

# Aktuelle Aspekte der Bewässerungssteuerung

- 1. Warum Bewässerung steuern?**
- 2. Bewässerungsversuche im Fachgebiet  
Gemüsebau der Forschungsanstalt Geisenheim**
- 3. Methoden der Bewässerungssteuerung**
  - 1. Überblick**
  - 2. Bodenfeuchtesensoren**
  - 3. Klimatische Wasserbilanz**
- 4. Kalkulation des Wasserbedarfs von Gemüse in  
Deutschland**



## 1. Warum Bewässerung steuern?

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.

### 1. Warum Bewässerung steuern?

Der sachgerechte Zusatzwassereinsatz erfordert die Berücksichtigung einer Vielzahl von Faktoren, die in ihrer Komplexität kaum manuell zu beherrschen sind.

Fehler der Bewässerungssteuerung sind nur sichtbar, wenn extrem falsch gehandelt wird. Darum wird für den Anbauer nicht direkt erkennbar, was er an Erträgen und eventuell an Wasserressourcen verschenkt.

Methoden, Programme und internetbasierte Systeme nehmen dem Anbauer die Entscheidungsfindung zum Wassereinsatz nicht ab, jedoch sie unterstützen ihn, das Risiko von Fehlentscheidungen zu vermindern.

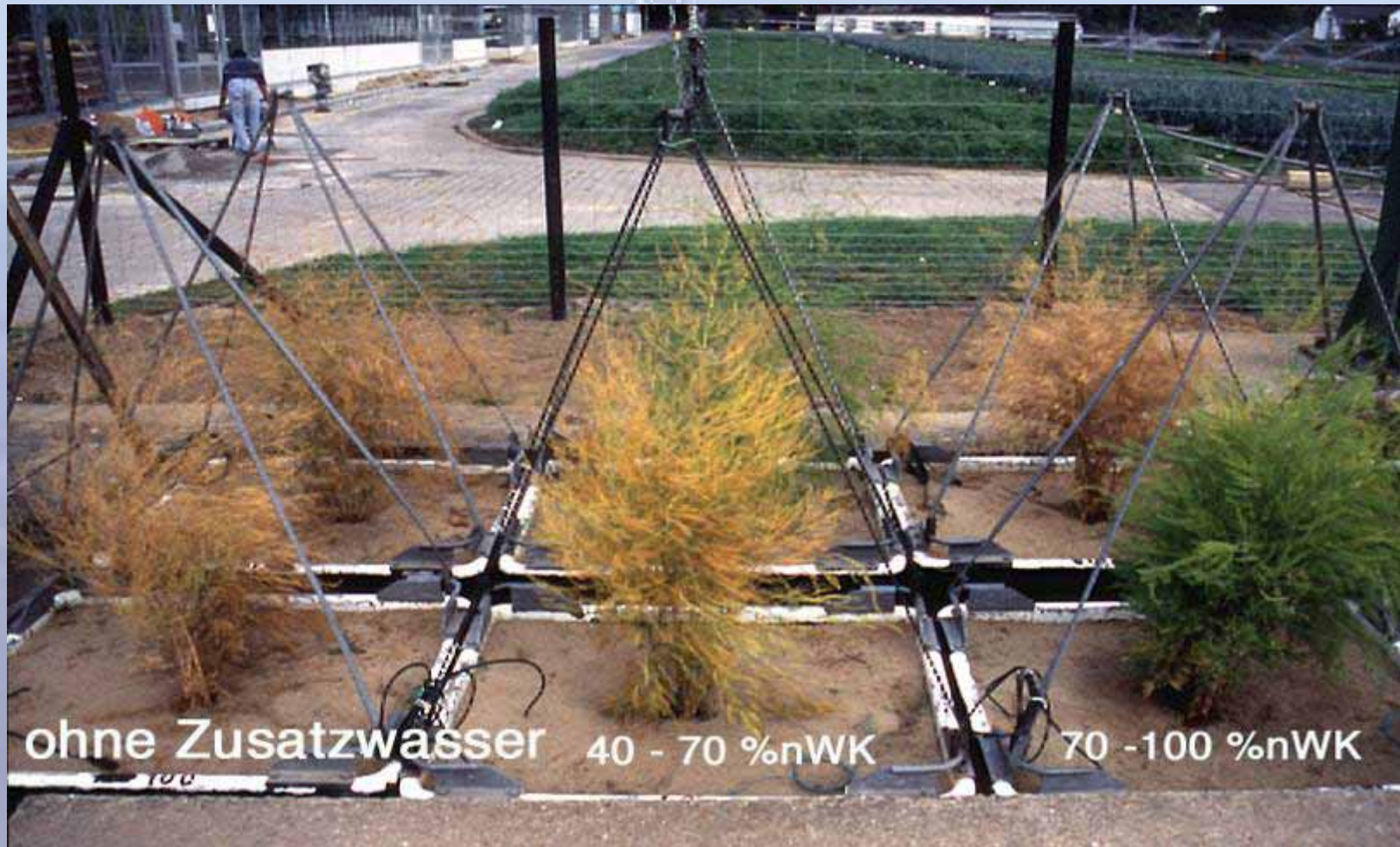
Die Chance, durch objektiv gesteuerte Bewässerung den Anbauerfolg zu vergrößern ist größer als oftmals angenommen, wie zahlreiche Versuchsergebnisse belegen.

## 2. Untersuchungen zum Wasserbedarf Lysimeter Geisenheim



## 2. Untersuchungen zum Wasserbedarf

### Lysimeter Geisenheim:



## 2. Untersuchungen zum Wasserbedarf



## 2. Untersuchungen zum Wasserbedarf

### Test von Bodenfeuchtesensoren



## 2. Untersuchungen zum Wasserbedarf

### Wasserpotentialmessung



# 3. Bewässerungssteuerung

## 3.1. Überblick

### Was heißt Bewässerung steuern?

Bewässerung steuern, heißt zu entscheiden,

- ab wann
- mit welchen Einzelgaben und
- in welchen Zeitintervallen
- nach objektiven Kriterien

zu bewässern ist.

