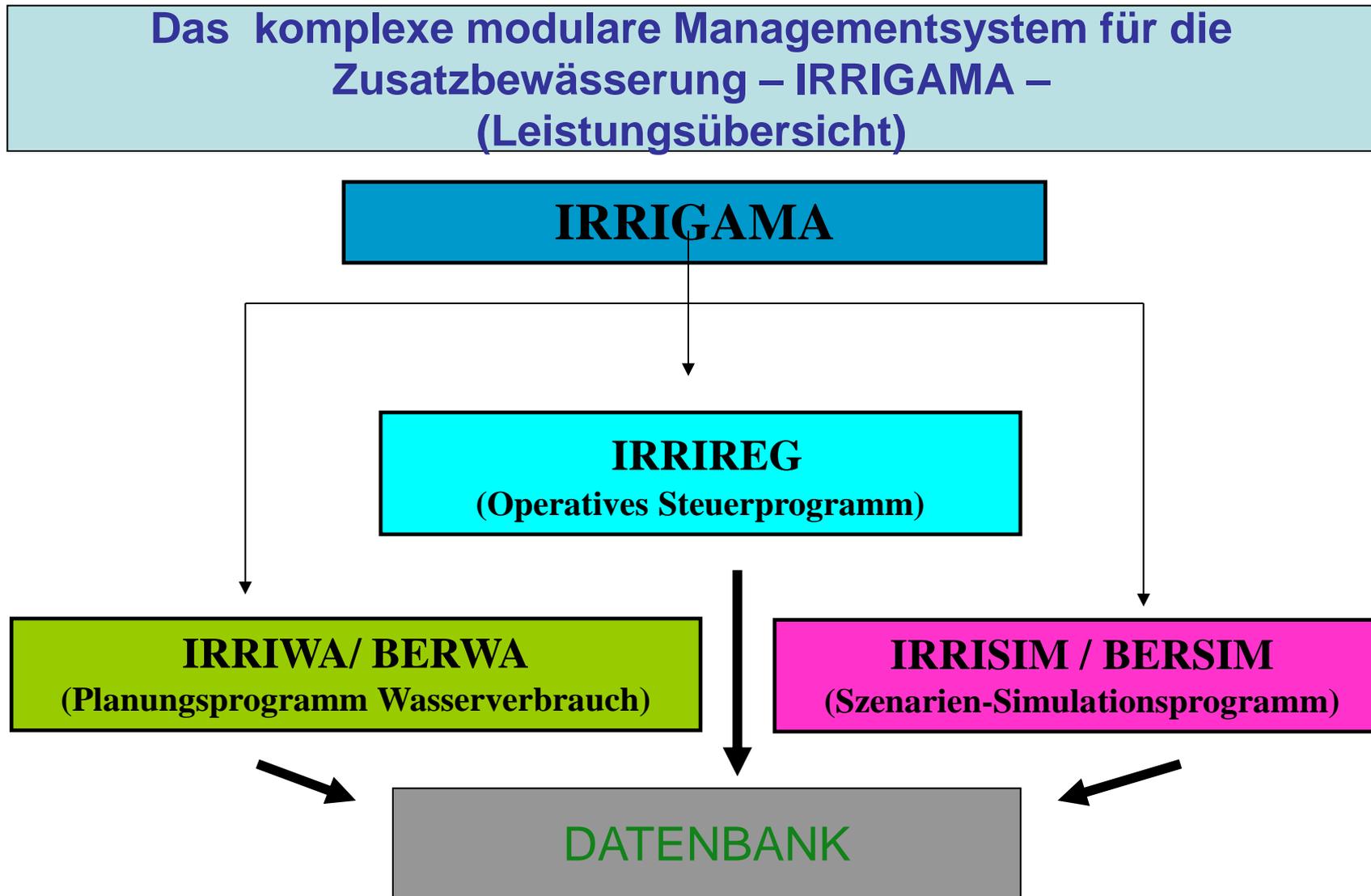
Was ist nun IRRIGAMA?

Das Expertensystem IRRIGAMA ist ein

Neues internetgestütztes mandantenfähiges Informations- und Entscheidungsunterstützungssystem zur operativen Steuerung der Zusatzbewässerung in der Landwirtschaft, im Feldgemüse- sowie im Obstbau

Fazit Innovative Weiterentwicklung von BEREST

Irrigation + **Management** = **IRRIGAMA**



Mit welchen
klimaänderungsbedingten
Folgewirkungen für die Landwirtschaft
ist zu rechnen?

- Es muss davon ausgegangen werden, dass sich unser Klima ändert.
- Das größte Problem für die Landwirtschaft, den Garten- und Obstbau wird das Wasser werden.

Auswirkungen der Niederschlags- und Verdunstungsänderungen auf die Klimatische Wasserbilanz (KWB= Niederschlag-Verdunstung)

Daraus folgt:

Für eine künftige nachhaltige Landnutzung in der Landwirtschaft, dem Garten- und dem Obstbau, wird die Wasserinanspruchnahme für die Beregnung zu einer großen Herausforderung werden.

	Δ PET (mm)	Δ N (mm)	zusätzl. Defizit der KWB (mm)
April bis September	+ 42	-36	+ 78
Gesamtjahr	+ 51	-30	+ 81

Deshalb:

- den Landschaftswasserhaushalt stabilisieren,
- die Wasserspeicherkapazität unserer Böden erhalten bzw. verbessern sowie
- mit den verfügbaren Wassermengen so sparsam und effektiv wie möglich umgehen.

Fazit:

Jeder Millimeter Zusatzwasser muss bedarfsgerecht und effektiv sowie umweltverträglich für die landwirtschaftliche Bewässerung eingesetzt werden.

A photograph showing a drip irrigation system installed over a field of green leafy vegetables. The system consists of a network of black pipes and emitters, with a metal structure visible in the background. The text 'Beregnung- eine der wichtigsten Klimaanpassungsmaßnahmen !!!!' is overlaid on a yellow rectangular background in the center of the image.

Beregnung- eine der wichtigsten
Klimaanpassungsmaßnahmen !!!!

Wassermanagement- ist eine der wichtigsten

Aufgaben des pflanzenbaulichen Managements



Ein Ackerbauer, der in der Lage ist, Wasser dem Boden nach Bedarf zu entnehmen und zu geben, hat den höchsten Grad der Vollkommenheit erreicht“

Albrecht, Daniel Thaer (1752 -1828)

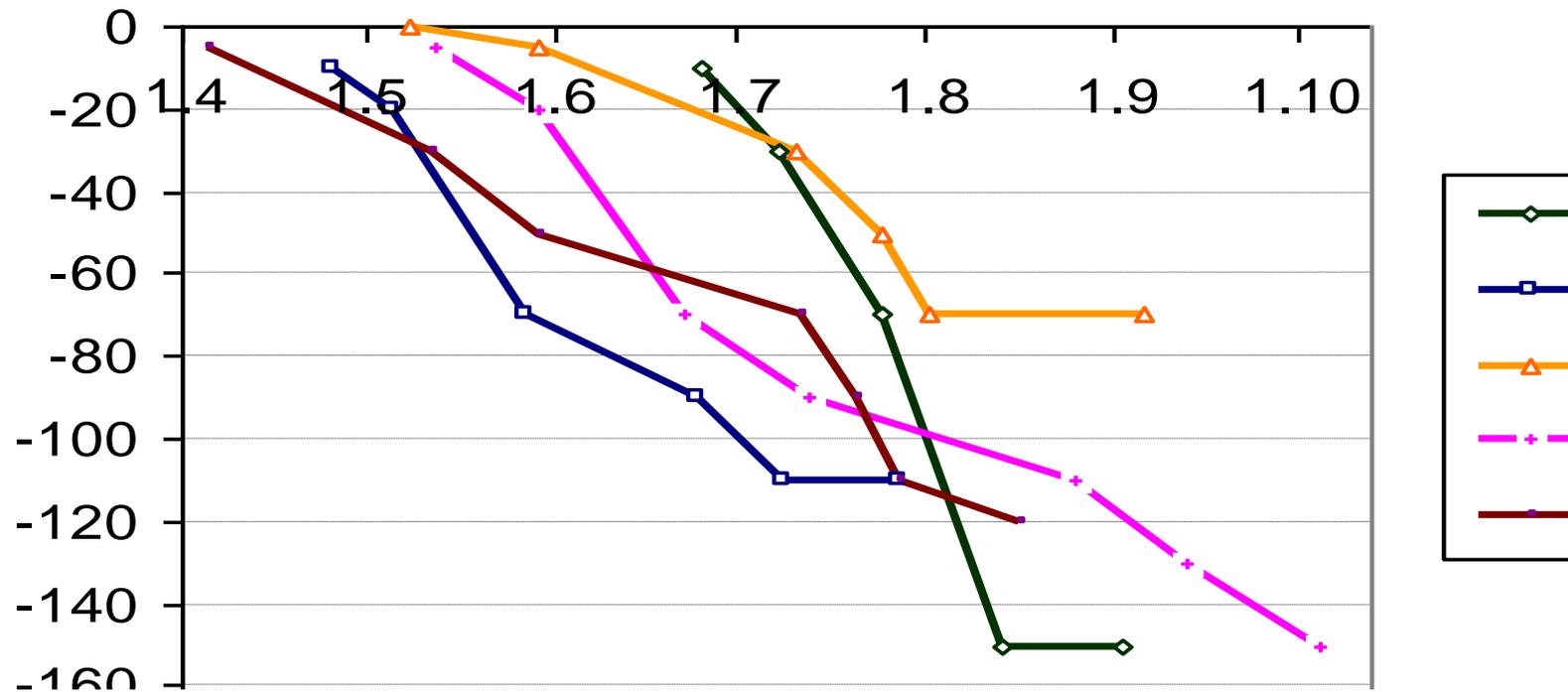
Wasserverbrauch von Pflanzenbeständen

Wasserverbrauchsbestimmende Faktoren:

- ➔ Verdunstungsanspruch der Atmosphäre (Wetter)
(Globalstrahlung, Sättigungsdefizit, Lufttemperatur)
- ➔ Boden
- ➔ Entwicklungsstadium und Kondition der Pflanze
(Blattflächenindex, Entzugstiefe)
- ➔ Stressgrad der Pflanze (Wasserstress)

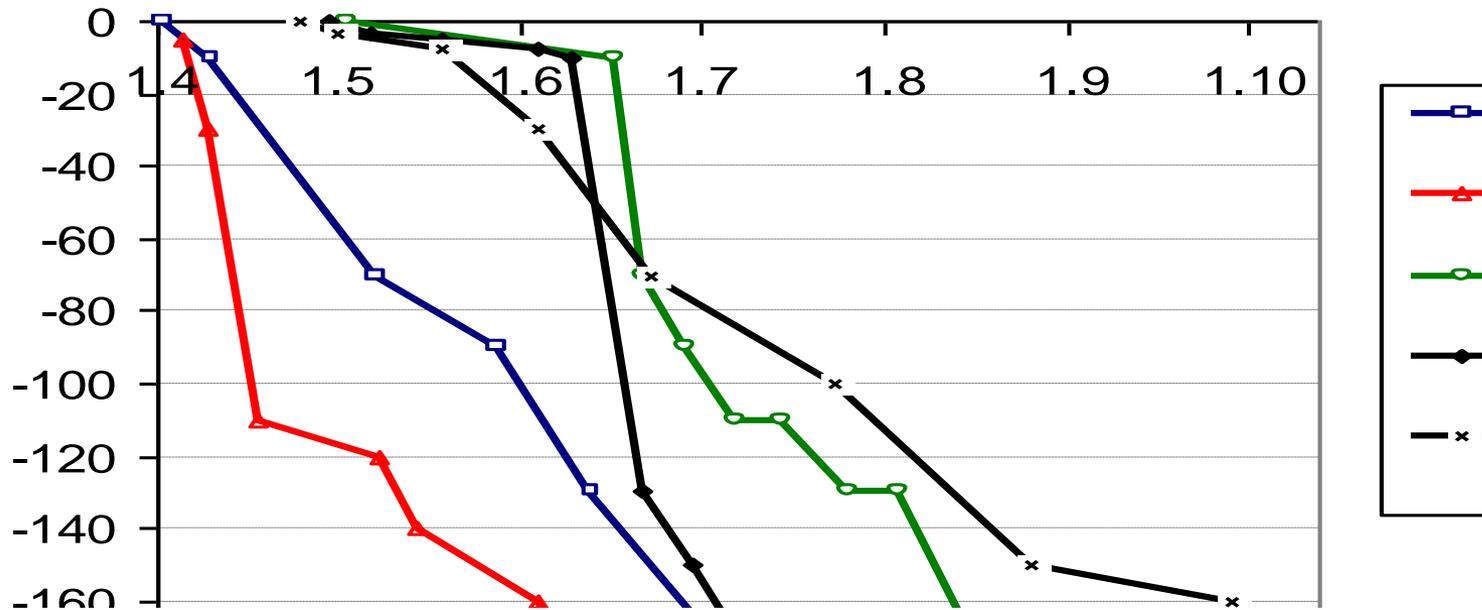
Zeitlicher Verlauf der Entzugstiefen landwirtschaftlicher Kulturen mit flachem bis mitteltiefem Wurzelsystem