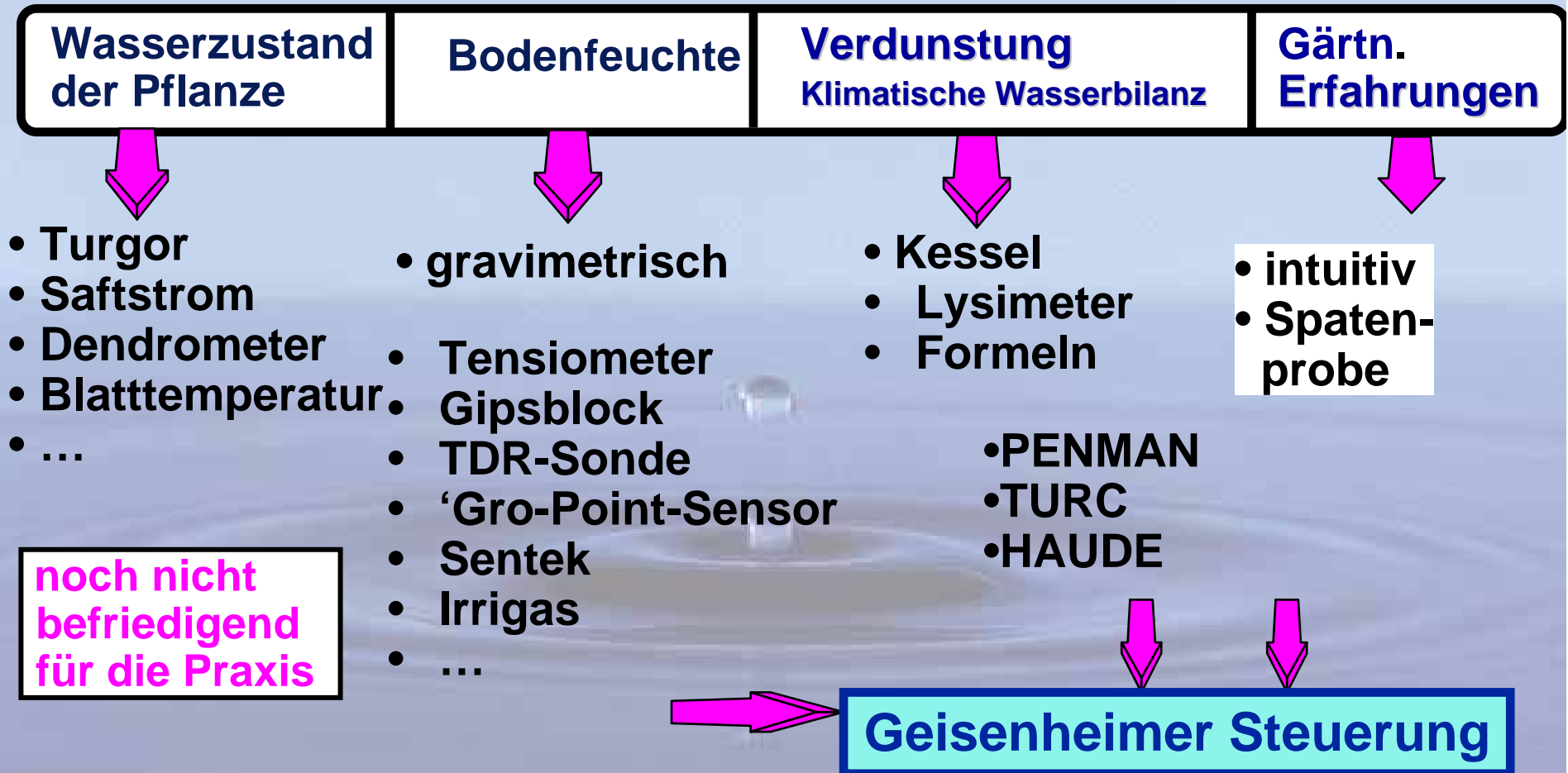


## Aktuelle Aspekte der Bewässerungssteuerung

### Ziel der Bewässerungssteuerung

- Ziel der Bewässerungssteuerung ist es, das Wasser in der Menge und Verteilung zu applizieren, dass das der vermarktungsfähige Anteil der Pflanze optimal und in ausreichender Menge/Flächeneinheit ausgebildet wird und der Wassereinsatz umweltschonend erfolgt (EU-Wasserrecht).
- Die einzusetzende Gesamtwassermenge wird durch ökonomische Aspekte, aber auch zunehmend durch die verfügbare Wassermenge begrenzt.

# 3. Steuern der Bewässerung im Freiland - Überblick



# Steuern der Bewässerung

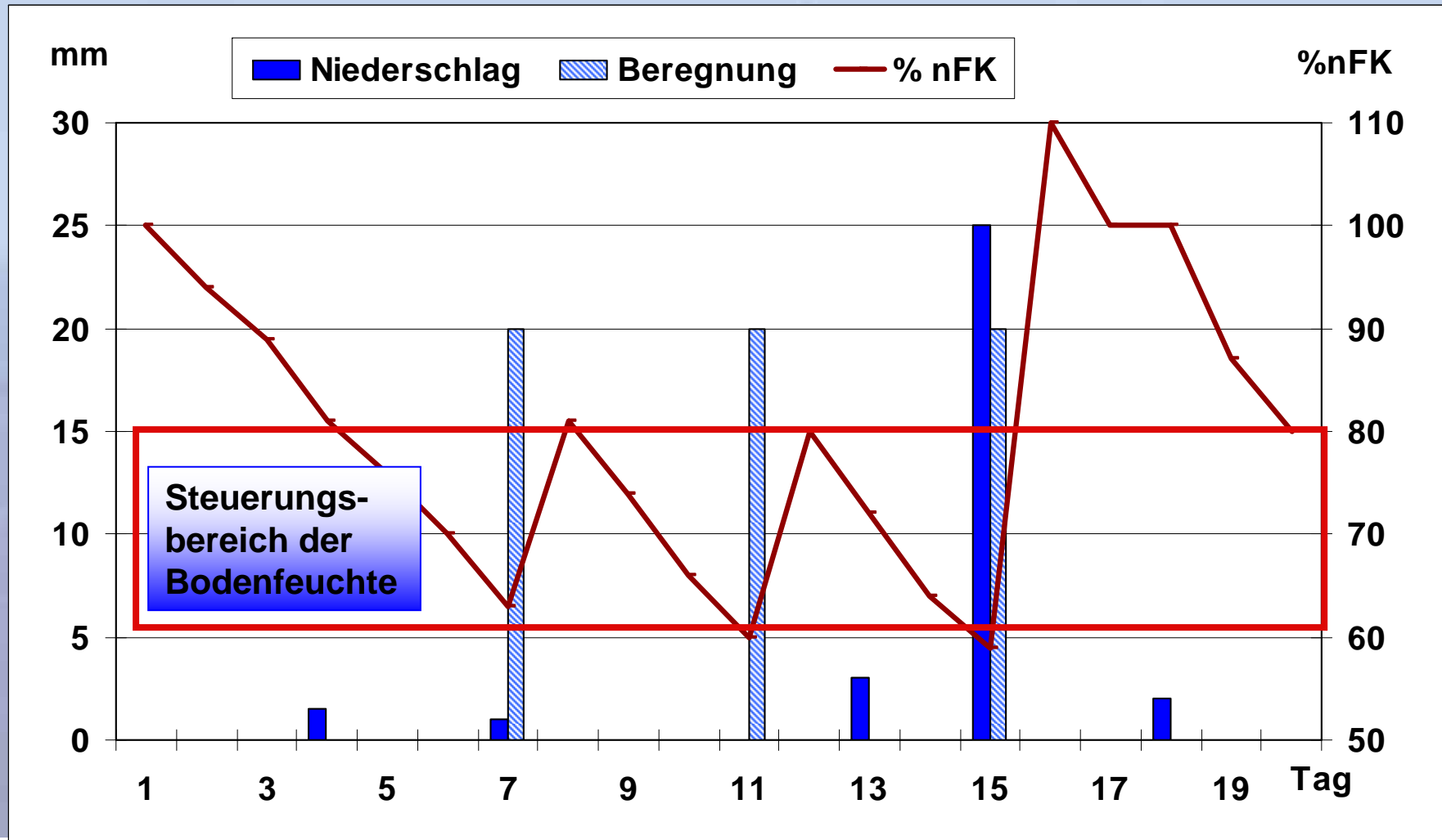
Wichtigstes  
Steuerungskriterium weltweit:

- Erzielen maximaler  
Erträge und Qualitäten

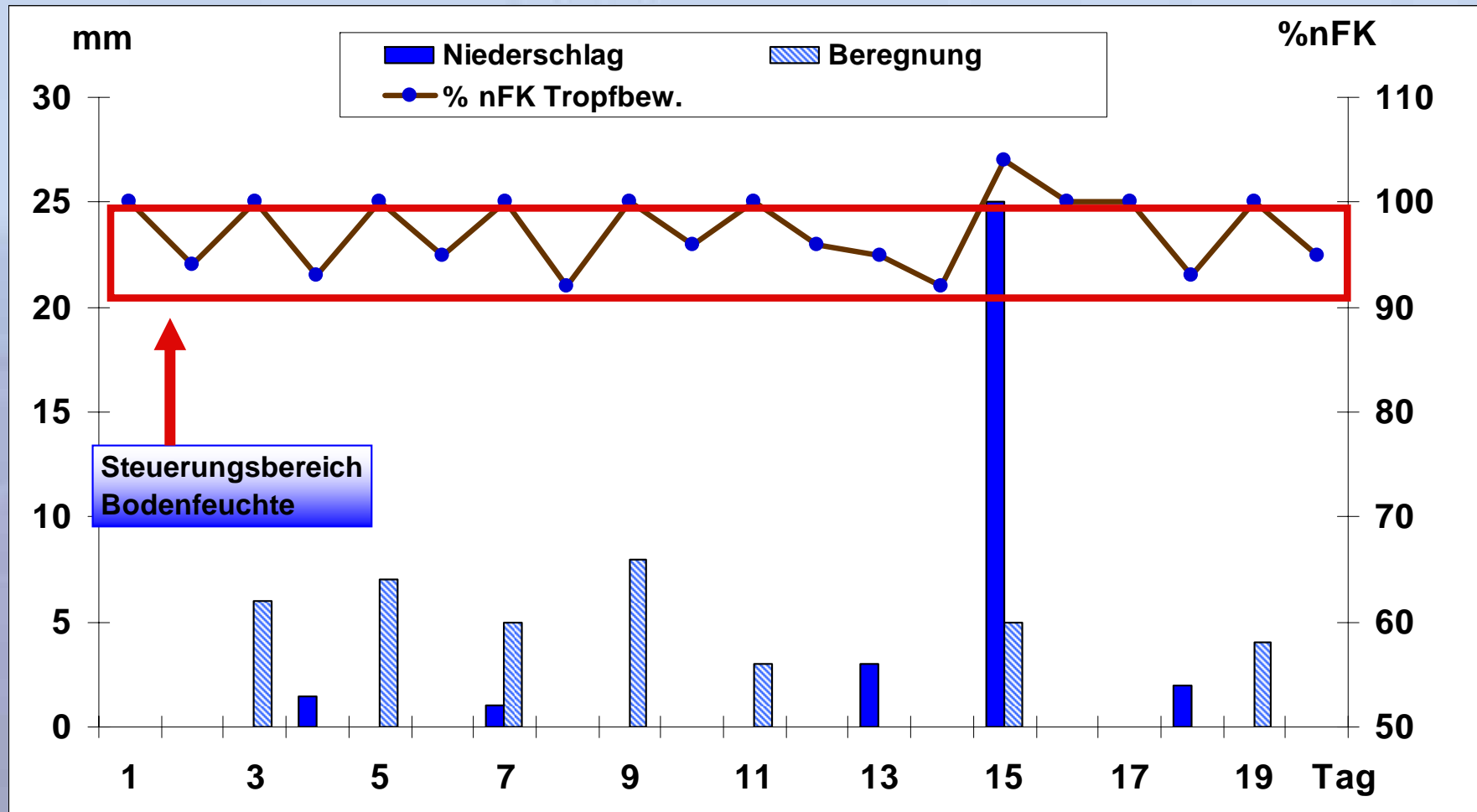
Gegenwärtig praktikabel:

- in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte
- nach klimatischer Wasserbilanz