(Grundlage für BWB-Gruppen Prof. Dr. D. Roth, Dr. R. Günther)



Zeitlicher Verlauf der Entzugstiefen landwirtschaftlicher Kulturen mit tiefem Wurzelsystem

(Grundlage für BWB-Gruppen Prof. Dr. D. Roth, Dr. R. Günther)



Zusammengefasste Zuordnung der verschiedenen Böden zu Bodenwasserbereitstellungsgruppen in Abhängigkeit von der Speicherfähigkeit des Bodensubstrates und der Wurzelraumtiefe

(Nach Werner u. Roth, in Roth 1991)

Bodenwasserbereitstellungsgruppe	Bodenform (Auszug)
niedrig (n)	Sand-Braunerden, Bergton-Rendzinen (Muschelkalk)
mittel (m)	Berglehm- und Berglöß-Rendzinen, Berglehm-Braunerden, Bergton-Rendzinen (Keuper)
hoch (h)	Parabraunerden, Sandlöss, Löss- und Lehm-Fahlerden über Muschelkalk oder Tonschutt
sehr hoch (sh)	Sandlöss-, Löss- und Lössstieflehm-Schwarzerden

**Gesteuerte Zusatzbewässerung,
Garant für Nährstoffausnutzung,
Sicherheit für Ertrag und Qualität der
Ernteprodukte**

Möglichkeiten der Entscheidungsunterstützung für einen effektiven Bewässerungseinsatz (1)

Bewässerungseinsatzsteuerung auf der Grundlage von **Bodenfeuchtesensoren**

Vorteile:

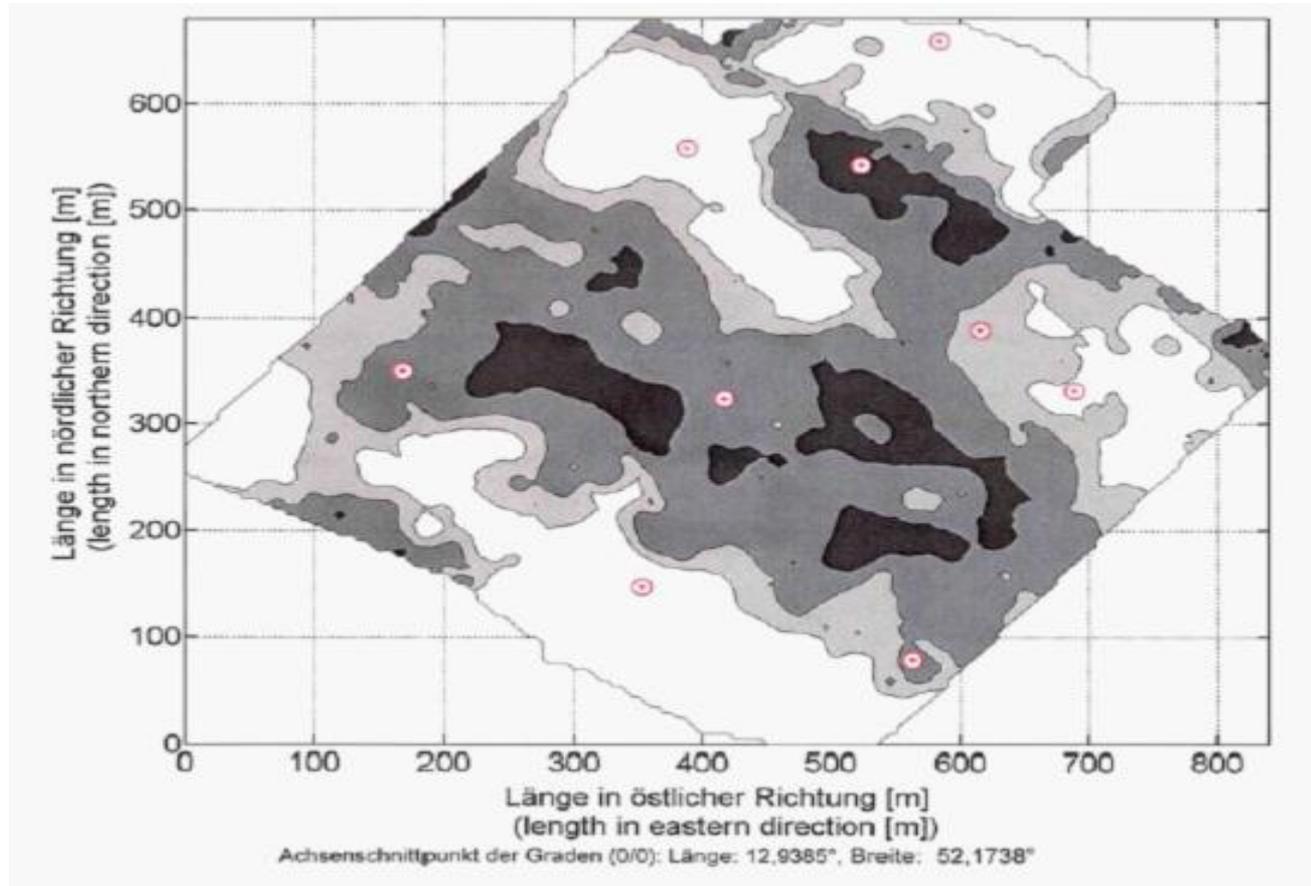
Relativ zuverlässige Information über den **aktuellen Bodenfeuchtezustand** an den einzelnen Messpunkten des Schlages

Nachteile:

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

Informationen über die zu erwartende Bodenfeuchteentwicklung liegen nicht vor.

Flächenheterogenität- wo messen?



Bewässerungsmanagement
mit dem
Entscheidungsunterstützungssystem
IRRIREG

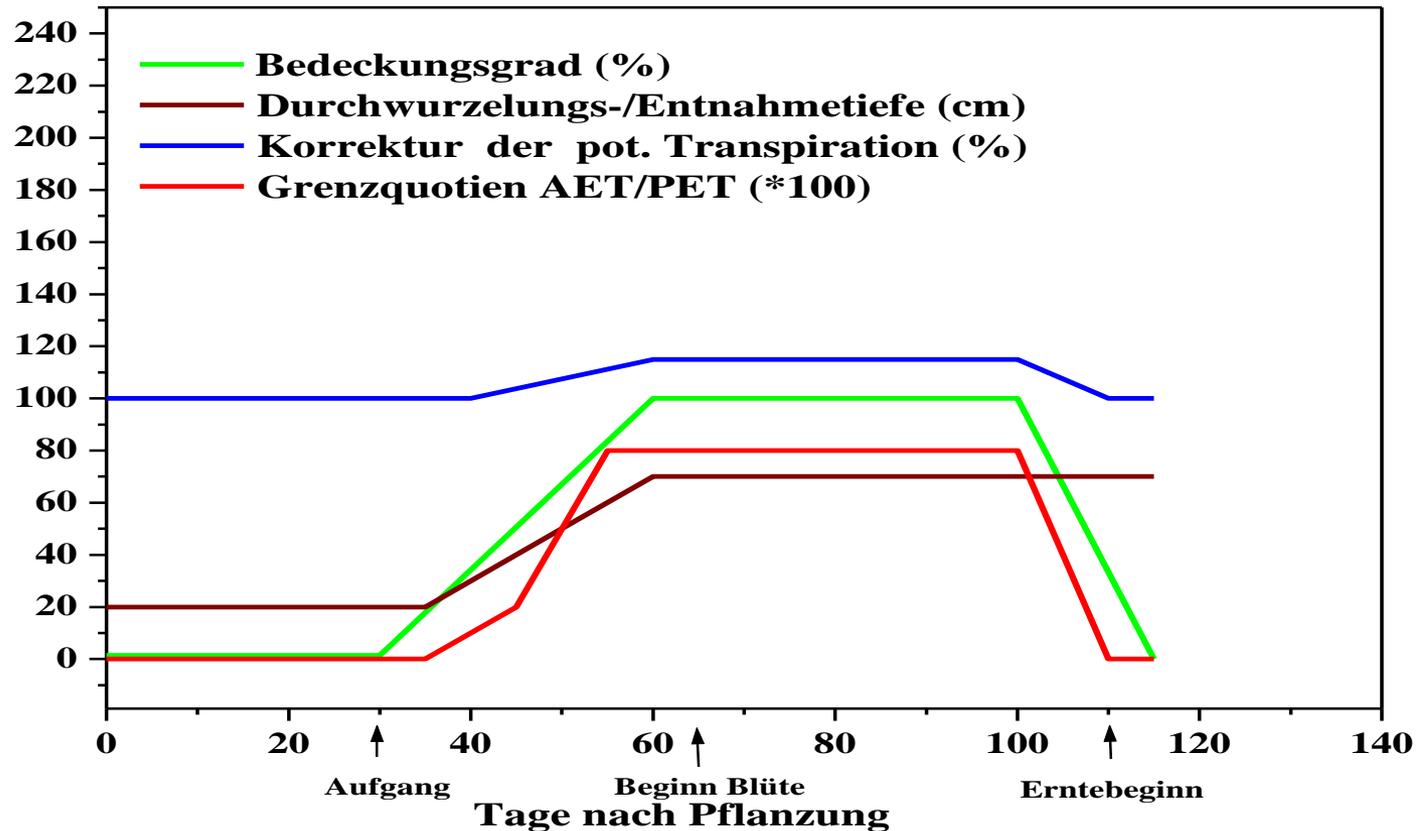
Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Grundlagen in BEREST/IRRIREG

Alle wasserverbrauchsbestimmenden Faktoren eines Pflanzenbestandes werden durch die Steuerkurven bzw. Teilmodelle von BEREST/IRRIREG abgebildet

Wasserverbrauchsbestimmende Faktoren	Realisierung in BEREST / IRRIREG
Verdunstungsanspruch der Atmosphäre	Potentieller Wasserverbrauch des Pflanzenbestandes (Steuerkurve PET-Korrektur)
Entwicklungsstadium und Kondition der Pflanze	Steuerkurven, Bedeckungsgrad und Entzugstiefe
Bodenfeuchtegehalt	Bodenfeuchte-/ Verdunstungsmodell
Stressgrad der Pflanze	Steuerkurve AET/PET-Quotient

Fruchtartenspezifische Steuerkurven

Frühkartoffel
[RG1]

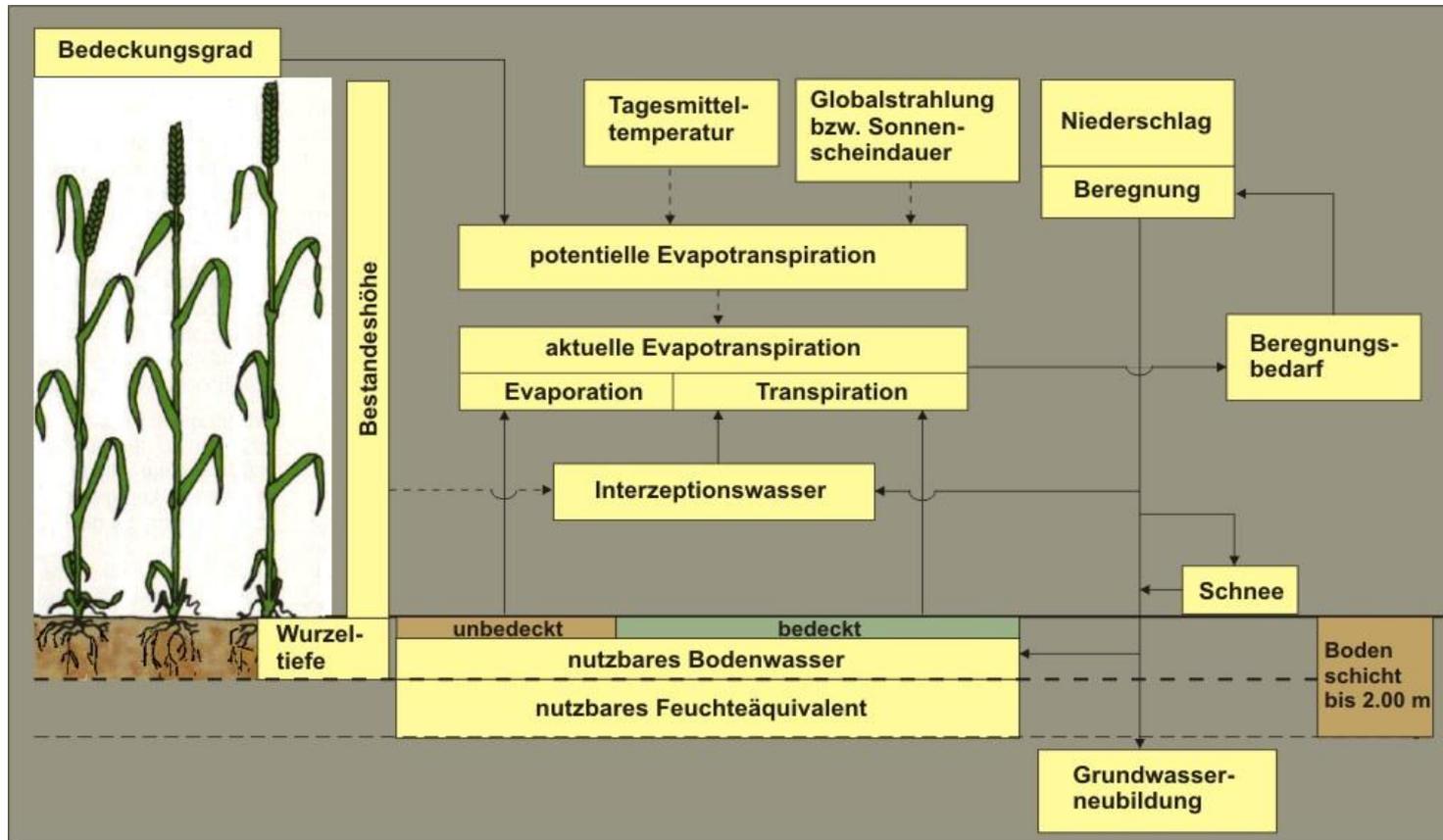


Fruchtartspezifische dynamische Steuerkurven in BEREST / IRRIREG

- ▶ pro Fruchtart liegen für durchschnittliche Wetter- und Wachstumsbedingungen fachlich fundierte Standardsteuerkurven vor für:
 - + Ontogenese [f(Tage nach Aufgang/Pflanzung)]
 - + Bedeckungsgrad [f (Ontogenese)]
 - + Wasserentnahme- bzw. Durchwurzelungstiefe [f(Ontogenese)]
 - + Korrekturfaktor der potenziellen Evapotranspiration [f(Ontogenese)]
 - + AET/PET-Grenzwert [f(Ontogenese)]

- ▶ Eine operative ontogeneseabhängige Anpassung aller Steuerkurven ist schlagbezogen möglich !

- ▶ Steuerkurven **für 186 Fruchtarten** und Anbauformen
 - + Getreide (14)
 - + Hülsenfrüchte (7)
 - + Ölfrüchte (3)
 - + Gemüse (54)
 - + Hackfrüchte (18)
 - + Futterpflanzen (69)
 - + Obst (13)
 - + Sonderkulturen (8)



Mehrschichtenbodenfeuchteevapotranspirationsmodell in IRRIREG (Wenkel & Mirschel 2006)



IRRIREG stellt in Abhängigkeit von

- **der aktuellen Situation des Bodens- und des physiologischen Bestandeszustands**
- **der zu erwartenden Wetterentwicklung der nächsten Tage**
 - **individuelle fruchtart- und schlag- sowie teilschlagbezogene Empfehlungen** für einen effektiven, wassersparenden und umweltschonenden Zusatzwassereinsatz zur Verfügung und
 - **unterstützt den Landwirt, Gärtner und Obstbauer** bei der ökonomischen Analyse und Erfolgskontrolle

Inputdaten für IRRIREG

Schlaggrunddaten

Pflanzenparameter

Witterungsdaten

Startbodenfeuchte

Operative Daten

Schlaggrunddaten

die Schlaggröße

die Hangneigung

der Standorttyp (z.B. Lößbestimmte Schwarzerde / Lö 1a)

die Sicker- und Entzugsgrenzen (FK und PWP)

wenn möglich für 20 Schichten a 1 dm

(für mindesten 3 dm - Bodenschichten bis 1,5 m Tiefe)

Pflanzenparameter

Fruchtart

Voraussichtliche Termine wesentlicher **Entwicklungsstadien**
DC bzw. BBCHB (Aussaat bzw. Pflanzung, Schossen,
Milchreife, Beginn Gelbreife)

Anbauform

Verwendungszweck

Operative Daten

Wetterdaten

Erfassung des Betriebswetters

Niederschlag

Potentielle Verdunstung

Wetterprognose (4-5 Tage vom DWD)

Niederschlag

Höhe der verabreichten Zusatzwassergaben

Bewässerungsempfehlung

Betrieb	Agrargesellschaft "Mustermann" Hausen GmbH		
Rechendatum	06.04.09		

Schlag-Nr.	Bezeichnung	Fruchtart	Entwicklungsstadium am	Bodenfeuchte (% nFK)		Empfehlung			
				aktuell	13.04.12	Gabe		Hinweise	
				0-3 / 3 - 6	0 - 3 / 3 - 6	Nr.	optimal	maximal	
001-01	Hinter Schulze	Stärkekartoffeln RG4	Pflanzung am 11.04.	79 / 93	67 / 89	0	0 mm	13 mm	Schlagkraft erhöhen
001-02	Im Sand	Industriemöhren	Aufgang am 02.04.	72 / 94	65 / 84	0	0 mm	12 mm	Entwicklungsstadium außerhalb
002-01	Hinze	Körnermais	Aussaat am 21.04.	74 / 94	84 / 95	0	0 mm	12 mm	Entwicklungsstadium außerhalb

Wetterprognose	Datum	Niederschlag	Verdunstung
	06.04.09	00 mm	2.5 mm
	07.04.09	00 mm	3 mm
	08.04.09	00 mm	2.5 mm
	09.04.09	00 mm	2 mm

Grundlagen von IRRIRIREG

IBSB 1

Rechnerische Verfolgung u. Prognose der Bodenfeuchte anhand des Mehrschichten-Bodenfeuchte- und Evapotranspirationsmodells nach KOITZSCH/GLUGLA
Berechnung des zweckmäßigen Einsatztermins der der Berechnungstechnik sowie der Gabenhöhe je Schlag

KOITZSCH & GLUGLA

Mehrschichten Bodenfeuchte- und Evapotranspirationsmodell

BEREST 8x

IBSB 2
plus
Reduzierung der unproduktiven Versickerung
Berechnung des prognostischen Zusatzwasserbedarfes

BEREST 90

plus
Programmanwendung auf Personalcomputern
Entwicklung von Steuerkurven für neue landwirtschaftliche und gartenbauliche Fruchtarten

IRRIREG

1982 Anwendung auf 290.000 ha, d.h. ca. 68 % der erschlossenen Beregnungsfläche

1988 Anwendung auf 346. 000 ha = 528 Betriebe der Pflanzenproduktion der DDR

• bis 1960

• 1972 • Anfang der 80er

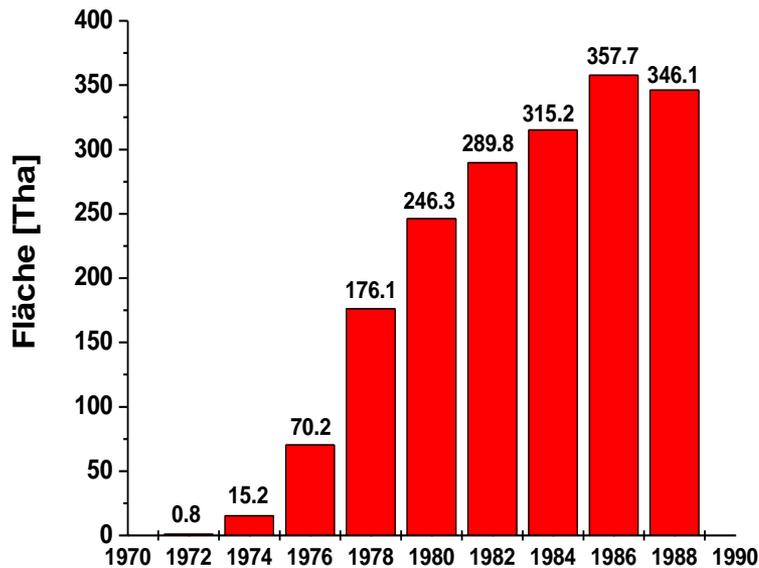
• Mitte der 80er

• Anfang der 90er

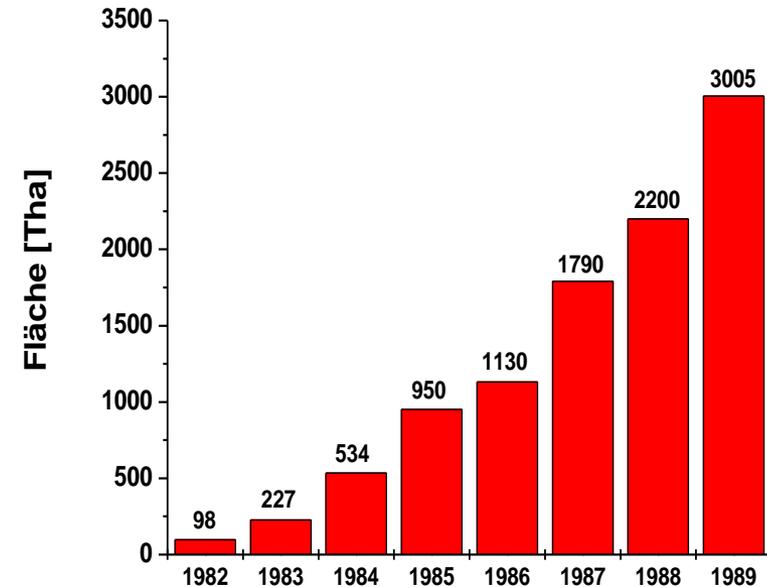
• ab 2006

Anwendung der Beregnungseinsatzsteuerung mit BEREST - Vergangenheit (1975 bis 1990) -