# Steuern der Bewässerung - Wasserbilanz des Bodens Beregnung



# Steuern der Bewässerung - Wasserbilanz des Bodens Tropfbewässerung

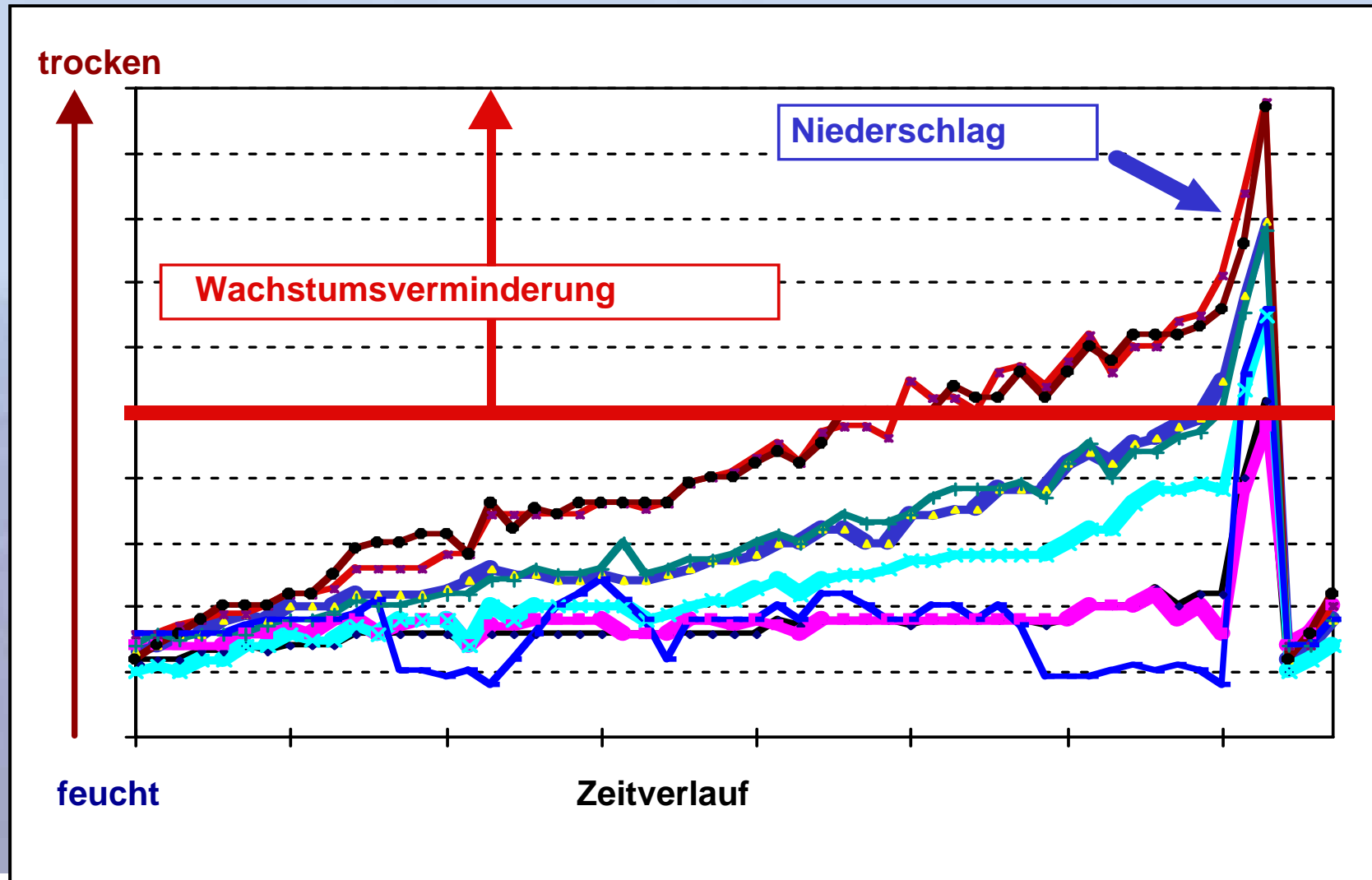


# Steuern der Bewässerung

## **1. in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte**

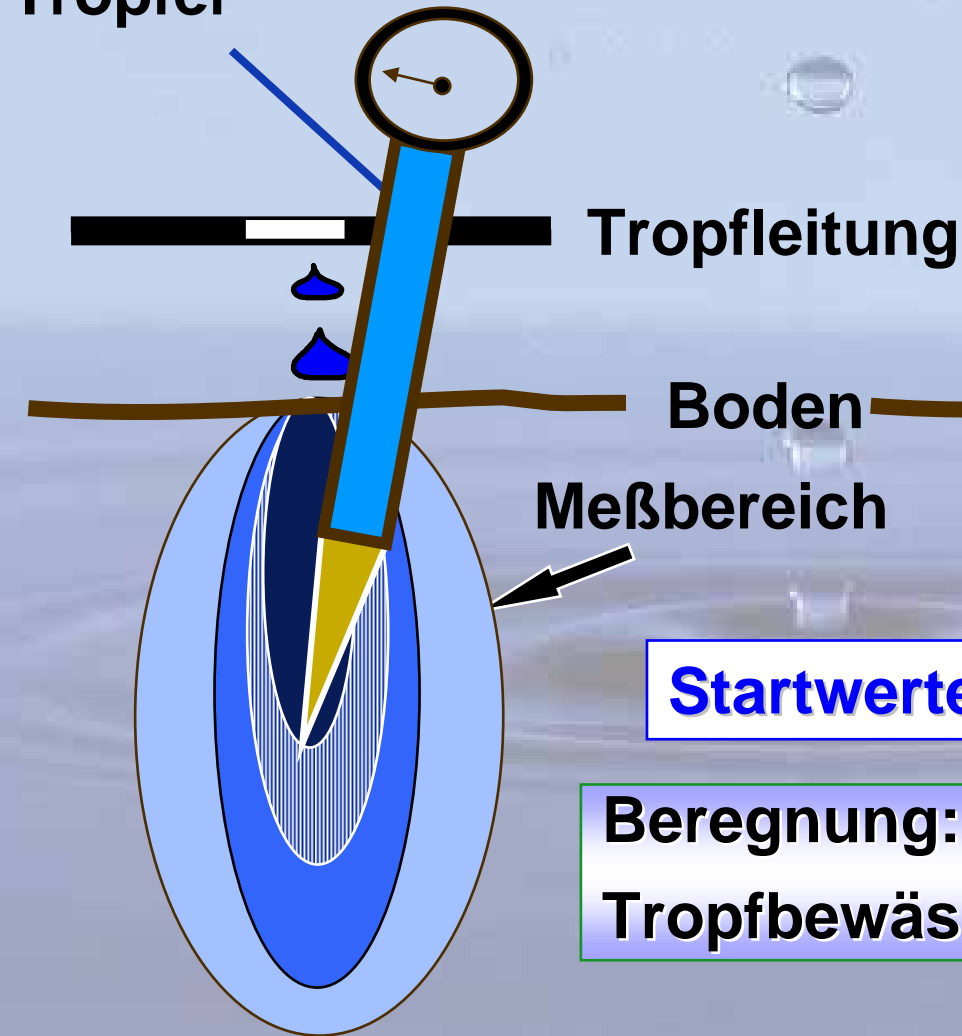
- **Vorteil:**
  - Gefühl für Veränderungen der Bodenfeuchte entwickeln
- **Hauptprobleme:**
  - Streuung der Bodenfeuchte - bedingt durch die Bodenheterogenität
  - Streuung durch die ungleichmäßige Wasserverteilung der Regner

# Bodenfeuchtesensoren – unbewässerter Boden



# Tensiometereinsatz

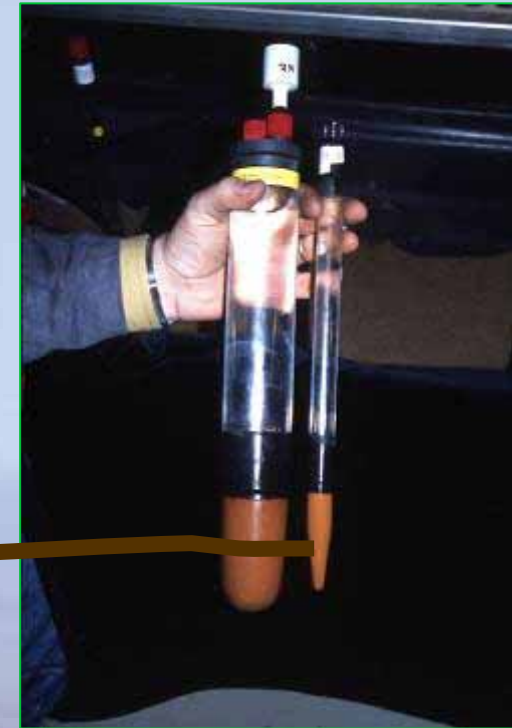
Tropfer



Tropfleitung

Boden

Meßbereich



**Startwerte in Hauptwurzeltiefe:**

**Beregnung: - 200 - 300 hPa**

**Tropfbewässerung: - 80 bis -200 hPa**

# Steuern der Bewässerung - Watermark



# Steuern der Bewässerung - Irrigas

Weitere Infos an den Ständen!



## 2. Klimatische Wasserbilanz - Geisenheimer Steuerung

### 1. Objektive Bestimmung der Bewässerungsmenge/Termin

- Kenntnisse der bodenphysikalischen Eigenschaften des Schlages
- Durchwurzelungstiefe /Entwicklungsstadium

### 2. Errechnen der täglichen Wasserbilanz

Tägliche Wasserbilanz

= Verdunstung nach PENMAN x  $k_c$  - Niederschlag.

### 3. Errechnen des Bewässerungszeitpunktes

Bewässern, wenn die Summe der täglichen Wasserdefizite die vorgegebene Bewässerungsmenge:

**z. B. 30 mm,**

erreicht hat.

## 2. Klimatische Wasserbilanz - Geisenheimer Steuerung

### **Datenbedarf:**

- **Verdunstungswert: Meteorologischer Dienst - DWD ca. 300 Stationen in Deutschland**
- **oder eigene Station**
- **Niederschlag u. Berechnungsmenge: selbst ermitteln**
- **Korrekturfaktoren (kc) für die Pflanzenarten – Forschungsanstalt Geisenheim**

### **Kalkulation:**

- **Software auf eigenem PC (z.B. helm-software)**
- **DWD: [www.agrowetter.de](http://www.agrowetter.de)**
  - **Individuell**
  - **Berechnungsberatung: Dateneingabe!**




# Geisenheimer Steuerung - Klimatische Wasserbilanz

Berechnung Anmeldung Seite 1 - Microsoft Internet Explorer

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

Zurück Suchen Favoriten Medien

Adresse [http://www.agrowetter.de/produkte/berechnung/berechnung\\_anmeld.htm?kenn=10628](http://www.agrowetter.de/produkte/berechnung/berechnung_anmeld.htm?kenn=10628) Wechseln zu Links