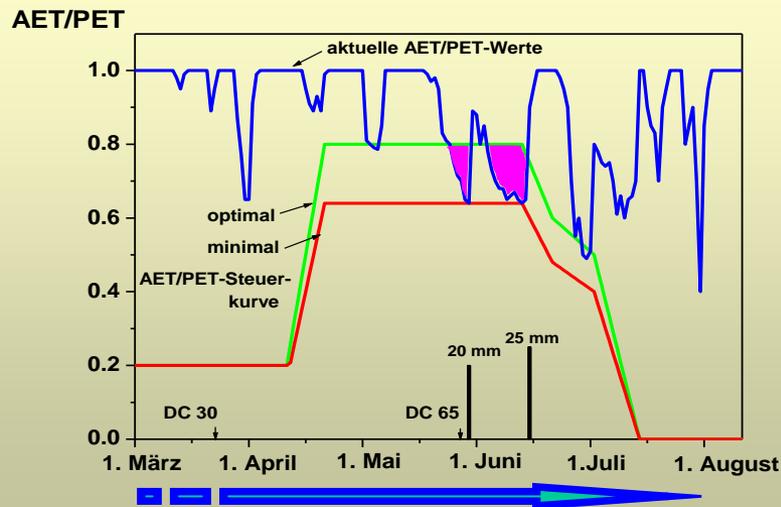
Gebiet der ehemaligen DDR



Gebiet der ehemaligen Sowjetunion



Steuerstrategie von IRRIREG



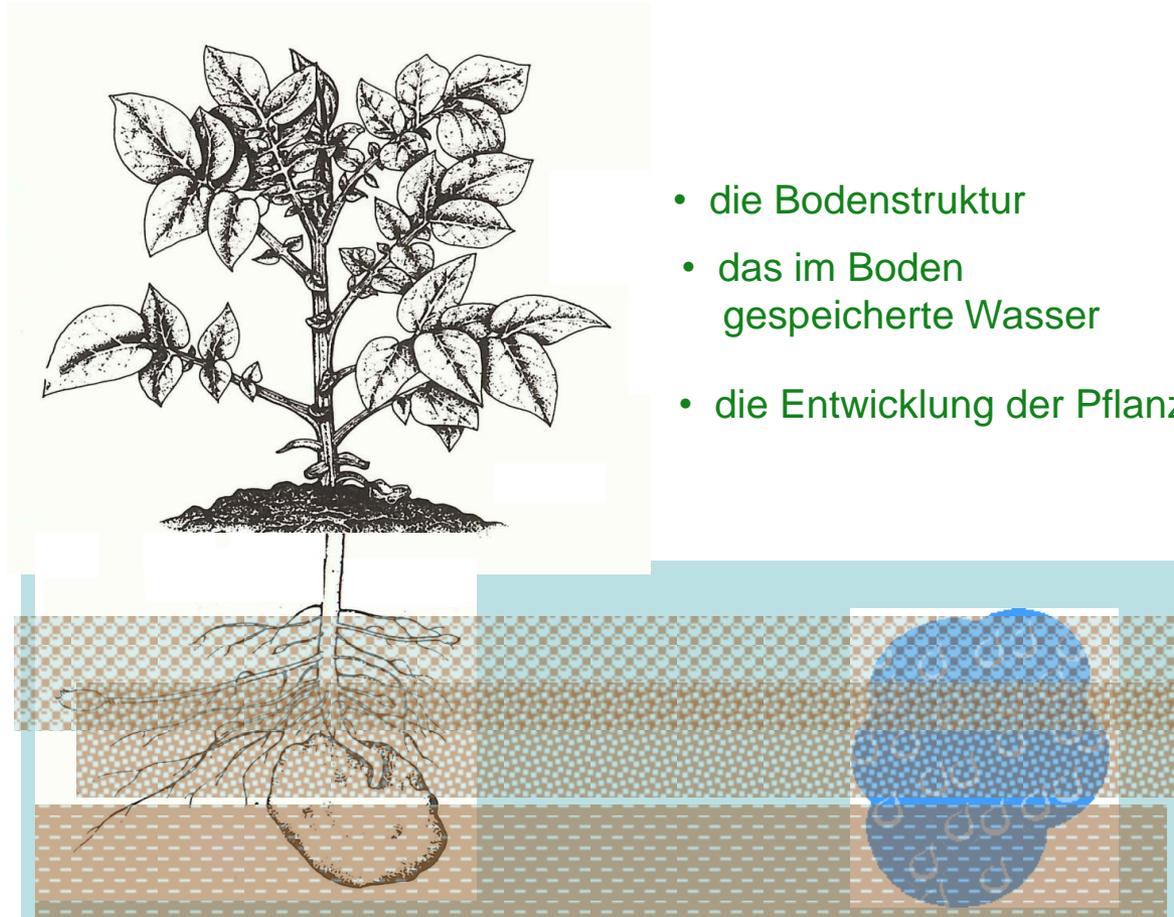
Entwicklungsstadium
Beginn Absterben



Zeichnungen (Pflanzen) aus: ISBN 3-9520749-2-6 Bayer, BBA und IVA 1993

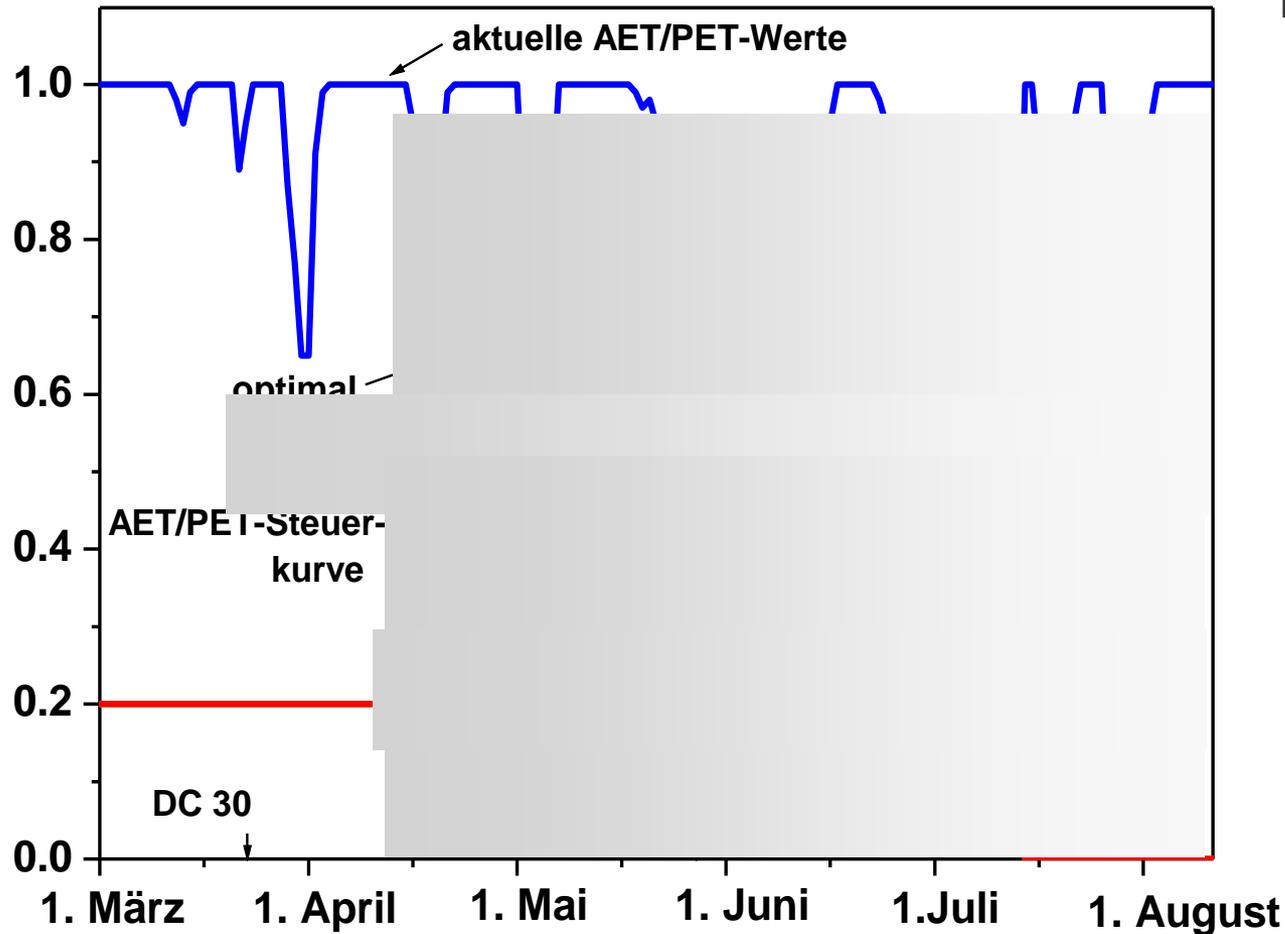
IRRIGAMA - Projektgesellschaft

Naturwissenschaftliche Grundlagen von IRRIREG

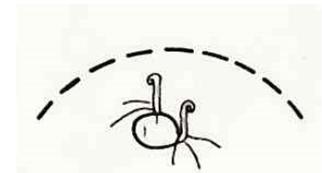


Zeichnungen (Pflanzen) aus: ISBN 3-9520749-2-6 Bayer, BBA und IVA 1993