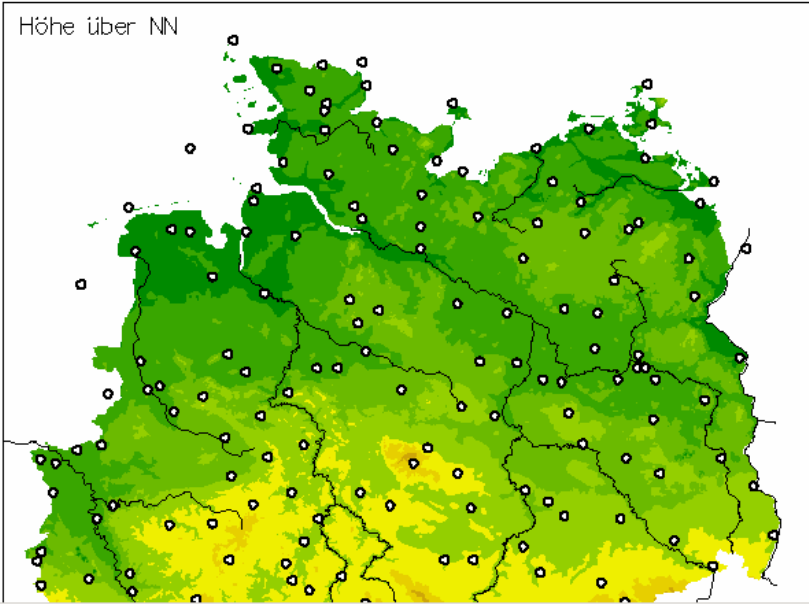
**agrowetter** Landwirte brauchen Wetter Deutscher Wetterdienst 

allgemein individuell WetterShop Wir über uns Aktuelle Infos Startseite

## Stationsinformationen


### Stationskarte Deutschland

Höhe über NN



GEISENHEIM	
Stationsnummer	10628
geogr. Länge (°)	7,95 E
geogr. Breite (°)	49,98 N
Stationshöhe (m ü. NN)	118

Über den "weiter" - BUTTON gehts zur nächsten Seite der Anmeldung, die ausgewählte Station wird übernommen.



Fertig Internet

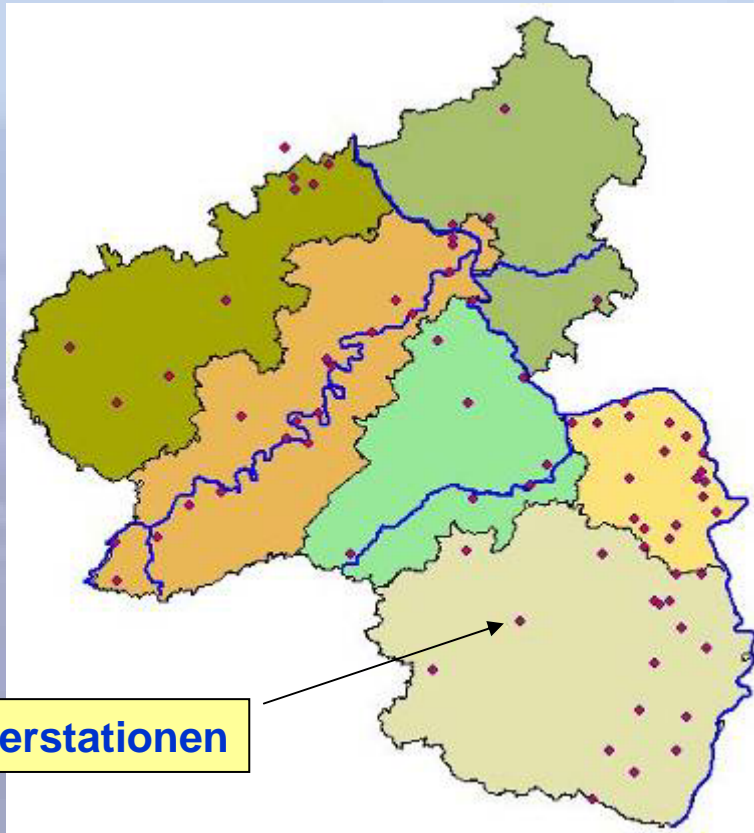


# Geisenheimer Steuerung - Klimatische Wasserbilanz

Wetterdaten aus Rheinland- Pfalz

<http://www.agrarinfo.rpl.de/> → Agrarmeteorologie → Stationsauswahl

Verdunstung (PENMAN) und Niederschlag - Station Bingen  
(Stand: 13.09.2005 02:13 MEZ)



Datum		Verdunstung	Niederschlag
		mm	mm
So.	14.08.	1.0	5.3
Mo.	15.08.	1.8	8.8
Di.	16.08.	3.8	0.0
Mi.	17.08.	4.0	0.0
Do.	18.08.	4.2	0.0
Fr.	19.08.	2.8	0.0
Sa.	20.08.	2.0	0.0
So.	21.08.	1.5	0.0
Mo.	22.08.	3.1	0.0
Di.	23.08.	2.7	0.0
Mi.	24.08.	2.4	0.0
Do.	25.08.	0.8	1.1
Fr.	26.08.	2.7	0.0
Sa.	27.08.	2.4	0.0
So.	28.08.	3.2	0.0
Mo.	29.08.	3.4	0.0
Di.	30.08.	3.8	0.5
Mi.	31.08.	3.7	0.0
Do.	01.09.	3.3	0.0
Fr.	02.09.	3.6	0.0
Sa.	03.09.	3.5	0.0
So.	04.09.	3.3	0.0
Mo.	05.09.	3.6	0.0
Di.	06.09.	3.0	0.0
Mi.	07.09.	3.4	0.0
Do.	08.09.	3.0	0.0
Fr.	09.09.	2.3	0.0
Sa.	10.09.	1.7	7.8
So.	11.09.	1.1	3.9
Mo.	12.09.	0.4*	12.6
<b>Summe:</b>		<b>81.5*</b>	<b>40.0</b>
<b>Wasserbilanz</b>		<b>-41.5</b>	
<b>Woche</b>	37		12.6
<b>Monat</b>	Sep.		24.3
<b>Jahr</b>	2005		355



FA Geisenheim

# Geisenheimer Steuerung - Klimatische Wasserbilanz Berechnungsprogramme



<http://www.helm-software.de/IRMA>

IRMA 1.3 Freeware Forschungsanstalt Geisenheim [2000] - [AnbauPlan]

Datei Laufende Daten Stammdaten Ausgabe ?

Wetter Buchen Plan Anbau Hilfe

Anzeigen  Alle  Aktive Kirchacker: Möhren

Aktuelles Wachstumsstadium nicht vergessen

	Aktiv	Anbau-/Berechnungseinheit	Fläche ha	Leichter Boden	Kultur	Brunnen	Beregnung ab mm	Datum nFK100	Pflanz-/Saatdatum	ab Blatt 5	ab Blatt 8	Bestandesschlu	Letzte Bilanz	BilanzDatum
▶	<input checked="" type="checkbox"/>	Kirchacker	6,500	<input checked="" type="checkbox"/>	Möhren	Ringleitung	25	05.07.1999	19.05.1999	27.05.1999			-9,4	07.07.1999
	<input checked="" type="checkbox"/>	Am Ochsenweg	2,560	<input checked="" type="checkbox"/>	Möhren	Hydrant 106	25	21.07.1999	19.05.1999				0,0	20.07.1999
	<input checked="" type="checkbox"/>	Hinterhof 2	3,300	<input checked="" type="checkbox"/>	Möhren	Ringleitung	25	05.07.1999	19.05.1999				-22,8	20.07.1999
*	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>										

**IRMA 1.3 Freeware**

**Kostenlose Einzelbetriebsversion für den Landwirt, Berechnungsempfehlung, Berechnungstagebuch, Wasser-Statistiken, Export in RTF, Excel**  
Erfüllt Auflage Berechnungstagebuch.



FA Geisenheim

## 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	-

# Geisenheimer Steuerung - Klimatische Wasserbilanz

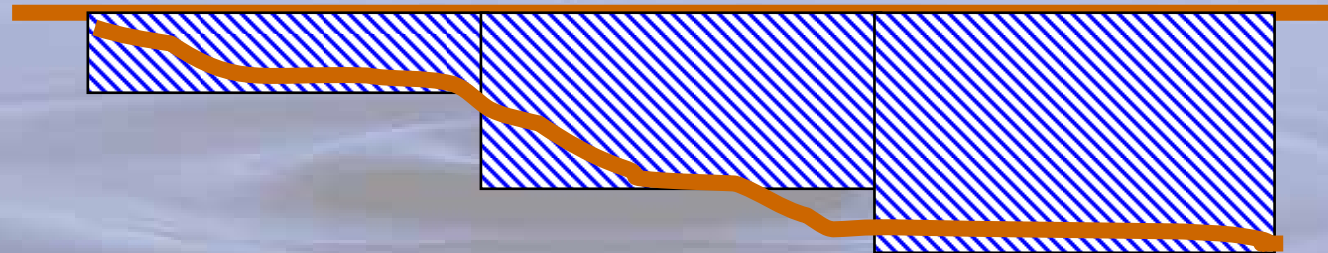
## Wetterdaten: eigene Station



# Bewässerungsmenge je Gabe

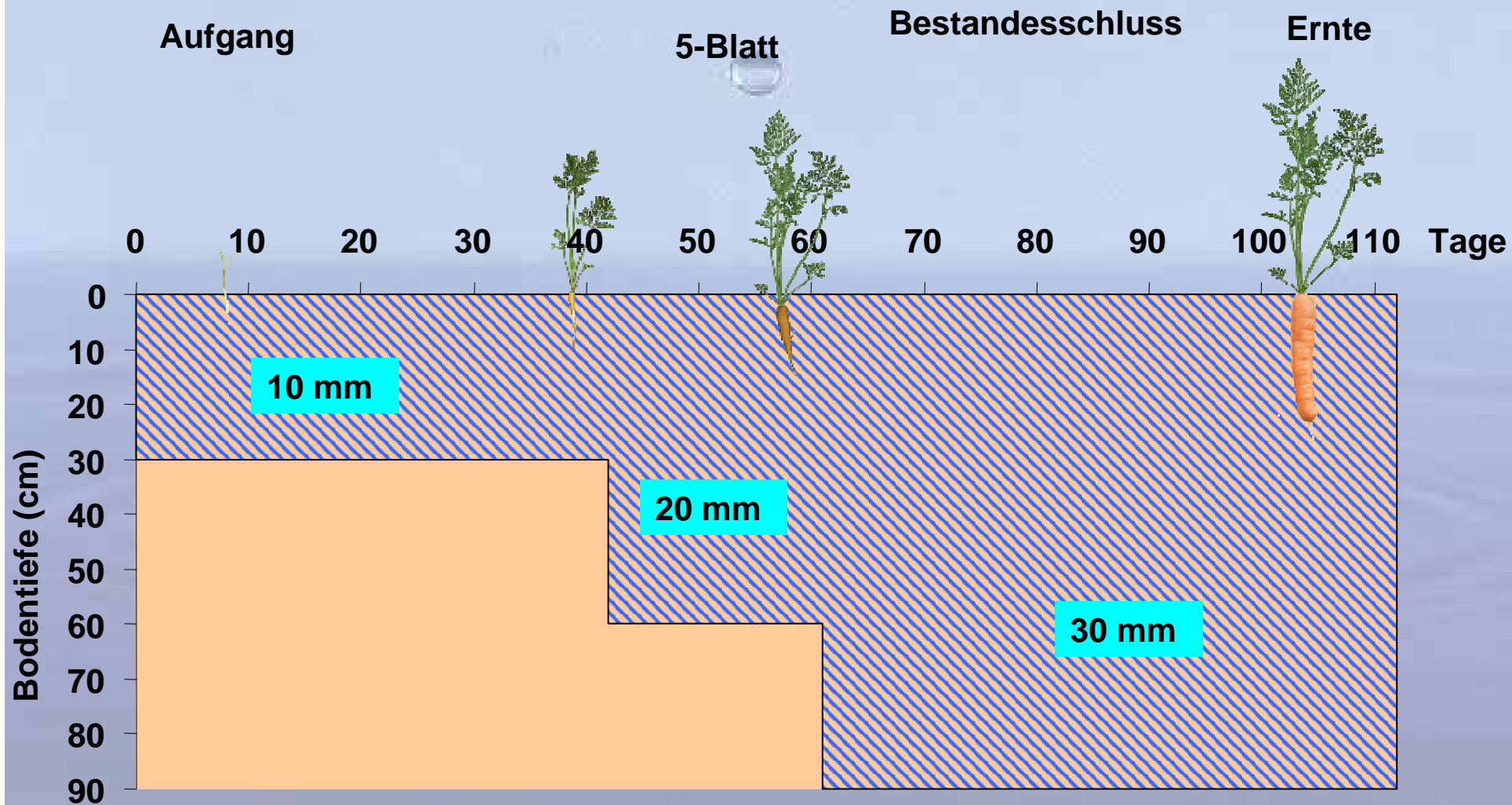
Abhängig von

- Bodenart
- Bewässerungstechnik
- Entwicklungsstadium
- Interzeptionswasser - entfällt bei Tropfbewässerung)



Im Pflanzjahr die **Einzelgabenhöhe** schrittweise an die Durchwurzelungstiefe anpassen.

# Bewässerungsmenge je Gabe bei Möhre



# Wassermenge je Bewässerung

## Einflussfaktoren:

- Bodenart
- Wasseranspruch der Pflanzenart
- Durchwurzelungstiefe
- Bewässerungstechnik
  - Kreisregner, Beregnungsmaschine
  - Tropfbewässerung
    - Oberirdisch verlegt
    - Unterirdisch verlegt
    - Reihenabstand

# Bestimmen der Gabenhöhe

## 1. Ausprobieren: Spatenprobe.

- Bodenfeuchtesensoren, z. B. Tensiometer in Hauptwurzeltiefe einbauen.
- Bewässern
- Feuchte überprüfen

## 2. Kalkulation mit Basiszahlen (30 cm Bodenschicht)

Bodenart	Kapazität 100 % nFK	Gabenhöhe Auffüllen um ~ 40 % nFK
S	33	13
IS	54	22
SI	60	24
L	75	30

# Bewässerungsmenge je Gabe

**Die Bodenart entscheidet!**

Boden- schicht	Sand		Lehm. Sand	
	Vol.%	mm	Vol.%	mm
0 - 30	9,1	27	16,4	49
30 - 60	7,6	23	15,1	45
Gesamt	<b>8,7</b>	<b>50</b>	<b>15,8</b>	<b>94</b>

**Gesamtwasserspeichervermögen**



# Wassermenge je Tropfvorgang

Oberirdisch verlegte Tropfleitung (Reihenabstand 2 m)

## Sandboden

Bodenschicht cm	nFK mm	% bewäss. Bodenanteil* *geschätzt	mm 60 - 90 % nFK
0 - 30	27	20	$8,1 \times 0,2 = 1,6$
30 - 60	23	30	$6,9 \times 0,3 = 2,1$
<b>Gesamt</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>3,7 mm</b>

# Wassermenge je Tropfvorgang

Oberirdisch verlegte Tropfleitung (Reihenabstand 2 m)

## Lehmiger Sand

Bodenschicht cm	nFK mm	% bewäss. Bodenanteil *	mm 60 - 90 % nFK
0 - 30	49	40	$14,7 \times 0,4 = 5,9$
30 - 60	45	60	$13,5 \times 0,6 = 8,1$
<b>Gesamt</b>	<b>94</b>	<b>50</b>	<b>14 l/ld.m</b>

# 4. Wasserbedarf

Stationen  
des DWD



# Wasserbedarf Geisenheimer Steuerung

Für folgende Gemüsearten und Anbauzeiten wurden bisher die Kalkulationen vorgenommen (1):

Gemüseart	Anbauzeitraum
Blumenkohl	15.03.-03.06. und 06.08.-16.10.
Brokkoli	15.03. - 31.05. und 06.08.-16.10.
Buschbohne	01.05.-20.07. und 15.07.-25.09.
Chinakohl	15.03.-30.05. und 15.08.-31.10.
Eissalat	15.03.-19.05. und 15.08.-10.10.
Fenchel (Knollen-)	15.03.-14.06. und 10.08.-26.10.
Gurke (Einleger)	01.05.-15.08.
Kohlrabi	15.03.-05.05 und 25.08.-15.10.
Kopfsalat	15.03.-14.05. und 01.09.-29.10.
Möhren (Bund-)	15.03.-20.06. und 20.07.-15.10.

# Wasserbedarf Geisenheimer Steuerung

Für folgende Gemüsearten und Anbauzeiten wurden bisher die Kalkulationen vorgenommen (2):

Gemüseart	Anbauzeitraum
Möhren (Wasch-)	15.03.-10.07. und 10.07.-10.10.
Porree	15.03.-15.06. und 15.07.-01.11.
Radies	15.03.-11.05. und 15.09.-25.10.
Sellerie	25.05.-01.10.
Spargel	20.06.-01.09.
Spinat	15.03.-29.05. und 01.09.-25.10.
Weisskohl	15.03.-16.05. und 15.06.-20.09.
Zucchini	10.05.-15.08. und 15.06.-15.09.
Zwiebeln (Bund-)	15.03.-19.06. und 15.07.-10.10.
Zwiebel (So-)	15.03.-20.07.

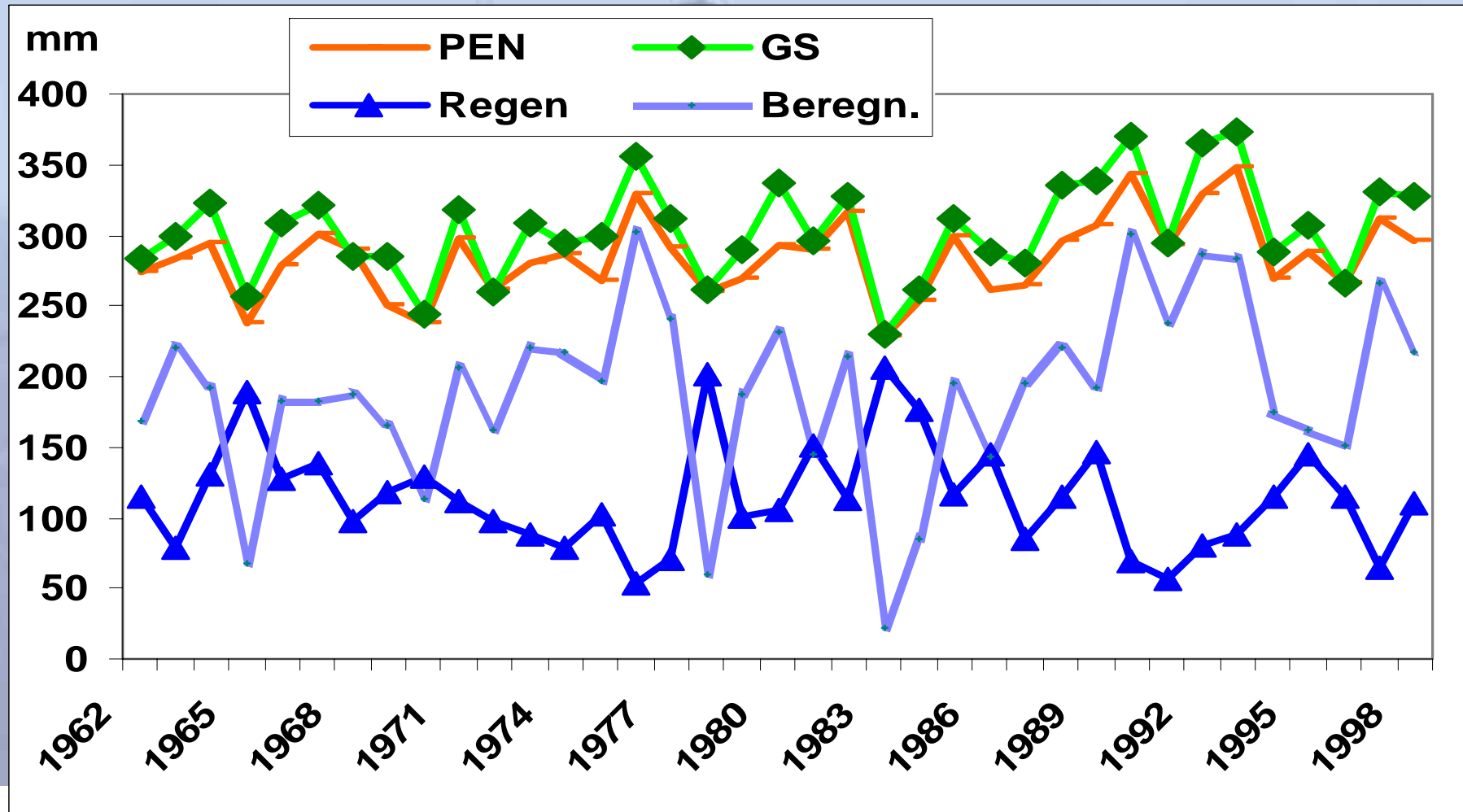
# Wasserbedarf Geisenheimer Steuerung

## Beispiel der Kalkulation für Blumenkohl - Berechnungsbedarf

Anbauzeit	Geisenheim		Freiburg		Schleswig		Köln		Braunschweig		Leipzig		Augsburg	
	Max.	Mittl.	Max.	Mittl.	Max.	Mittl.	Max.	Mittl.	Max.	Mittl.	Max.	Mittl.	Max.	Mittl.
15.03.- 03.06.	284	220	240	140	161	121	245	0	244	134	260	224	220	39
06.08.- 16.10.	161	53	112	0	0	0	110	53	112	98	224	149	169	43

# Wasserbedarf Geisenheimer Steuerung

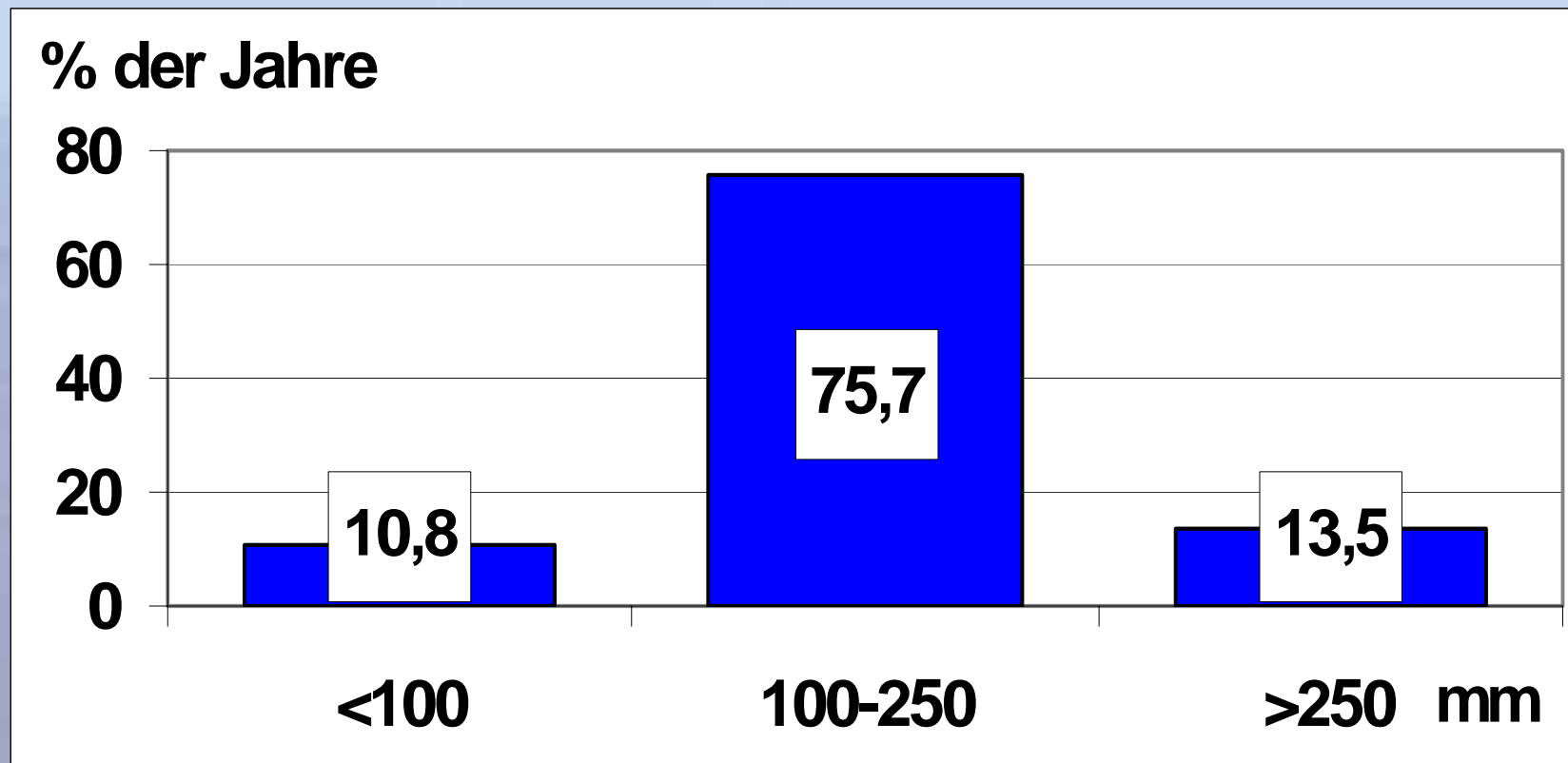
## Blumenkohl, früh - jährlicher Zusatzwasserbedarf in Geisenheim



# Wasserbedarf Geisenheimer Steuerung

Blumenkohl, früh - Geisenheim

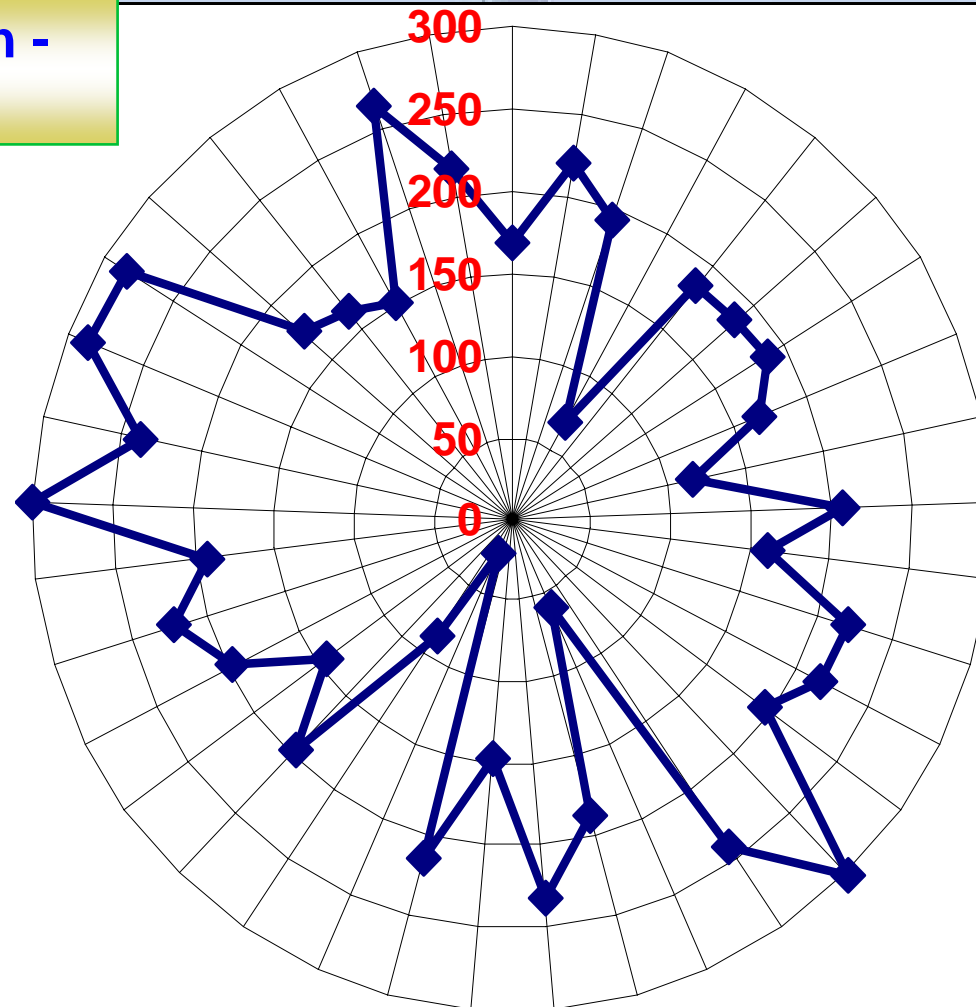
Häufigkeit des Bedarfs an Zusatzwasser



# Wasserbedarf Geisenheimer Steuerung

## Häufigkeit des Bedarfs an Zusatzwasser

Blumenkohl, früh -  
Geisenheim



# Wasserbedarf

- **Der Wasserverbrauch von Gemüse ist oftmals niedriger als die PENMAN-Verdunstung (Grasfläche).**
- **Die Verdunstungswerte einer Station sind bei PENMAN etwa im Umkreis von 30 km, bei TURC von etwa 50 km zu nutzen.**
- **Beim DWD kann erfragt werden, welche Station für welches Anbaugebiet zutreffend ist.**
- **Die Werte stellen eine Grundlage dar, um den Wasserbedarf für ein Anbaugebiet gegenüber der Wasserwirtschaft zu begründen, aber auch als Basis für Investitionsentscheidungen.**