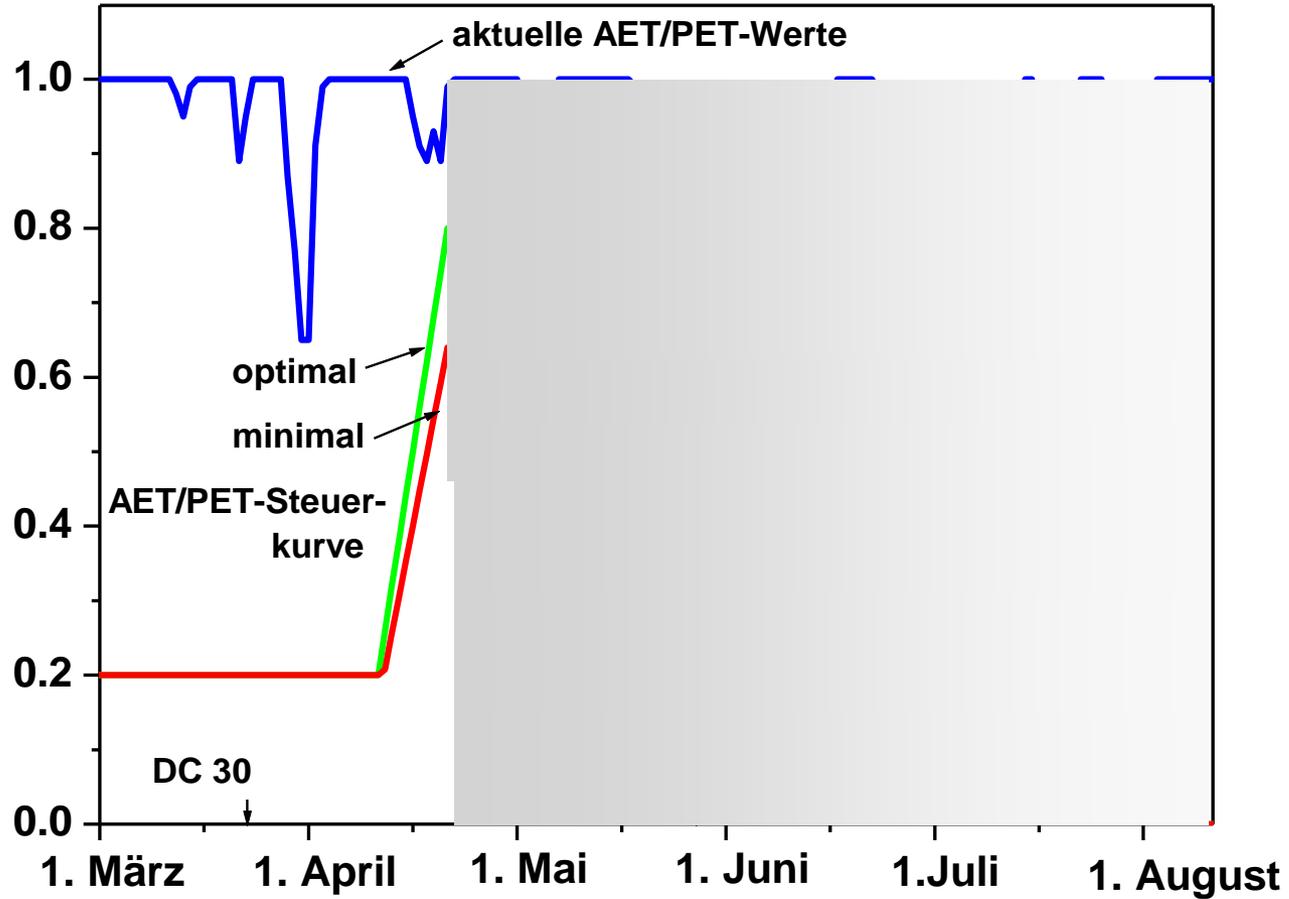
AET/PET



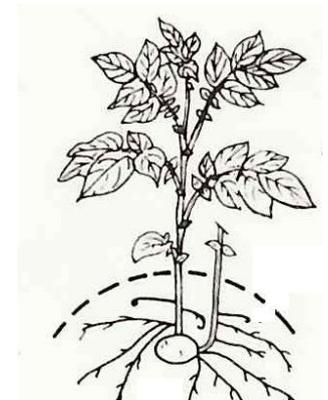
Entwicklungsstadium
Keimung



AET/PET

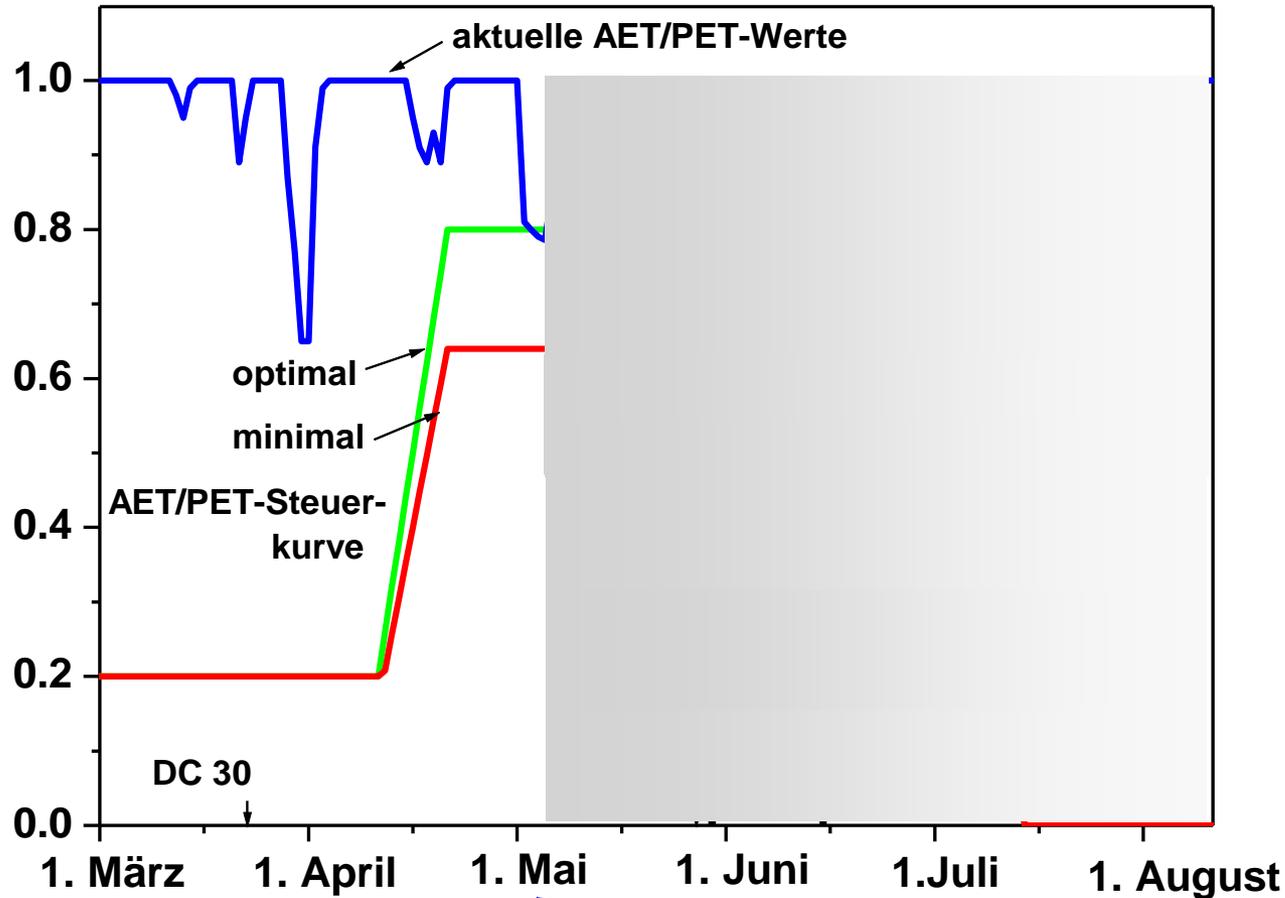


Entwicklungsstadium Blattentwicklung



Zeichnungen (Pflanzen) aus: ISBN 3-9520749-2-6 Bayer, BBA und IVA 1993

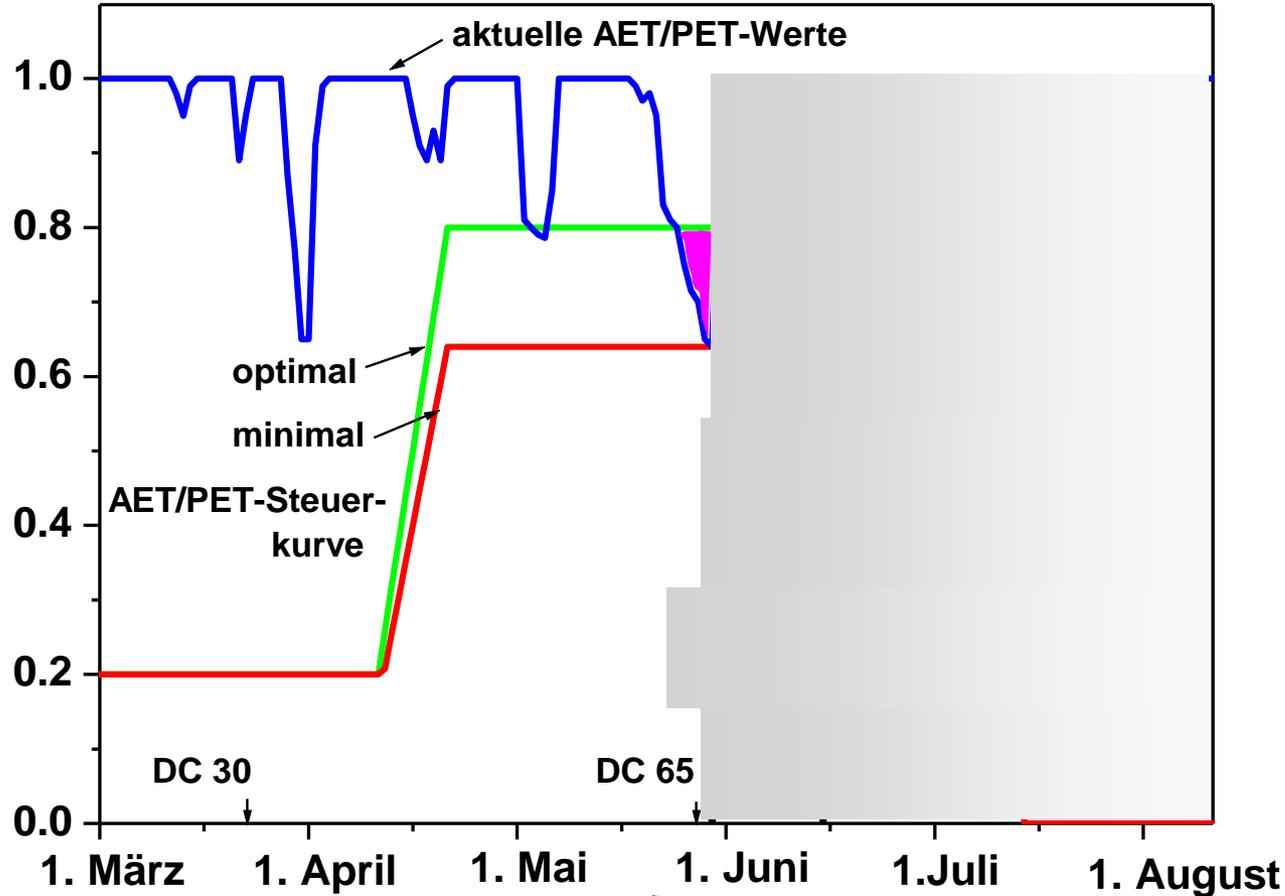
AET/PET



Entwicklungsstadium Blütenanlagen



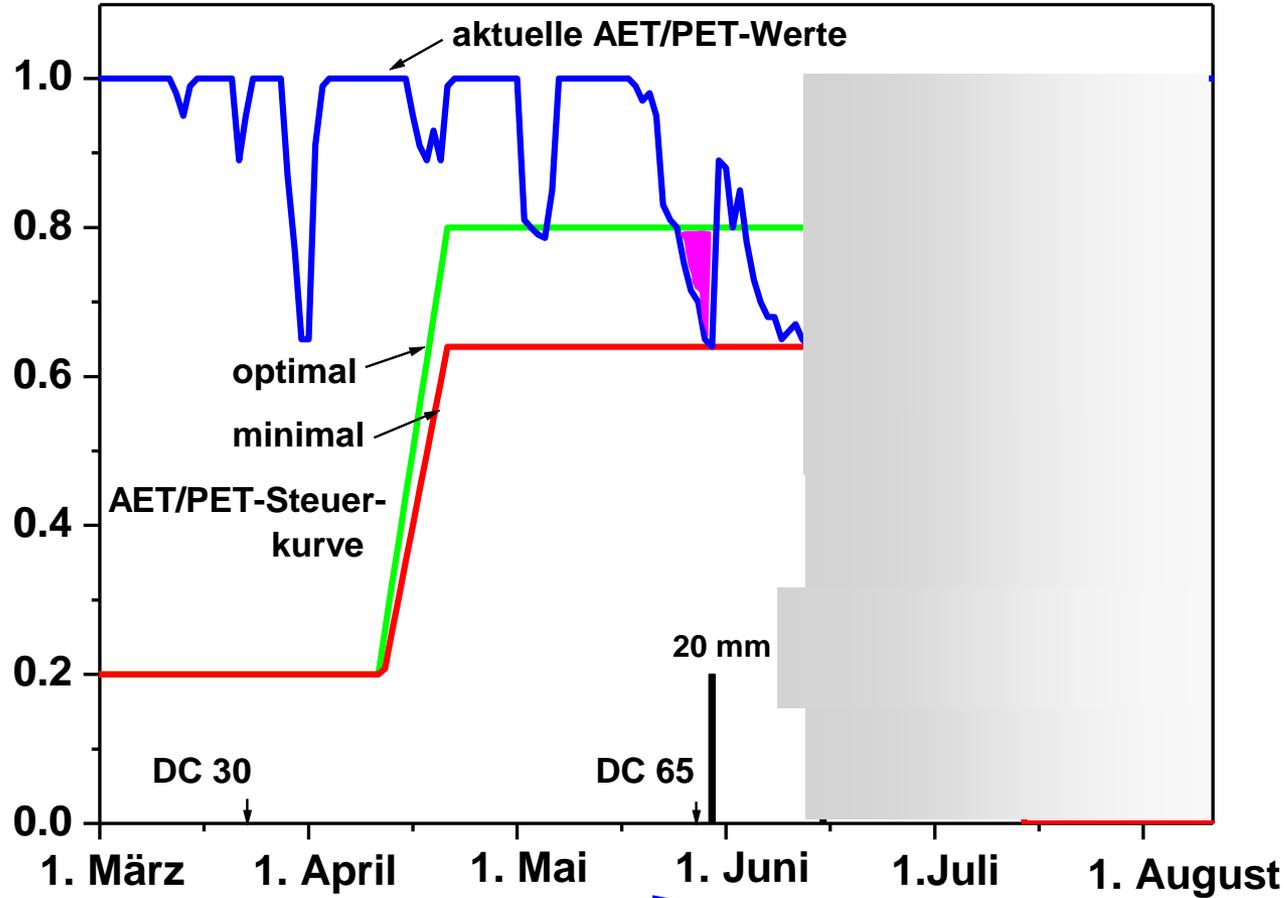
AET/PET



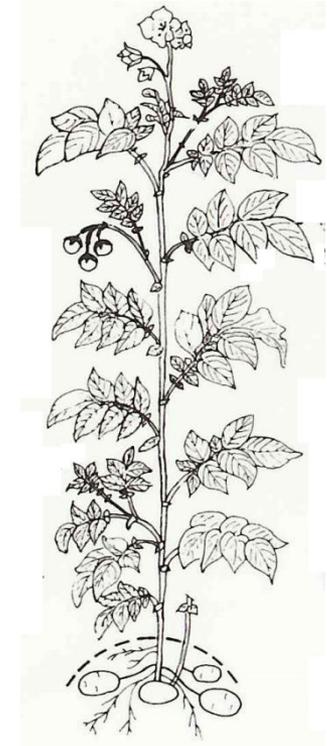
Entwicklungsstadium Fruchtentwicklung



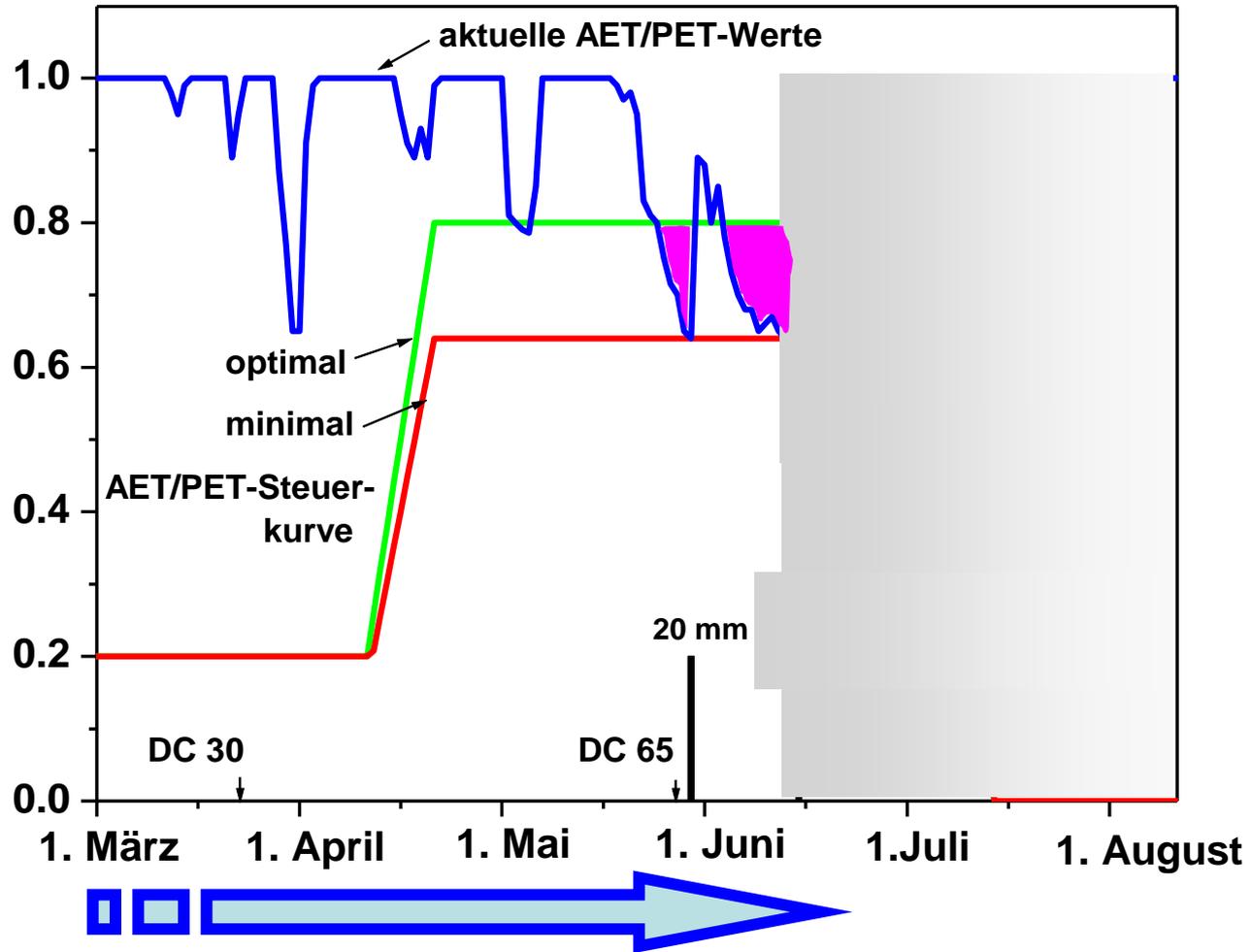
AET/PET



Entwicklungsstadium Fruchtentwicklung



AET/PET

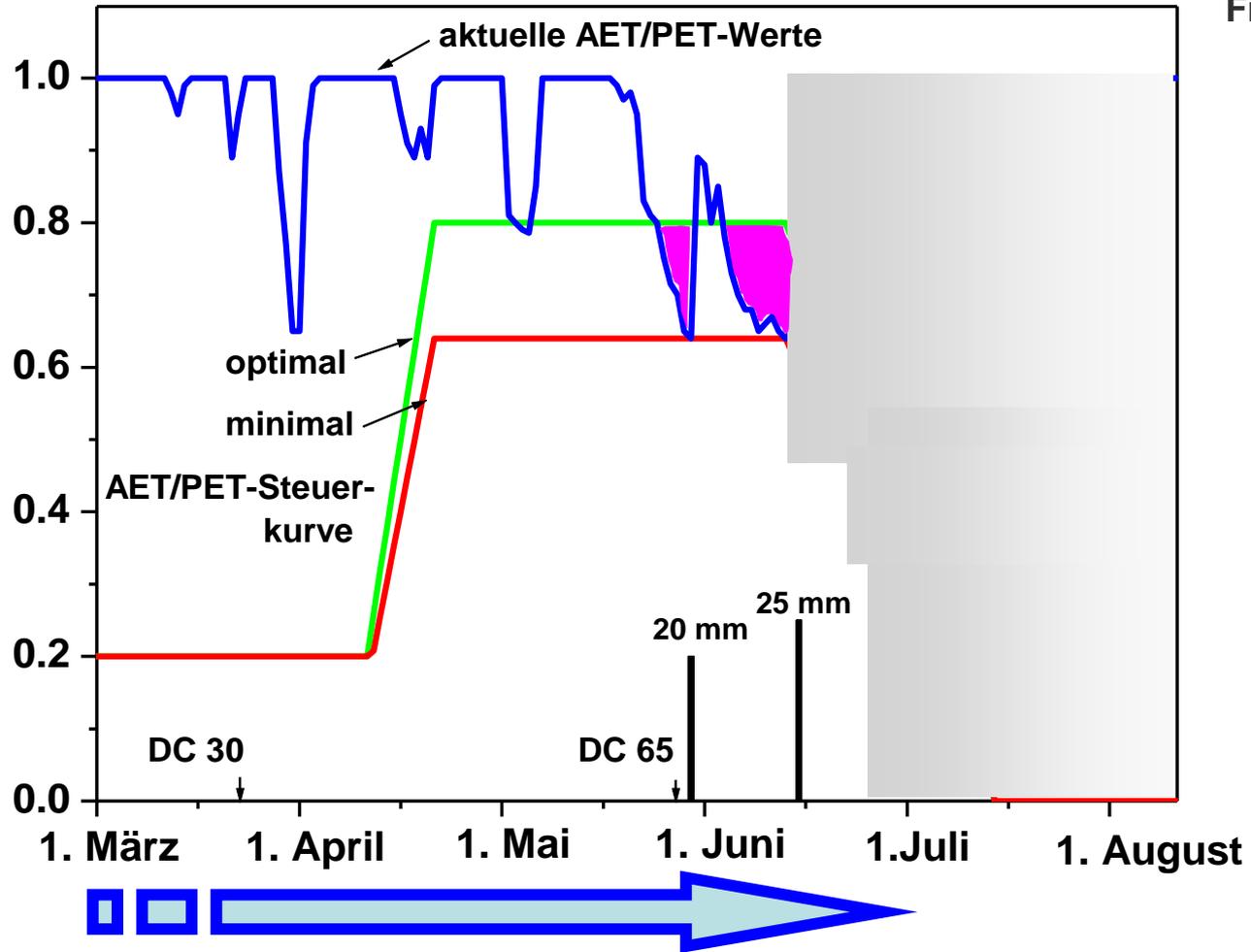


Entwicklungsstadium Fruchtentwicklung

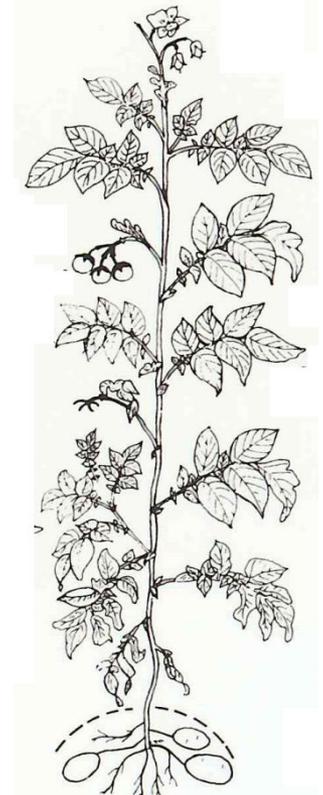


Zeichnungen (Pflanzen) aus: ISBN 3-9520749-2-6 Bayer, BBA und IVA 1993

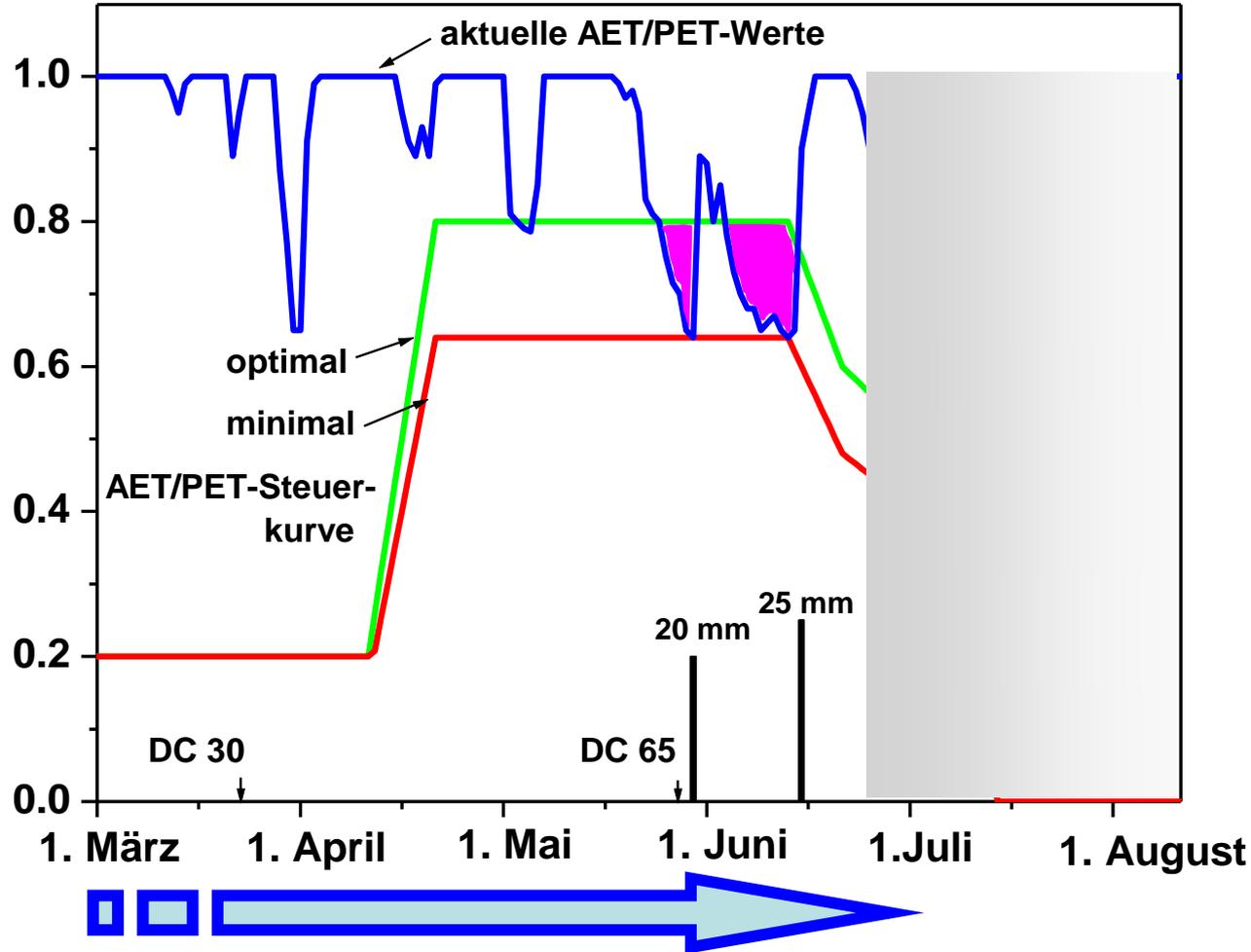
AET/PET



Entwicklungsstadium Frucht- und Samenreife



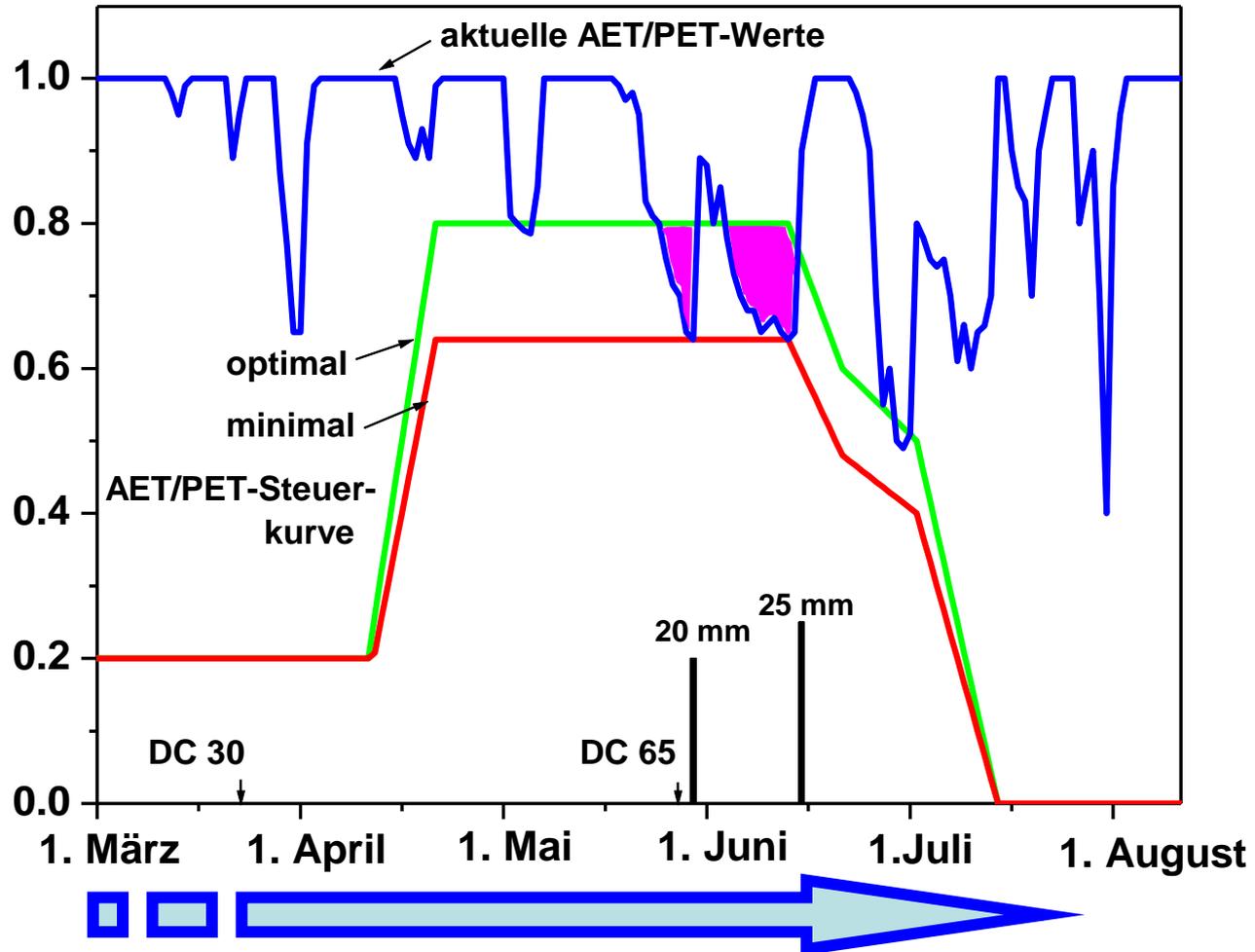
AET/PET



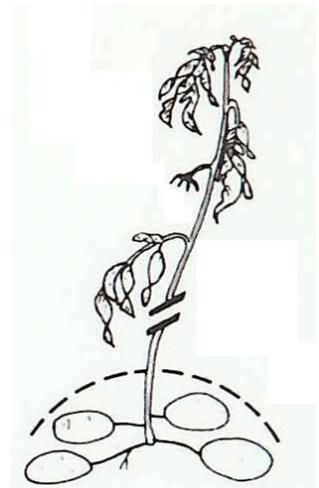
Entwicklungsstadium Absterben - Beginn



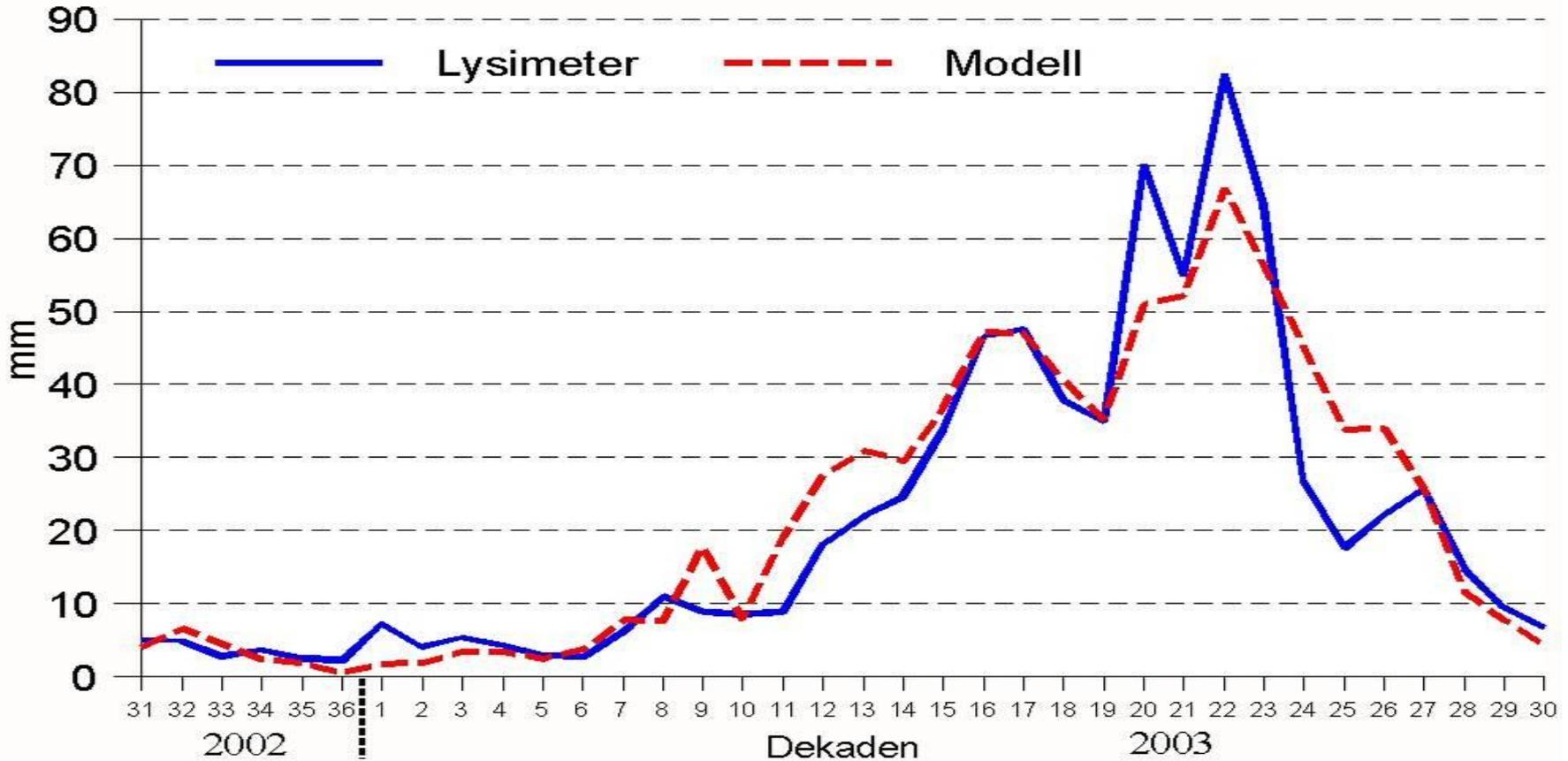
AET/PET



Entwicklungsstadium Absterben

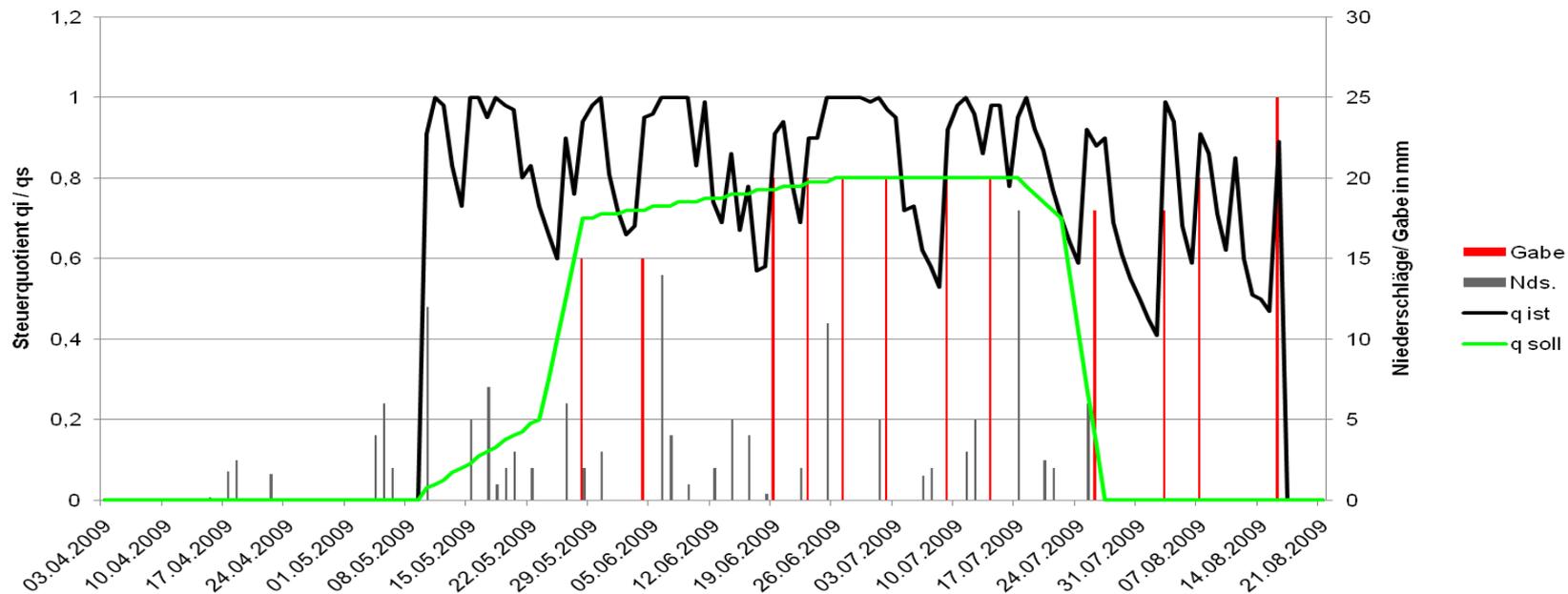


Vergleich zwischen der gemessenen und berechneten Verdunstung - Hydrologisches Jahr 2002 / 03; Fruchtart Zwiebeln



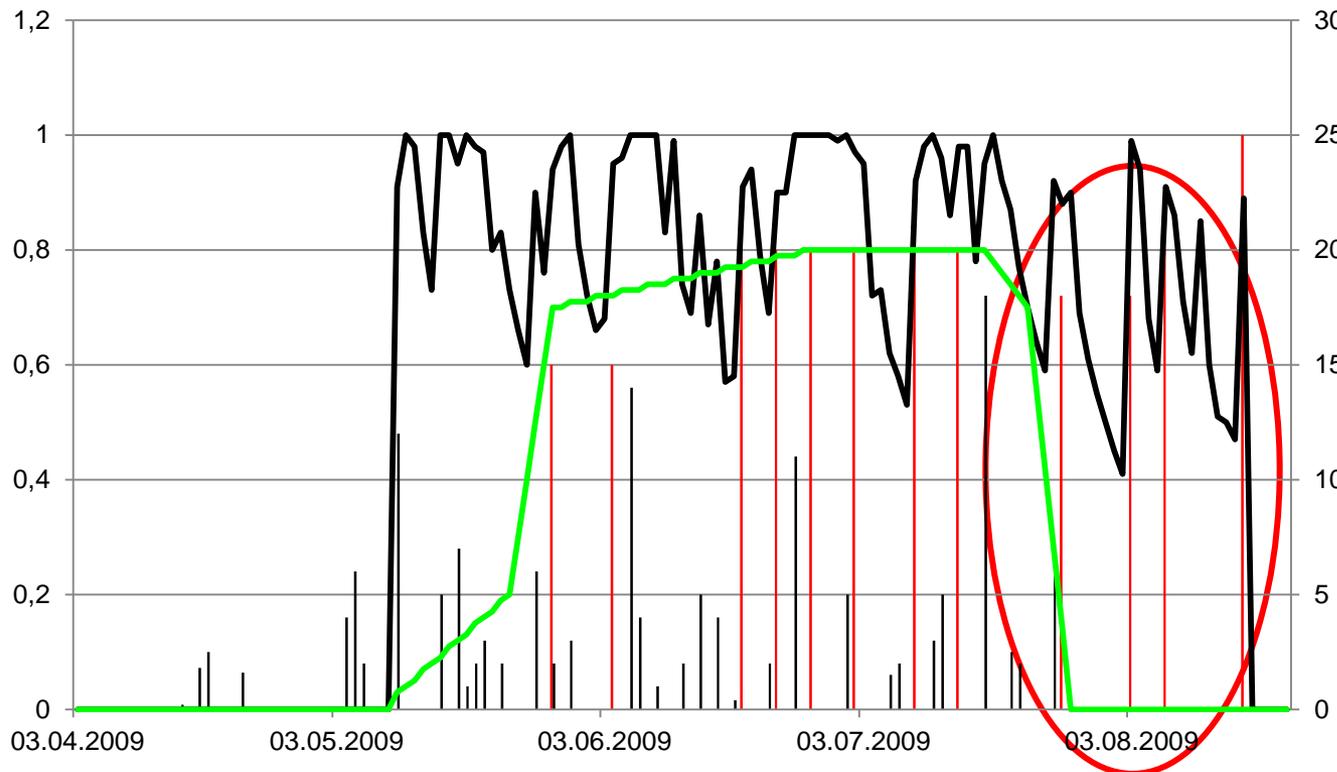
Kundenberatung (Abschlussbericht mit IRRISIM)

AET / PET Quotienten berechnet von IRRISIM – real aufgezeichnete Daten -



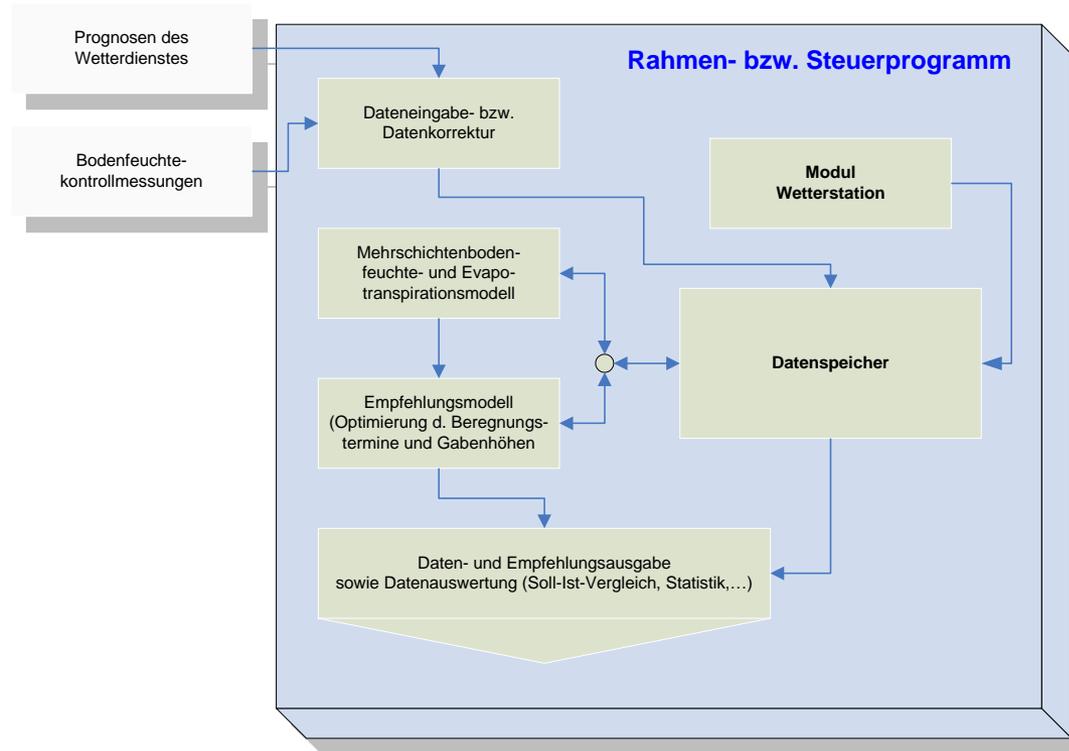
Kundenberatung (Rückschluss aus dem Abschlußbericht)

Vergleich „AET/PET-Quotienten“ real mit Modellberechnung

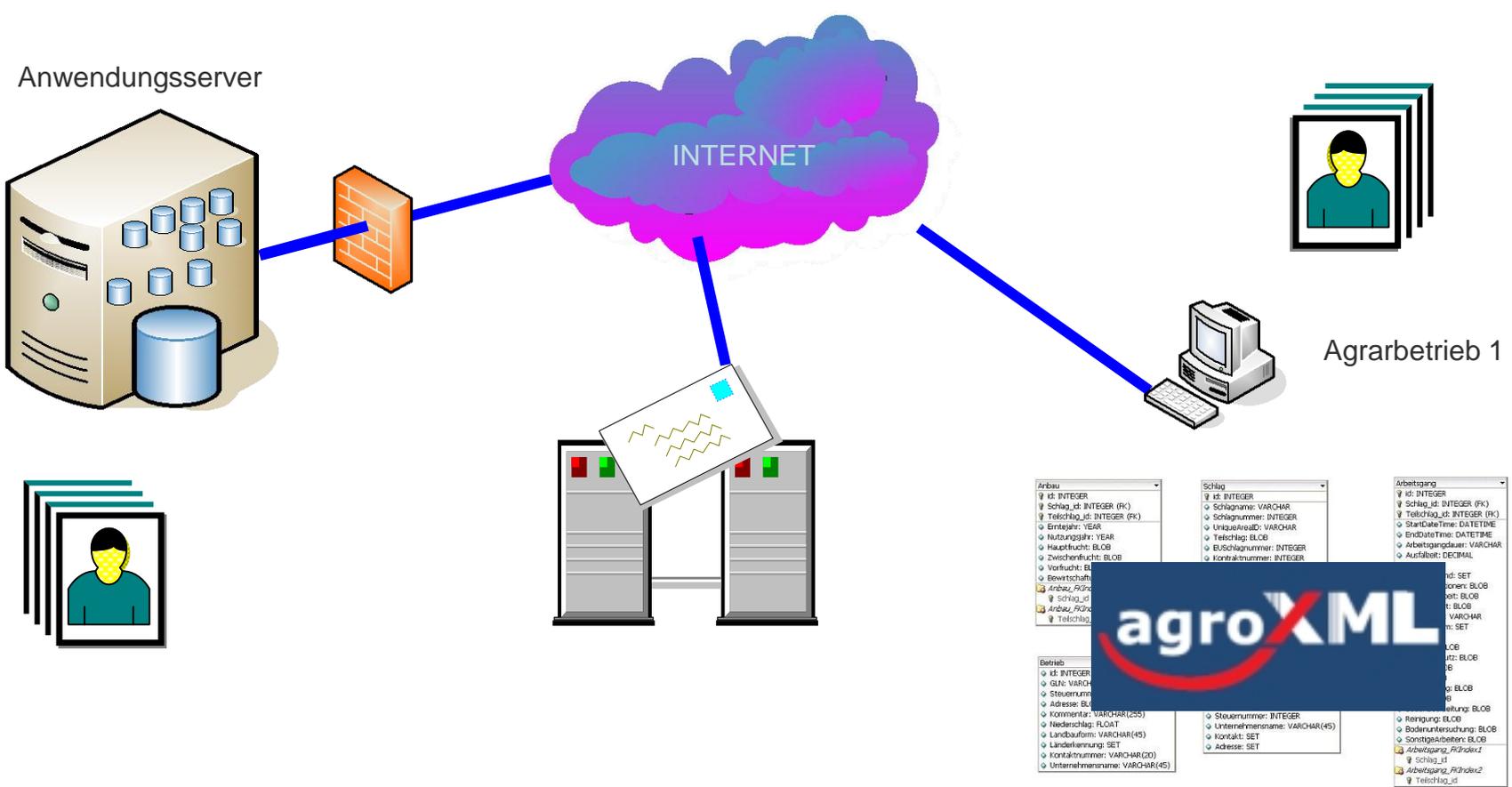


Rückschluss:

am Ende der Vegetationsperiode wird q_{ist} zu lange auf einem zu hohen Niveau gehalten



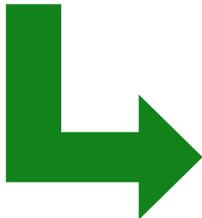
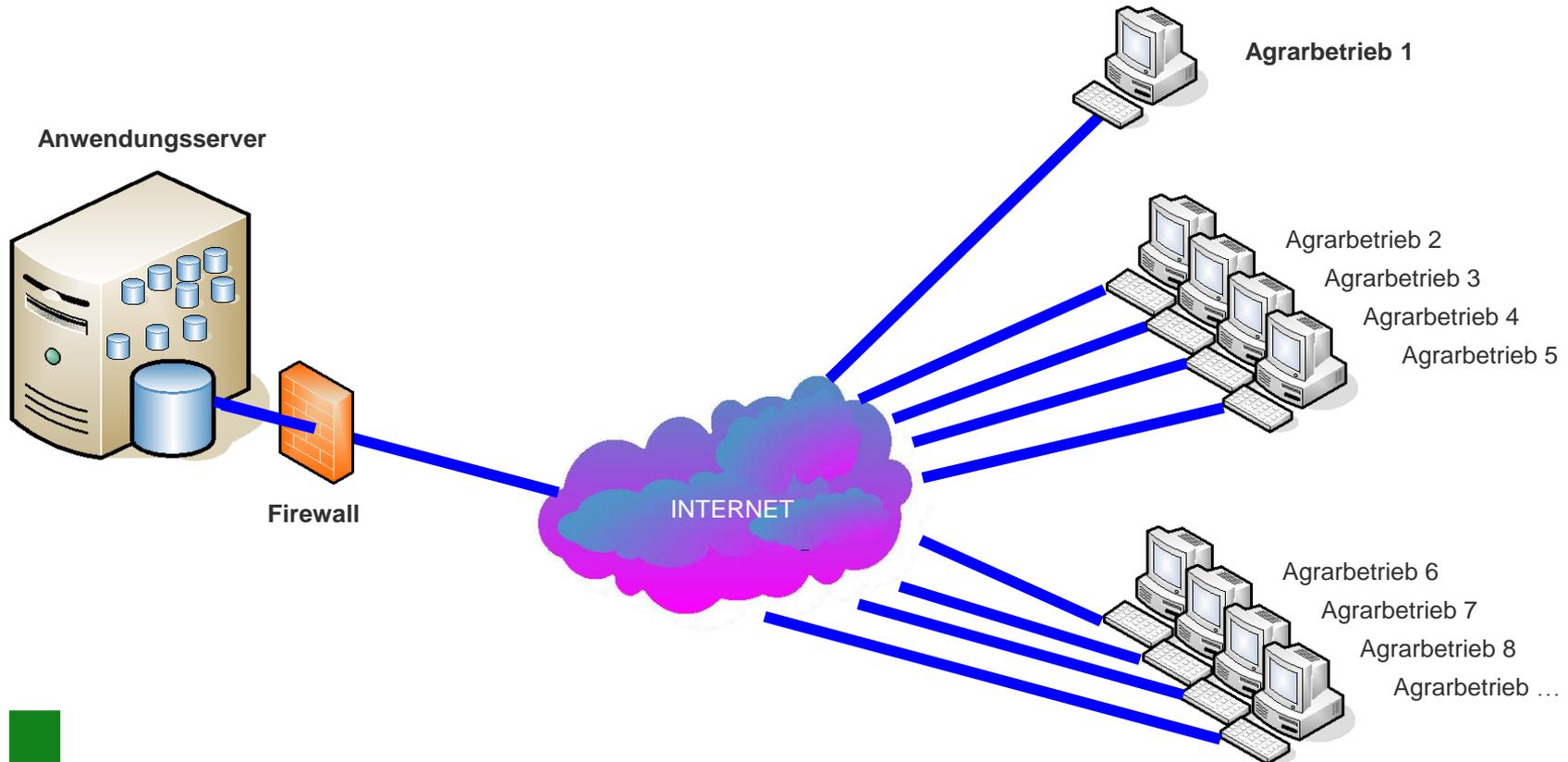
IRRIREG → Daten von hier und da...



Anbau	Schlag	Arbeitsgang
<ul style="list-style-type: none"> id: INTEGER Schlag_id: INTEGER (FK) Teilschlag_id: INTEGER (FK) Erntejahr: YEAR Wartungsjahr: YEAR Hauptflucht: BLOB Zwischenflucht: BLOB Vorkult: BLOB Bewirtschaft: Anbau_Fldc: Schlag_id: Anbau_Fldc: Teilschlag: 	<ul style="list-style-type: none"> id: INTEGER Schlagname: VARCHAR Schlagnummer: INTEGER UniquenrId: VARCHAR Teilschlag: BLOB EU_Schlagnummer: INTEGER Kontraktnummer: INTEGER 	<ul style="list-style-type: none"> id: INTEGER Schlag_id: INTEGER (FK) Teilschlag_id: INTEGER (FK) StartDateTime: DATETIME EndDateTime: DATETIME Arbeitsgangdauer: VARCHAR Ausfahrt: DECIMAL
<ul style="list-style-type: none"> id: INTEGER GLN: VARCHAR Steuernummer: Adresse: BLOB Kommentar: VARCHAR(255) Niederschlag: FLOAT Landlaufname: VARCHAR(45) Länderkennung: SET Kontraktnummer: VARCHAR(20) Unternehmensname: VARCHAR(45) 	<ul style="list-style-type: none"> Steuernummer: INTEGER Unternehmensname: VARCHAR(45) Kontrakt: SET Adresse: SET 	<ul style="list-style-type: none"> id: SET sonen: BLOB art: BLOB t: BLOB VAROCHAR VAROCHAR SET LOB rtz: BLOB EB g: BLOB g: Belichtung: BLOB Reinigung: BLOB Bodenuntersuchung: BLOB Schrittarbeiten: BLOB Arbeitsgang_Fldc: Schlag_id Arbeitsgang_Fldc: Teilschlag_id

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
 KTBL www.agroxml.de

IRRIREG → immer sicher erreichbar



- Die Datenübertragung erfolgt verschlüsselt!

Zusammenfassung

- ▶ **Integration eines dynamischen Mehrschichtenbodenfeuchte- und Evapotranspirationsmodells für unterschiedliche Böden**
- ▶ Verwendung der geeigneten Wasserbedarfsgröße - **AET/PET** – als Steuergröße
- ▶ Verwendung ontogeneseabhängiger pflanzenphysiologisch begründeter **Steuerkurven**, fußend auf teilweise **über 20-jährigem Erfahrungswissen**
- ▶ Steueralgorithmus zum **sparsamen Wassereinsatz** sowie zur **Minimierung von Versickerung** und damit N-Auswaschung
- ▶ Berücksichtigung **aktueller und prognostischer Wetter- und Pflanzenentwicklung**
- ▶ Berücksichtigung von Größen zur Berechnungstechnik
- ▶ **Anpassung** aller wichtigen Größen (Bodenfeuchte, Ontogenese) **an tatsächliche Zustände** (Messwerte) möglich
- ▶ Große Anwendungsbreite (Ackerkulturen, Grünland, Gemüse, Obst, Sonderkulturen)
- ▶ **Übertragbarkeit auf andere Standorte und Klimate ist nachgewiesen** (Deutschland, Russland, Ukraine, Usbekistan)



Technische Zielsetzung



Tropfbewässerung



Kreisberegnungs-
maschine



Mobile Tropfbewässerung

**Es kommt nicht darauf an, die Zukunft vorherzusagen, sondern
es kommt darauf an, auf die Zukunft vorbereitet zu sein.**
Perikles, 500 v. Chr. (griechischer Philosoph)

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit !