



Rheinland-Pfalz

DIENSTLEISTUNGSZENTRUM  
LÄNDLICHER RAUM  
RHEINPFALZ

# Bewässerungsmanagement in der Schalenobstkultur

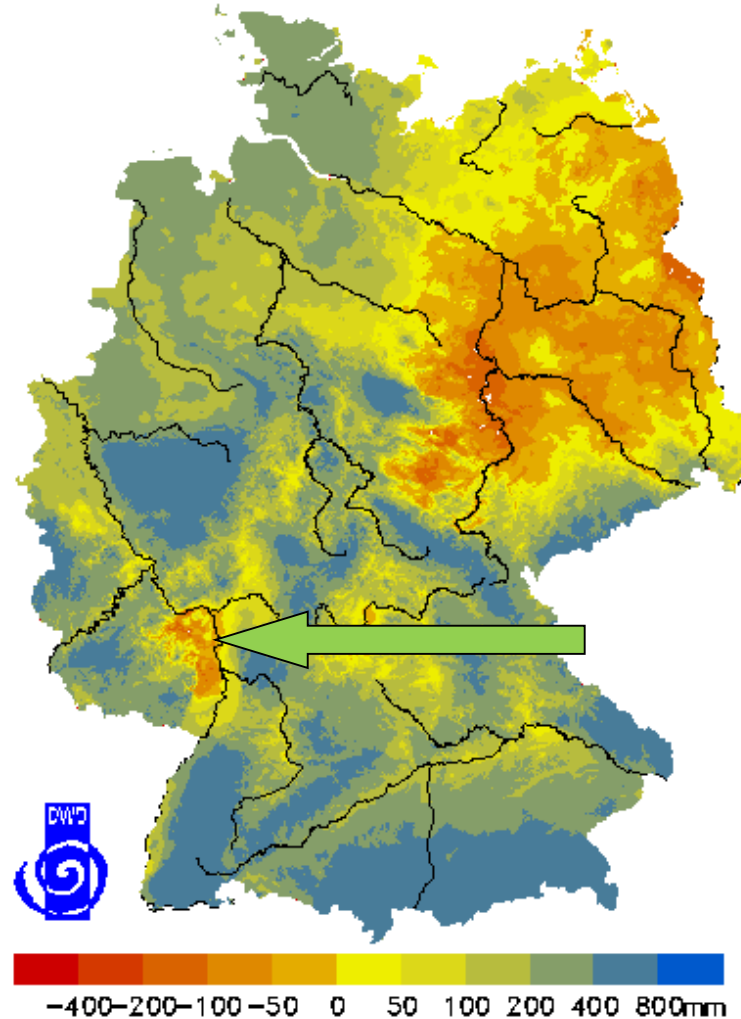
*Internationale Schalenobsttagung am 27./28.11.2024 in Berlin*



Elke Immik, DLR-Rheinpfalz, Wormser Str. 111, D - 55276 Oppenheim,  
Tel. 0671 / 820-8311, E-Mail: [elke.immik@dlr.rlp.de](mailto:elke.immik@dlr.rlp.de)

# Standort Oppenheim:

## Langjähriges Mittel der klimatischen Wasserbilanz



Jahresdurchschnittstemperatur\*:  
10,6 ° C

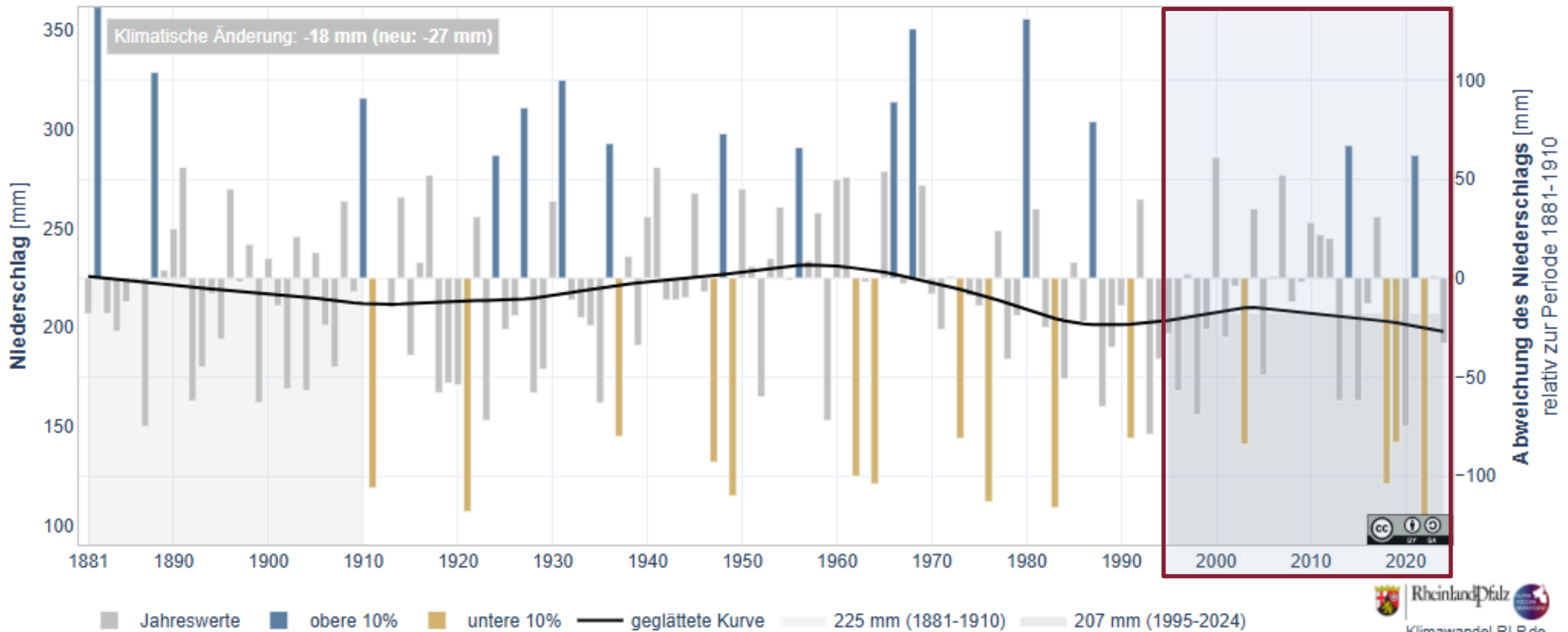
Jahresniederschlag\*:  
643 mm

\*Langjährige Werte (1981 bis 2010), Station Gernsheim,  
Quelle: Deutscher Wetterdienst



# Entwicklung der Niederschläge RLP

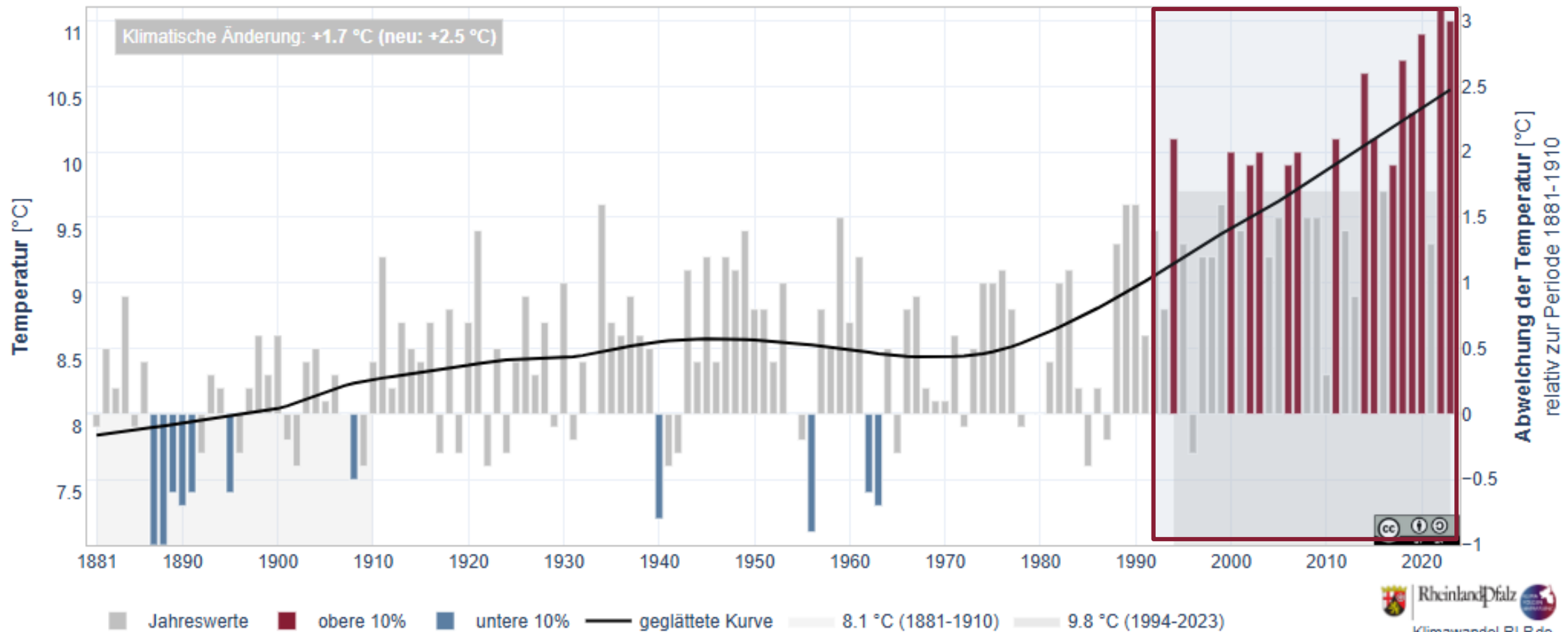
Niederschlag | Sommer (JJA) | Bundesland | Rheinland-Pfalz





# Entwicklung der Jahrestemperaturen

mittlere Temperatur | Jahr | Bundesland | Rheinland-Pfalz



# Bewässerung im Schalenobst ein paar Stichpunkte...

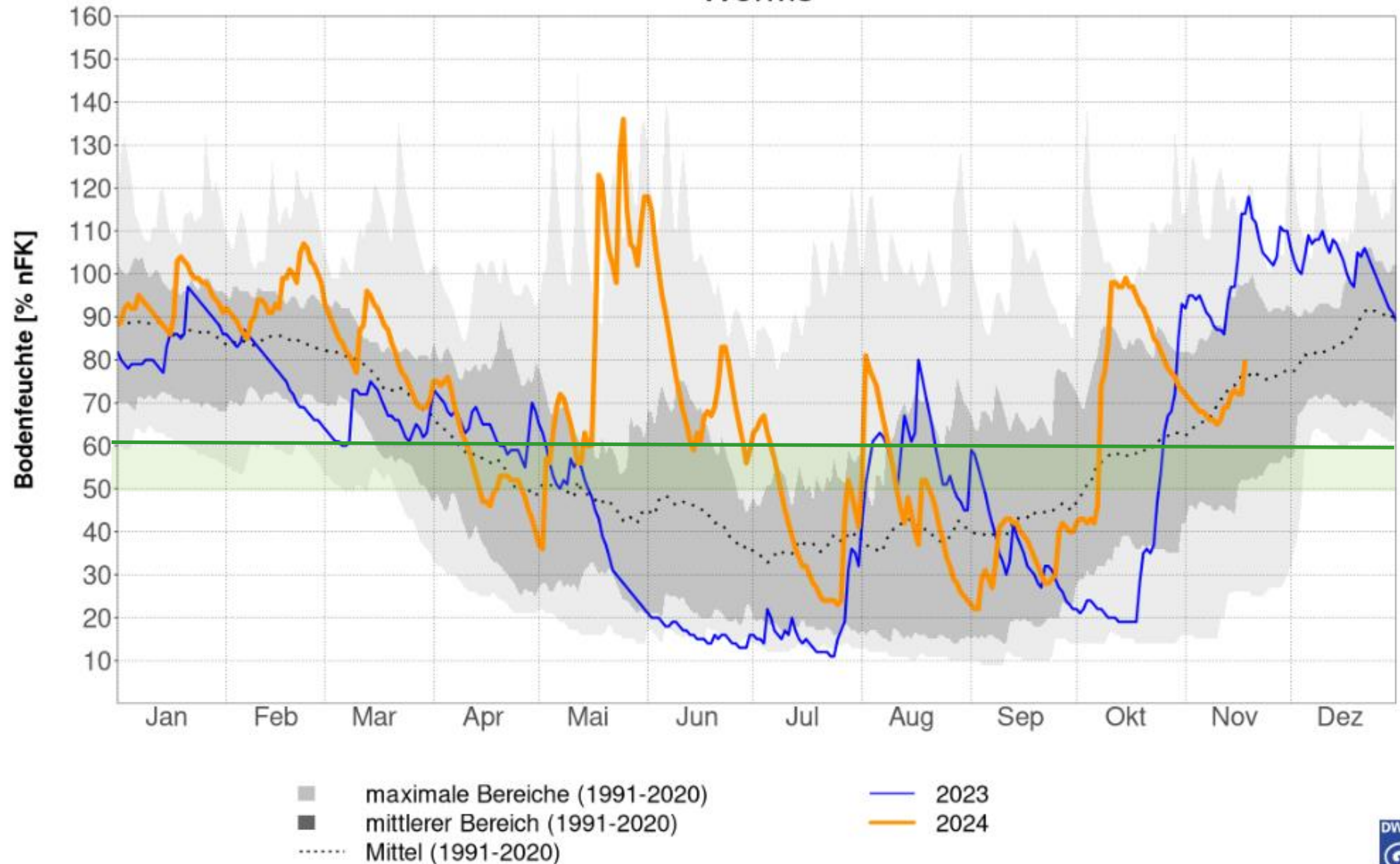


- Bewässerung von Jungpflanzen essentiell für die Baumentwicklung
- In der Ertragsphase: Förderung von Ertrag, Fruchtgröße/-qualität, Baumvitalität
- Haselnüsse: mögen tiefgründige, humose Böden, keine Staunässe, hoher Wasserbedarf
- Mandeln: vertragen auch kargere Böden, Weinbauklima, eher trocken tolerant
- Zusatzbewässerung in Kastanien und Walnüssen (?)



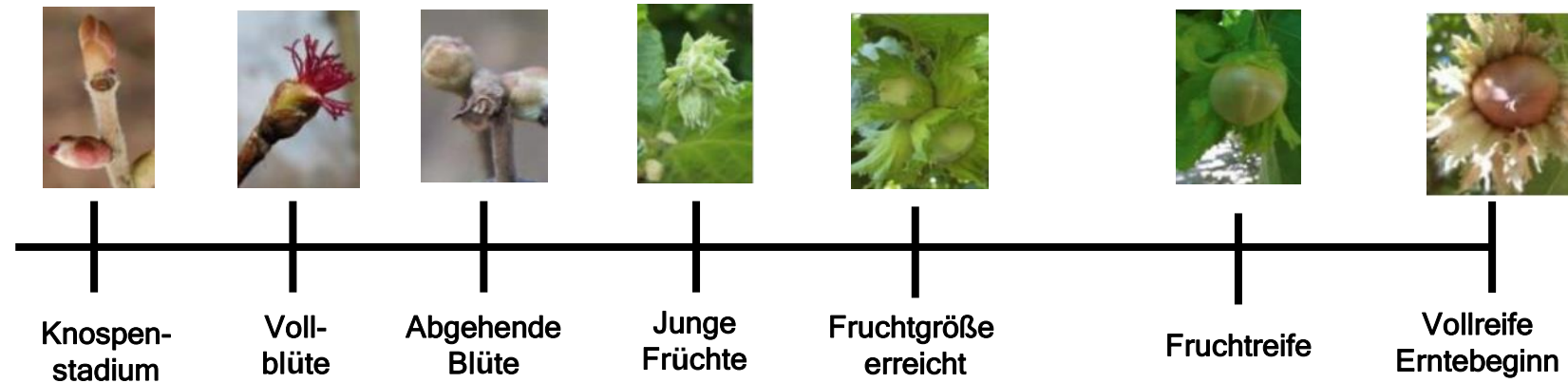


# Bodenfeuchte unter Gras (lehnmiger Sand, 0-60 cm Tiefe) Worms





# Bewässerungsstrategie Haselnuss



Zellteilung

Zellstreckung

Reifung

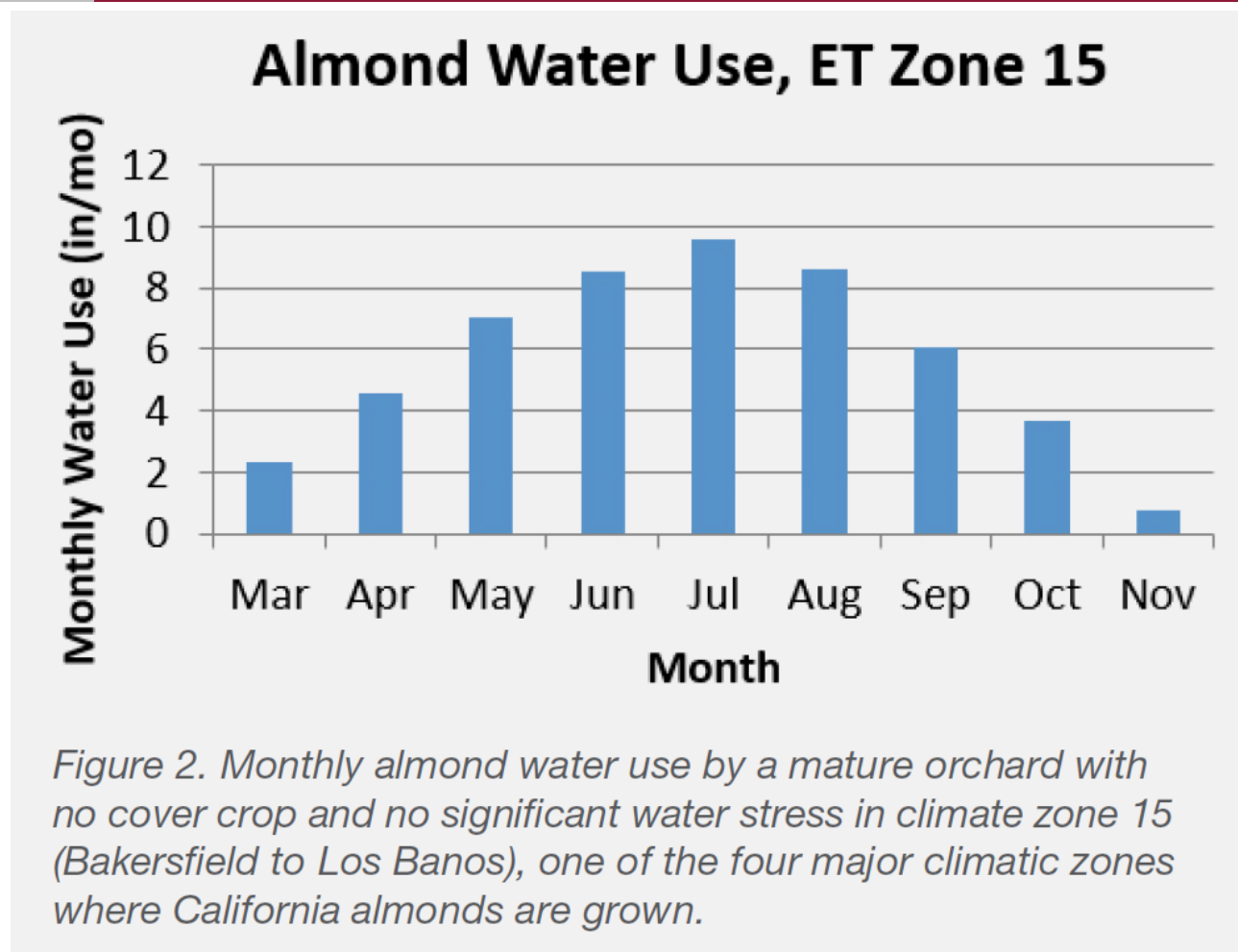
Optimale Versorgung  
Kein Wasserstress

Mäßige/ ausreichende  
Wasserversorgung

Bewässerung  
rechtzeitig startklar  
machen!



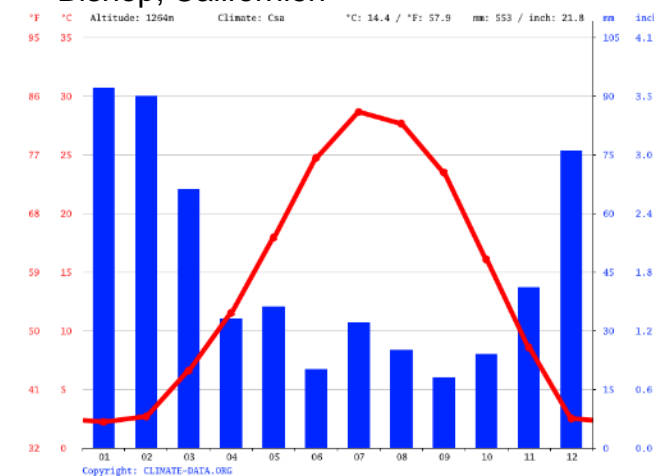
# Wasserbedarf von Mandeln



Quelle: Almond irrigation improvement Continuum Almond board of California

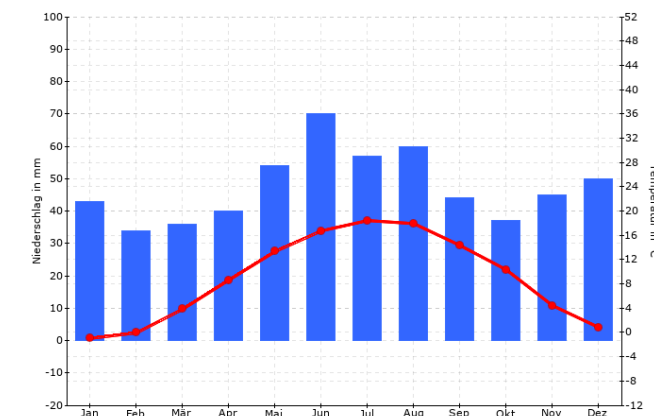
[mm]

### Bishop, Californien



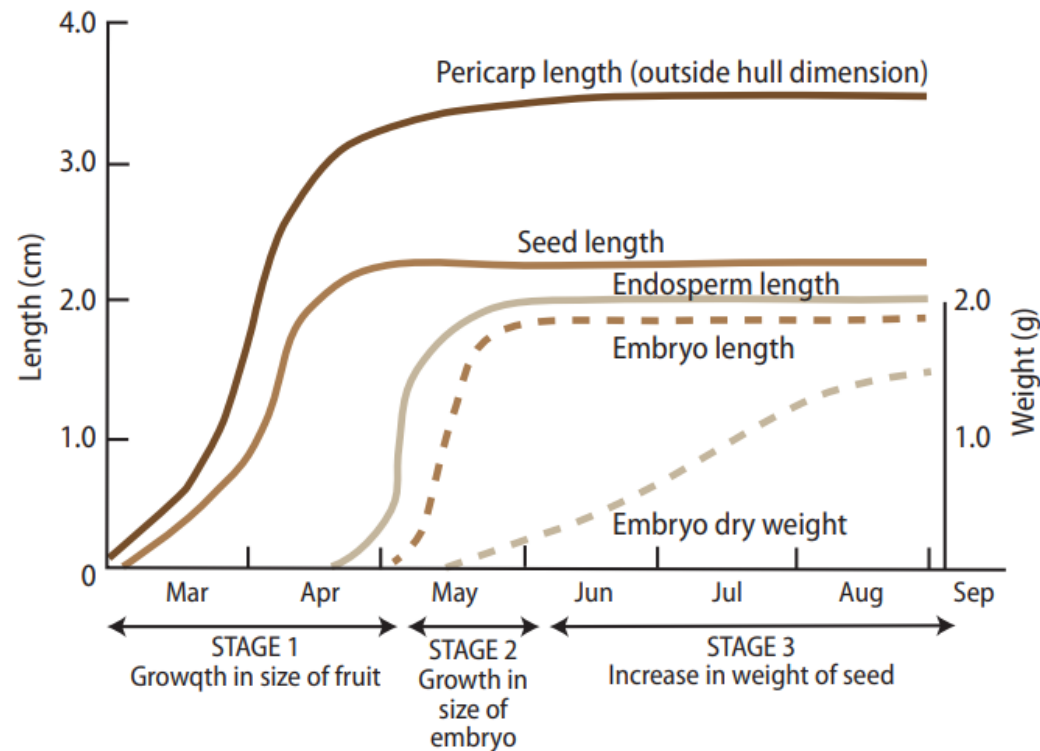
### Berlin

#### Klimadiagramm Berlin





# Entwicklungsstadien von Mandeln



**Figure 1:** The three stages of almond fruit development and the typical length and weight of the fruit at each stage.

## Phase 1:

ca. 8 Wochen ab Blüte, bei Trockenstress → verstärkter Fruchtfall, kleinere Früchte

## Phase 2:

Schale wird hart, Samen entwickelt sich, Trockengewicht steigt an

## Phase 3:

Einlagerung von Feststoffen, Reife



# Einfluss von Wasserstress bei Mandeln

## Versuchsergebnisse und Erfahrungen aus Spanien und Kalifornien:

- Mandeln „überleben“ bei 200 mm NN, Bewässerung bis 1450 mm üblich → positiver Einfluss auf Triebwachstum, Steigerung von Ertrag und Fruchtgewicht
- Gute Erfahrungen mit geringen Wassergaben ab Blüte bis voller Blattentfaltung (4-5 Wochen nach der Blüte)
- Direkte Relation von Blattfläche zu Fruchtbehang
- Trockenheit zwischen Blattentfaltung und Ernte mindert Anzahl Fruchtriebe im Folgejahr - akkumulierter Langzeiteffekt ab 3 Jahr
- Vor der Ernte Wasserangebot etwas reduzieren → fördert einheitliches Aufplatzen und die Bildung von Trenngewebe, nicht zu trocken sonst negativer Einfluss auf das Fruchtgewicht

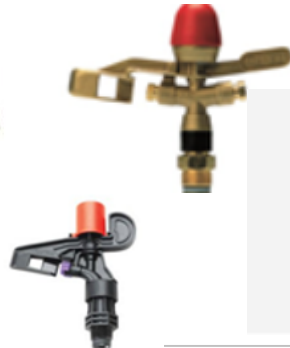


[https://www.almonds.de/sites/default/files/2020-03/AL4P3649\\_CRP.jpg](https://www.almonds.de/sites/default/files/2020-03/AL4P3649_CRP.jpg)

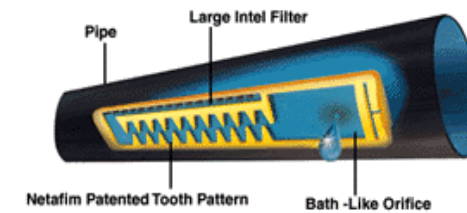


# Bewässerungssysteme

## Unterkronenberegnung



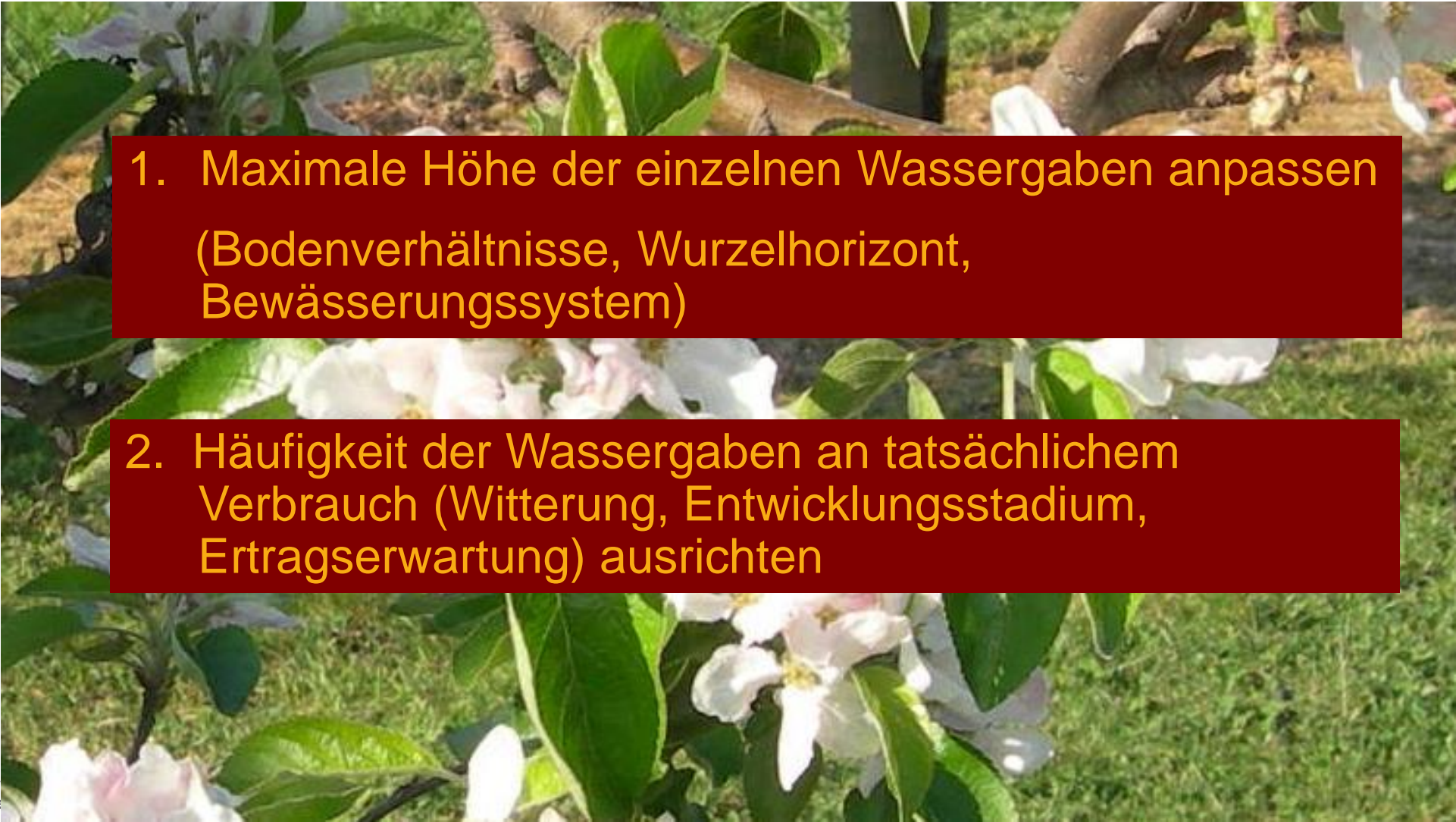
## Tropfbewässerung



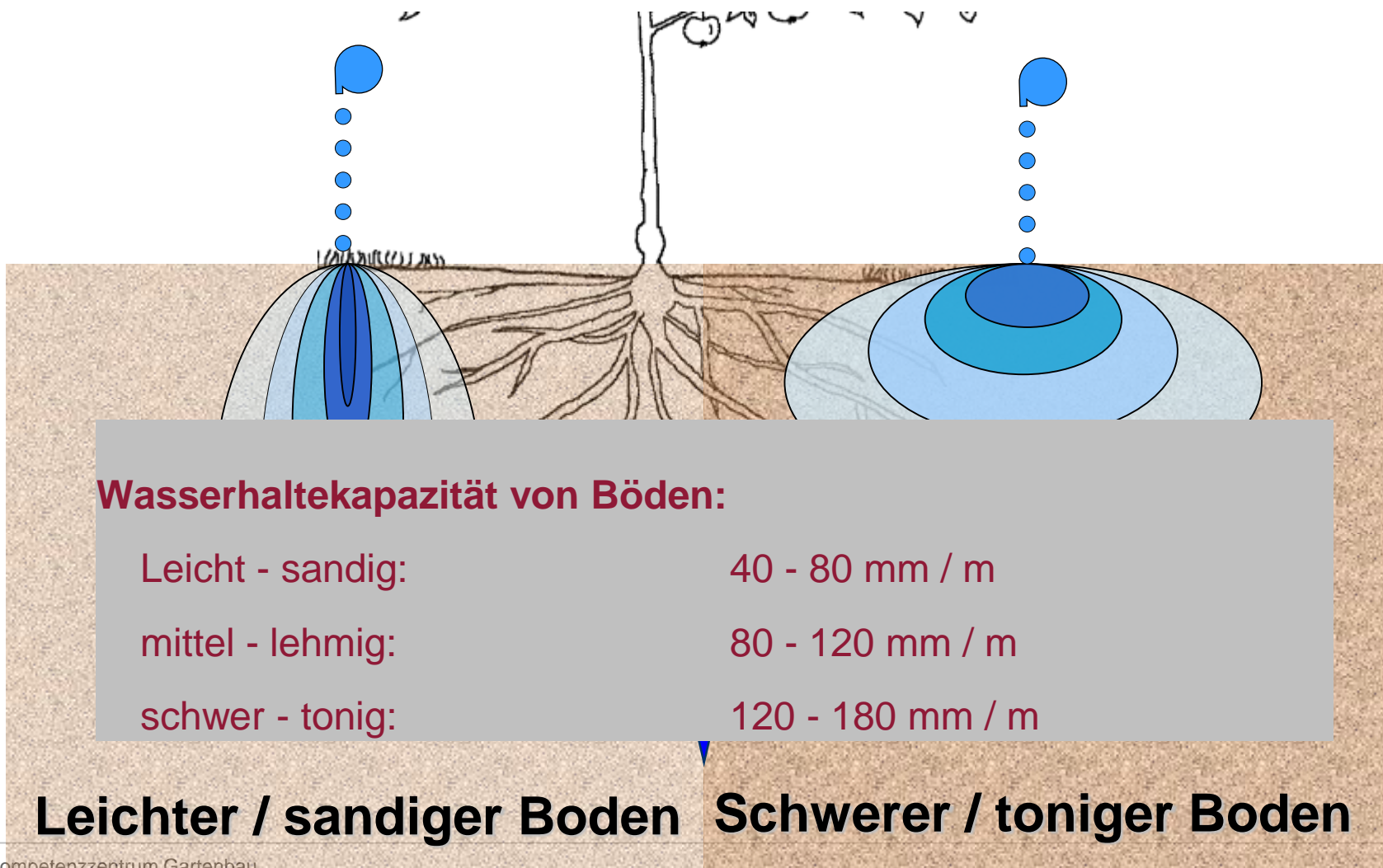




# Bewässerungsmanagement

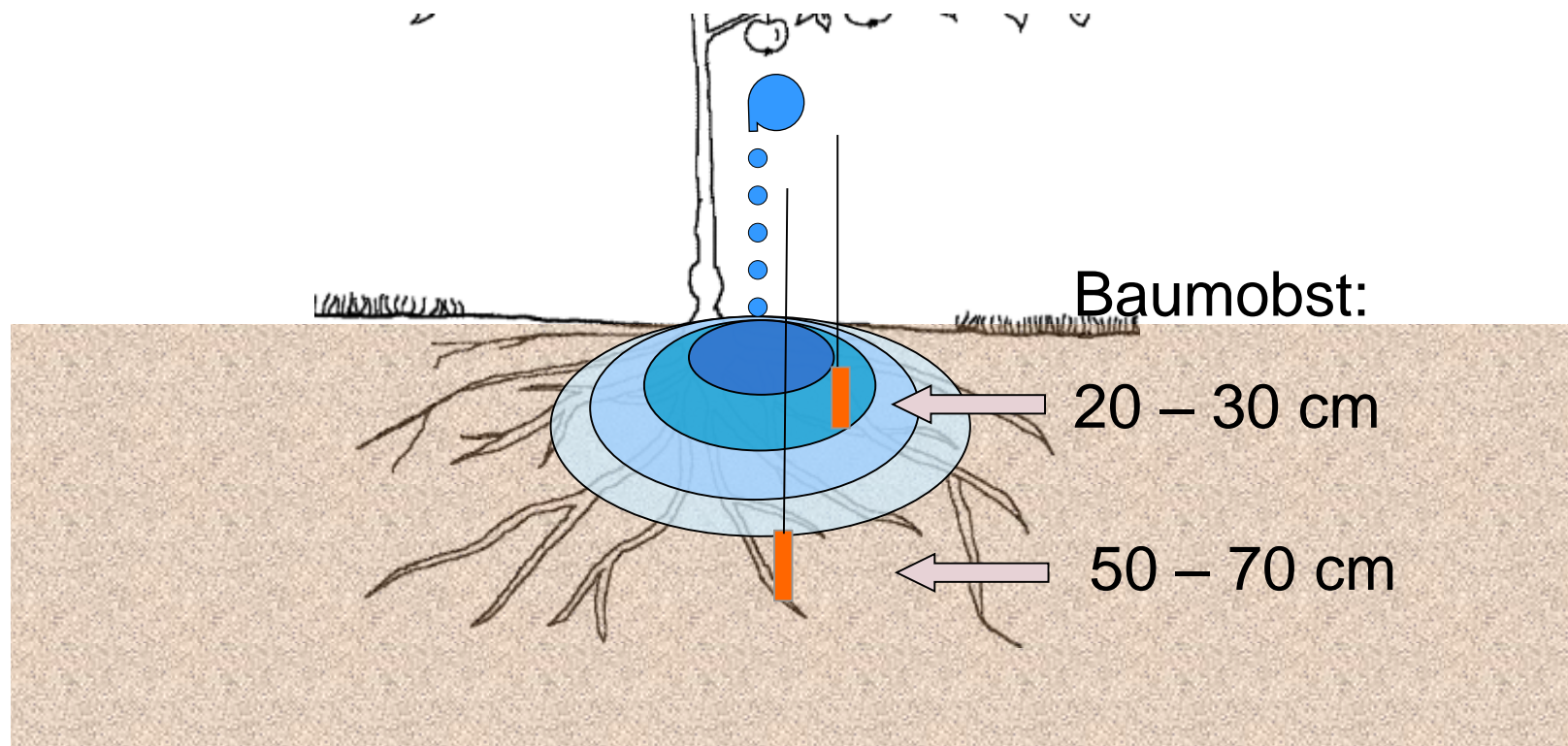
- 
1. Maximale Höhe der einzelnen Wassergaben anpassen  
(Bodenverhältnisse, Wurzelhorizont,  
Bewässerungssystem)
  2. Häufigkeit der Wassergaben an tatsächlichem  
Verbrauch (Witterung, Entwicklungsstadium,  
Ertragserwartung) ausrichten

# Wasserverteilung und Wasserhaltefähigkeit im Boden





# Bewässerungshorizont festlegen

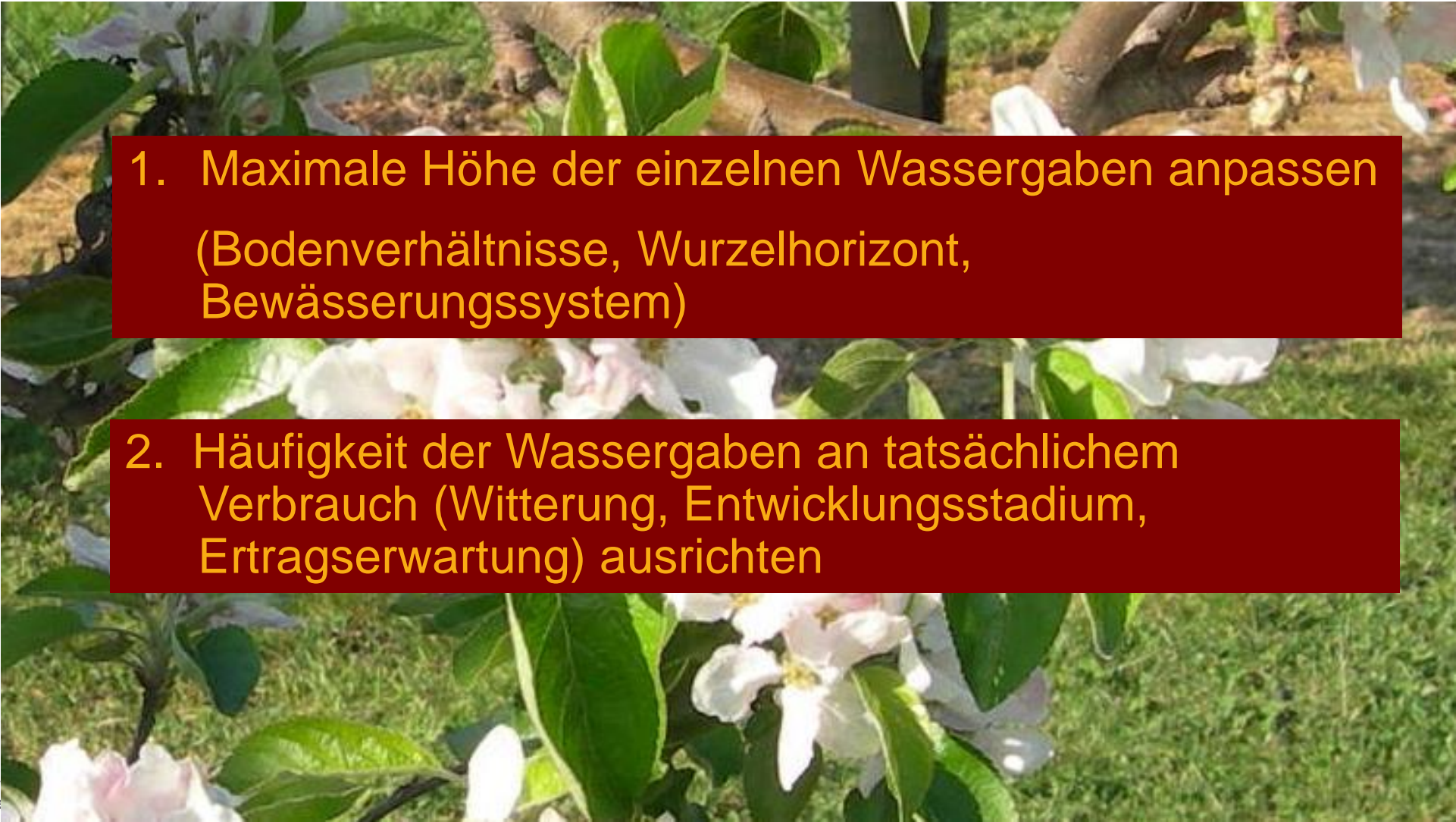


Bei Inbetriebnahme einer Bewässerungsanlage

→ optimale bzw. max. Bewässerungsgabe bestimmen / einschätzen  
(Bodenfeuchte-Sensoren, Aufgraben des Bodens)



# Bewässerungsmanagement

- 
1. Maximale Höhe der einzelnen Wassergaben anpassen  
(Bodenverhältnisse, Wurzelhorizont,  
Bewässerungssystem)
  2. Häufigkeit der Wassergaben an tatsächlichem  
Verbrauch (Witterung, Entwicklungsstadium,  
Ertragserwartung) ausrichten



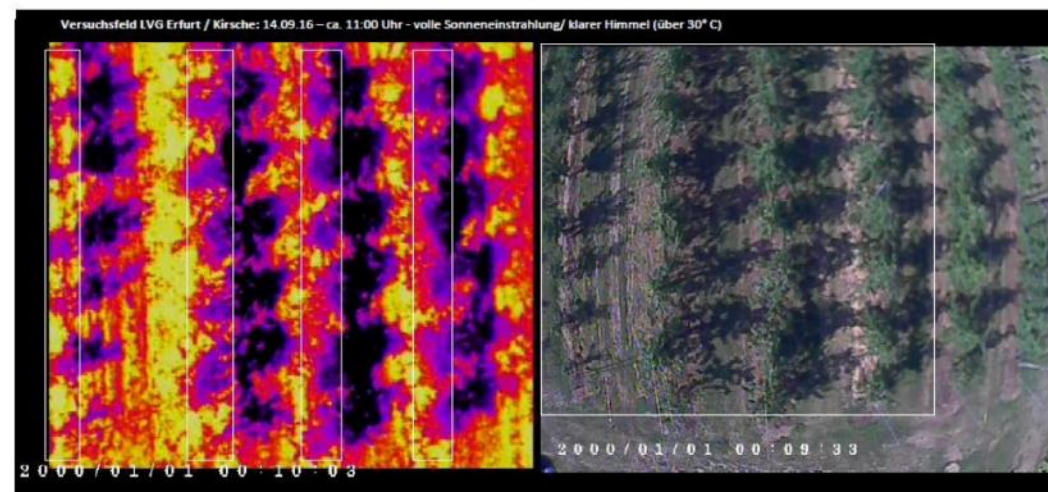
# Wie bedarfsorientiert bewässern?



Messung an der Pflanze  
(Scholanderbombe, Stammdurchfluss-  
messung, Fruchtdurchmesser erfassen etc.)

Blatttemperatur zur Ermittlung von  
Bewässerungsstress

Tree Copter  
Special Air Support



7



# Optimiertes Bewässerungsmanagement

Wasserbilanz Obstbau

Willkommen!  
Elke Immik

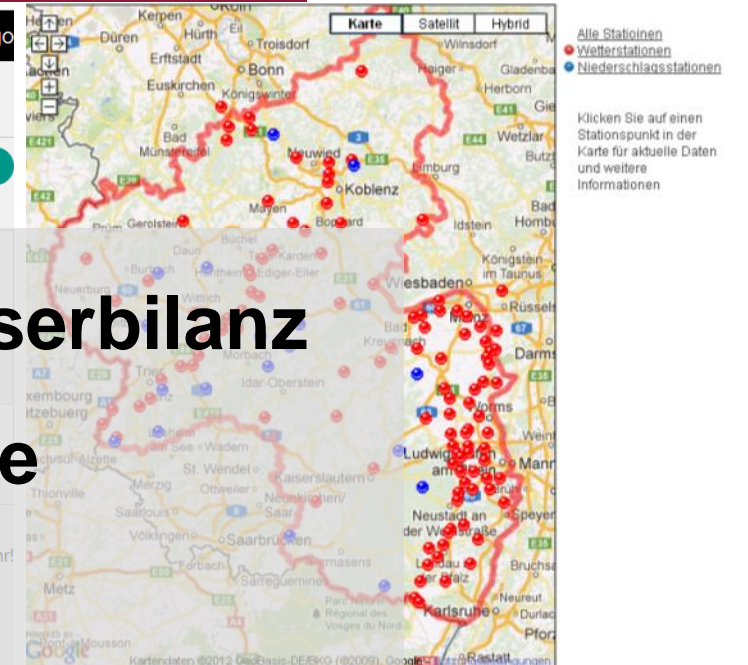
Wasserbilanz-Übersicht...

Aktive Kulturen - Stand: 16-01-2019 09:50 Uhr

Alle Details

Standort	Kultur	Startdatum	Zufuhr [mm]	Verdunstung [mm]	Max. Gabe/qm [mm]	Max. Gabe/Baumfläche [mm]	Max. Gabe/Tropfer [mm]	Defizit [mm]
Standort 2	Subkirsche	2019-01-16	0	2,59	23	110	4	2,59
Standort 1	Anfele	2019-01-01	16,56	6,57	17	18	2,6	0,99

© Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz - Alle Angaben ohne Gewähr!



**Steuerung nach klimatischer Wasserbilanz**  
**Messung der Bodenfeuchte**

**Empfehlung: Kombiniertes Verfahren**





# Klimatische Wasserbilanz

Niederschlagssumme (mm)

—

Summe der potentiellen Verdunstung (z.B. Penman)  
x Kc-Faktor (pflanzenspezifischer Faktor)

—

—

**klimate Wasserbilanz**

**Beginn der Berechnung bei gesättigtem Boden!**





# Bewässerungssteuerung nach klimatischer Wasserbilanz

## Bewässerungs-App



- 640 Wetterstationen (DWD u. LfL)
- Deutschlandweites Stationsnetz
- 28 Kulturen (Land- u. Gartenbau)
- Bewässerungsschwellen überarbeitet
- Ab 2019 alle Versionen kostenfrei
- Optional mit Nutzerkonto

Stand: April 2019

## agrowetter Berechnung

- 500 Stationen in Deutschland
- Obst: Apfel, Beerenobst
- Kosten: 80 € / Jahr



Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand
agrowetter Berechnung

Berechnungsempfehlung für Feld 1 (Auftragsname) mit Apfel, nackter Boden (Test)

Hinweis		nutzbares Bodenwasser		Wasserverluste		Wassergewinne		auf Feld ausgebrachtes Wasser in m³	
PDF erstellen		aktuelle Ansicht		Saison		Saison bis heute		zurück	
Datum	Bereg. Empfehlung in mm	realer Wurzelraum in %t.K.	maximaler Wurzelraum in mm	Sicherwasser in mm	Verdunstung in mm	Niederschlag in mm	Berechnungsmenge in mm		
30.11.2019 - 30.11.2019			1,96	0,0	0,54	1,6	0,0		
Mi 04.12.2019	0,0	73,31	65,69	99,26	0,0	0,48	0,0	0,0	
Do 03.12.2019	0,0	73,79	65,9	99,74	0,0	0,6	0,0	0,0	
Mi 02.12.2019	0,0	74,39	69,16	100,34	0,0	0,72	1,1	0,0	
So 01.12.2019	0,0	73,54	69,46	99,96	0,0	0,66	1,7	0,0	
Sa	0,0	71,76	69,75	98,92	0,0	0,54	1,6	0,0	



# Bewässerungsservice Obstbau der Agrarmeteorologie RLP

<https://www.wetter.rlp.de/Agrarmeteorologie/Login/Bewaesserung/Gesicherter-Login-Bewaesserung>

Wasserbilanz Obstbau

Logo



Willkommen!  
Elke Immik

## Wasserbilanz-Übersicht...

Aktive Kulturen - Stand: 27-03-2023 08:49 Uhr

Denken Sie an die zeitnahe Erfassung und Aktualisierung der Kulturstadien!

Alle Details

Standort	Kultur	Startdatum	Verdunstung [mm]	Zufuhr [mm]	Defizit [mm]	Sättigung [% nFK]	Empf. Gabe/Tropfer [l/Tropfer]	
Demo Drais 3	Zwetsche	2023-03-01	74.87	42.33	32.54	52	6.20	⋮
Demo Drais 1	Apfel	2023-03-01	1.27	9.10	0.36	94	0.10	⋮
Demo Drais 2	Süßkirsche	2023-03-01	0.58	13.40	0.00	95	0.00	⋮

© Agrarmeteorologie Rheinland-Pfalz - Alle Angaben ohne Gewähr!

Funktionen

Übersicht

Details

Standorte

Kulturen

Bewässerungszyklen

Wassergaben

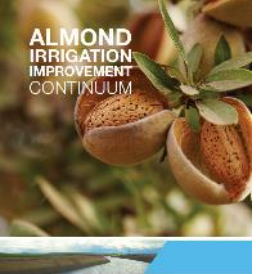
Kulturstadien

Einstellungen

Versionsinfo

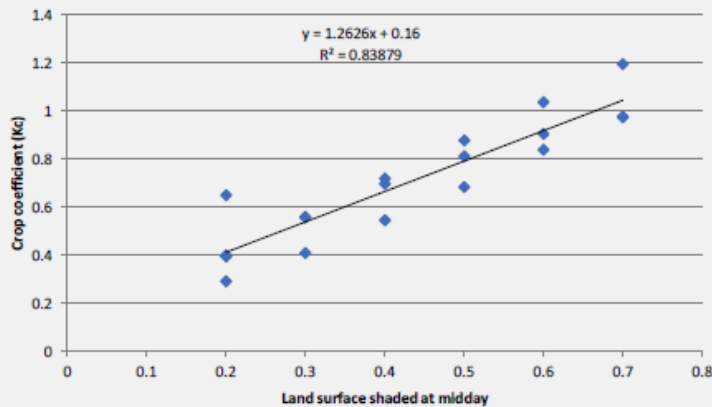
Wechsel zum Gemüsebau

Abmelden



# Kc-Werte für Mandeln

Crop Coefficients as a Function of Shaded Area



% Shaded area	Crop Coefficient
20	0.41
30	0.54
40	0.67
55	0.79
60	0.92
70	1.00

Table 2. Growers can use this table to determine from the percent of midday ground shading in their orchard to estimate the crop coefficient of less than full canopy orchards.

Figure 7. Relationship between the percentage of ground shading and crop coefficient (Kc).

Quelle: Almond irrigation improvement Continuum Almond board of California

Crop	K <sub>c</sub> ini <sup>1</sup>	K <sub>c</sub> mid	K <sub>c</sub> end	Maximum Crop Height (h) (m)
<b>n. Fruit Trees</b>				
<b>Almonds, no ground cover</b>	0.40	0.90	0.65 <sup>18</sup>	5
<b>Apples, Cherries, Pears<sup>10</sup></b>				
- no ground cover, killing frost	0.45	0.95	0.70 <sup>18</sup>	4
- no ground cover, no frosts	0.60	0.95	0.75 <sup>18</sup>	4
- active ground cover, killing frost	0.50	1.20	0.95 <sup>18</sup>	4
- active ground cover, no frosts	0.80	1.20	0.85 <sup>18</sup>	4

Quelle: FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56

	Kc <sup>3</sup>	Zone 12 <sup>4</sup>		Zone 14 <sup>5</sup>		Zone 15 <sup>6</sup>		Zone 16 <sup>7</sup>	
		ET <sub>o</sub>	ET <sub>c</sub>	ET <sub>o</sub>	ET <sub>c</sub>	ET <sub>o</sub>	ET <sub>c</sub>	ET <sub>o</sub>	ET <sub>c</sub>
Jan 1-15	0.40	0.54	0.22	0.74	0.29	0.56	0.23	0.72	0.29
Jan 16-31	0.40	0.74	0.30	0.87	0.35	0.76	0.30	0.92	0.37
Feb 1-15	0.41	0.86	0.35	0.99	0.41	0.97	0.40	1.10	0.45
Feb 16-28	0.41	0.96	0.39	1.09	0.45	1.09	0.45	1.22	0.50
Mar 1-15	0.62	1.44	0.89	1.61	1.00	1.59	0.99	1.75	1.09
Mar 16-31	0.62	1.97	1.22	2.10	1.30	2.16	1.34	2.29	1.42
Apr 1-15	0.80	2.26	1.81	2.30	1.84	2.51	2.01	2.54	2.03
Apr 16-30	0.80	2.69	2.15	2.68	2.14	3.00	2.40	3.01	2.41
May 1-15	0.94	3.12	2.94	3.12	2.93	3.45	3.24	3.54	3.33
May 16-31	0.94	3.72	3.50	3.71	3.49	4.01	3.77	4.21	3.96
Jun 1-15	1.05	3.74	3.92	3.71	3.90	3.91	4.10	4.18	4.39
Jun 16-30	1.05	3.89	4.09	3.94	4.14	4.06	4.26	4.36	4.58
July 1-15	1.11	3.97	4.41	4.19	4.65	4.22	4.68	4.53	5.03
July 16-31	1.11	4.18	4.64	4.54	5.04	4.53	5.03	4.85	5.38
Aug 1-15	1.11	3.70	4.11	4.04	4.48	4.03	4.48	4.33	4.81
Aug 16-31	1.11	3.56	3.95	3.84	4.27	3.85	4.27	4.18	4.64
Sept 1-15	1.06	2.89	3.06	3.07	3.25	3.07	3.26	3.38	3.58
Sept 16-30	1.06	2.47	2.62	2.61	2.77	2.61	2.77	2.88	3.05
Oct 1-15	0.92	2.08	1.92	2.23	2.05	2.23	2.05	2.42	2.22
Oct 16-31	0.92	1.73	1.59	1.89	1.73	1.89	1.74	2.04	1.88
Nov 1-15	0.69	1.12	0.77	1.25	0.87	1.27	0.87	1.41	0.97
Nov 16-30	0.69	0.73	0.51	0.92	0.63	0.89	0.61	1.04	0.72
Dec 1-15	0.43	0.52	0.22	0.79	0.34	0.69	0.29	0.84	0.36
Dec 16-31	0.43	0.49	0.21	0.79	0.34	0.61	0.26	0.77	0.33
<b>Totals (in.)</b>									
Yearly		49.78		52.67		53.80		57.78	
Crop season <sup>8</sup>		47.59		49.85		51.25		54.77	
Non-crop season <sup>9</sup>		2.20		2.81		2.54		3.02	

Notes:

<sup>1</sup> Normal year evapotranspiration of unstressed grass (reference crop, ET<sub>o</sub>) 30-year CIMIS average for the respective zone.

<sup>2</sup> Evapotranspiration rates for almonds were calculated by multiplying ET<sub>o</sub> by the crop coefficient.

<sup>3</sup> Almond crop coefficient.

<sup>4</sup> Zone 12 ET<sub>o</sub> rates from Chico, Fresno, Madera, Merced, Modesto and Visalia.

<sup>5</sup> Zone 14 ET<sub>o</sub> rates from Newman, Red Bluff and Woodland.

<sup>6</sup> Zone 15 ET<sub>o</sub> rates from Bakersfield, Los Banos and westside San Joaquin Valley.

<sup>7</sup> Zone 16 ET<sub>o</sub> rates from Coalinga and Hanford.

<sup>8</sup> Crop season ETC rates for March to Nov 15.

<sup>9</sup> Noncrop season ETC rates for Jan, Feb, Nov 16-30 and Dec.

(Source: Adapted from Doll and Schackel 2015)

Table 1. Thirty-year average evapotranspiration reference rates (ET<sub>o</sub>)<sup>1</sup> and almonds (ET<sub>c</sub>)<sup>2</sup> for selected CIMIS zones in almond-producing areas of California.









# Einbau von Bodenfeuchte-Sensoren



## Watermark - Sensoren

- vorher konditionieren
- auf guten Bodenschluss achten
- erst nach einigen Tagen korrekte Messwerte





# Bewässerungsmanagement Im Schalenobst

## In Deutschland besteht noch Untersuchungsbedarf zu

- Entwicklung / Anpassung von Kc-Werten zur Berechnung der Klimatischen Wasserbilanz
- Erarbeitung von / Erfahrungen zu Grenzwerten der Bodenfeuchte in den einzelnen Kulturen entsprechend der Kulturstadien

## Defizitäres Bewässerungsmanagement (SDI- strategic deficit irrigation)

- zur Wassereinsparung, Effizienzsteigerung
- Optimierte Anbauführung:
  - Verhältnis vegetatives / generatives Wachstum
  - Baumgesundheit
  - Steuerung physiologischer Prozesse



# Erfahrungen aus Italien

## Long Term Evaluation of Hazelnut Response to Drip Irrigation,

V. Cristofori<sup>1</sup>, R. Muleo<sup>1</sup>, C. Bignami<sup>2</sup> and E. Rugini<sup>1</sup>,

→ beste Variante: 75 % ET<sub>c</sub>, Bewässerung: 84 – 236 mm

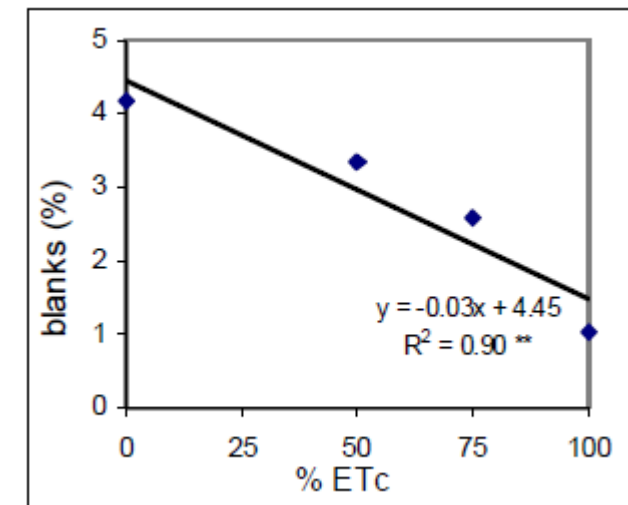
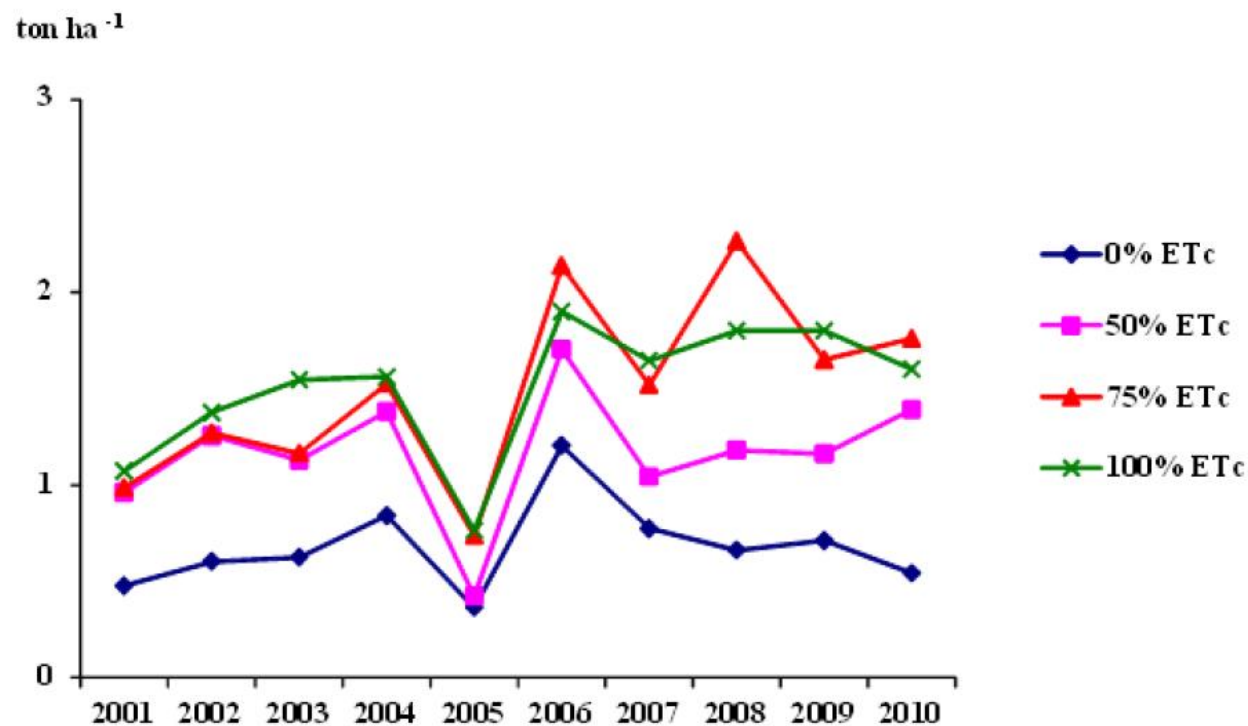


Fig. 2. Blank incidence in the nuts as affected by irrigation (average years 2005-2007).



# Effect of irrigation regimes by mini sprinkler on yield and pomological traits in Tombul hazelnut

Külahçılar<sup>1</sup>, T. Tonkaz<sup>2</sup> and S. Z. Bostan<sup>3a</sup>, Ordu, Turkey

Regimes: 0 %, 50 %, 100 % per mini Sprinkler

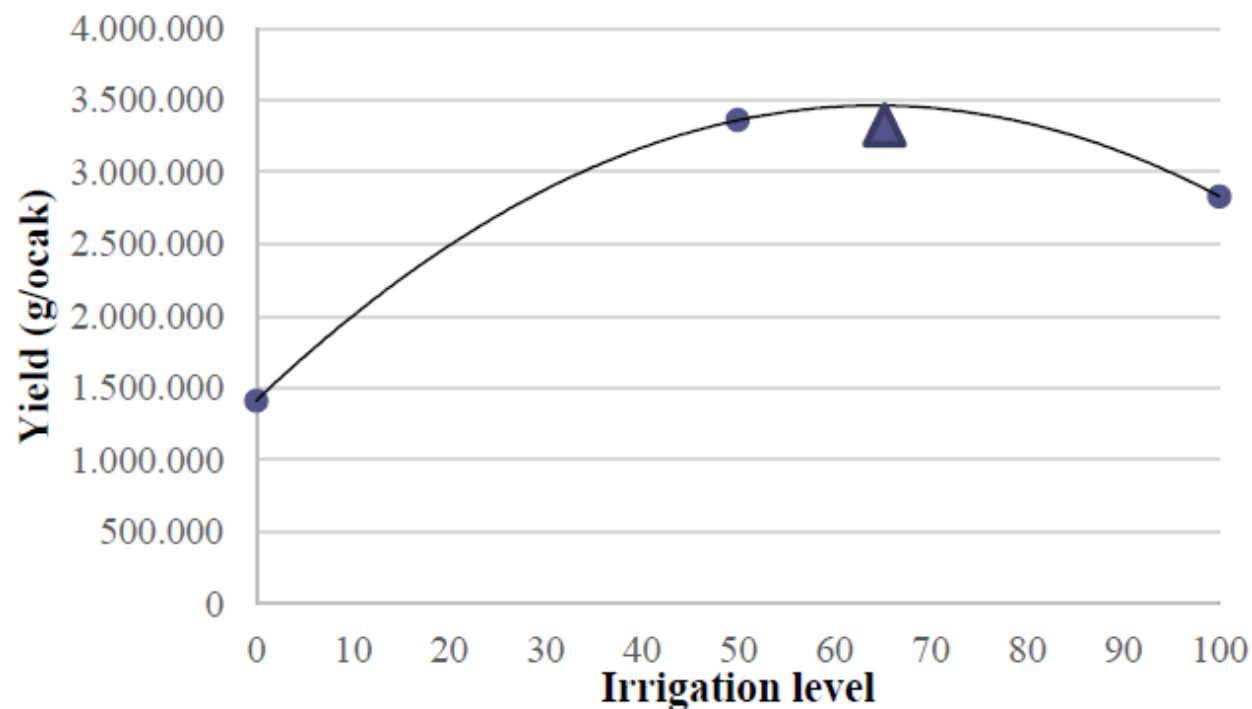


Figure 1. Relation between yield and irrigation level

# The Influence of Different Irrigation Strategies and the Percentage of Wet Soil Volume on the Productive and Vegetative Behaviour of the Hazelnut Tree (*Corylus avellana* L.), J.R. Gispert, et al., IRTA, Spain

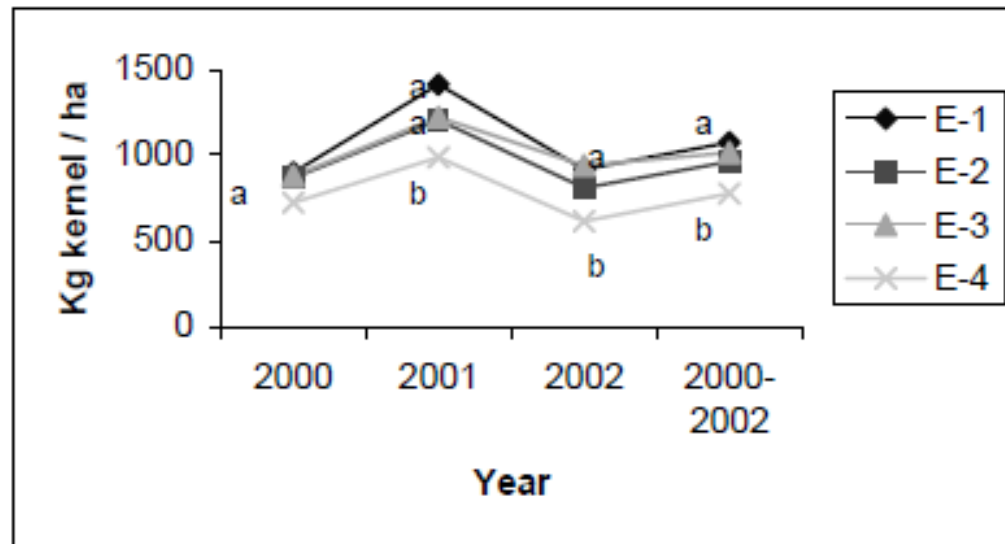


**E-1: Irrigation from April to September**

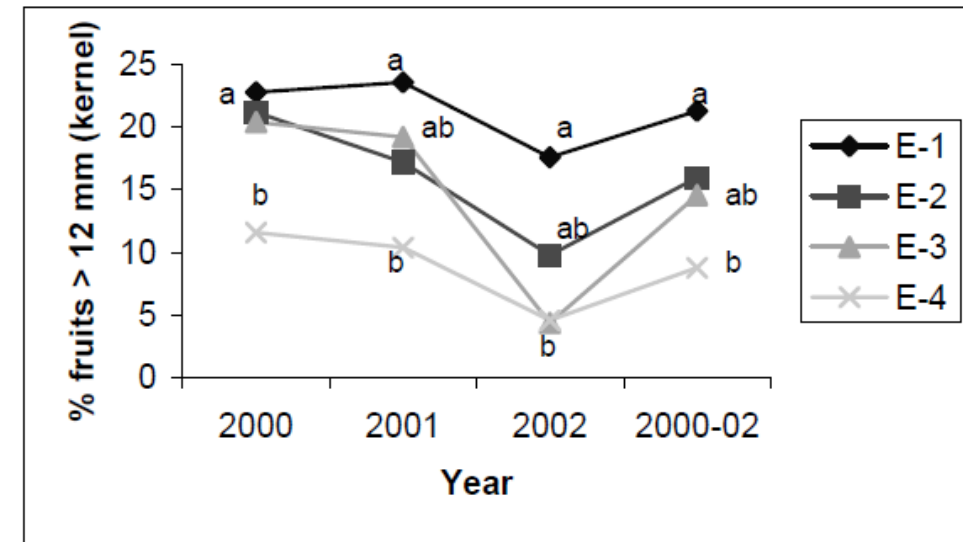
**E-2: Irrigation from June to September**

**E-3: Irrigation from April to September with a 30% water supply reduction in summer;**

**E-4: Irrigation from April to September with a 60% water supply reduction in summer)**



Productive responses (kg kernel/ha) of hazel trees

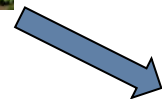


Percentage (%) of fruits with kernel diameter > 12 mm

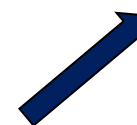


# Optimierte Steuerung einer Bewässerungsanlage

Wetterstation



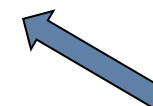
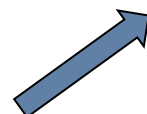
Software / Server



Pumpe/ Magnetventile /  
ggf. Düngeeinspeisung



Bodenfeuchte



Wasserzähler u.a.





# Marktübersicht Fernübertragungssysteme (Auswahl)

**IOT WATCH**  
Every plant has a story.



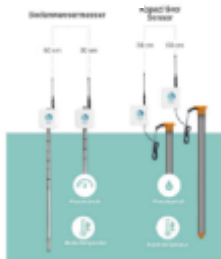
**ESTEDE Scientific**  
Previously Specmeters.EU



**fruitweb**



**WEENAT**



**Sencrop**



**meteobot**





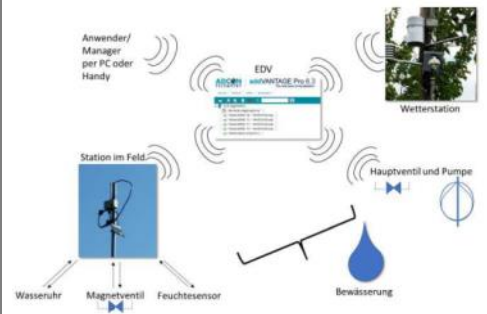
**NEX↑T Farming**

**WolkyTolky**  
WEATHER DATA SERVICES



**MMM**  
TECH SUPPORT®

# Intensitätsstufen der Automatisierung passend für die Betriebsstruktur

1	<b>Manuelles Sammeln von Daten / Fakten, einfaches Steuergerät</b>	   <p>Wassersensoren Übersicht</p> <p>Arbeitskulturen - Stand 21.04.2020 10:00 Uhr</p> <table border="1"><thead><tr><th>Standort</th><th>Kultur</th><th>Wassersensoren</th><th>Wasser</th><th>Wasser</th><th>Wasser</th><th>Wasser</th><th>Wasser</th><th>Wasser</th><th>Wasser</th></tr></thead><tbody><tr><td>Standort</td><td>Selbstweine</td><td>2020-04-20</td><td>0</td><td>230</td><td>23</td><td>90</td><td>4</td><td>100</td><td>1</td></tr><tr><td>Standort</td><td>Apfel</td><td>2020-04-20</td><td>0</td><td>100</td><td>17</td><td>18</td><td>1</td><td>100</td><td>1</td></tr></tbody></table>	Standort	Kultur	Wassersensoren	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Standort	Selbstweine	2020-04-20	0	230	23	90	4	100	1	Standort	Apfel	2020-04-20	0	100	17	18	1	100	1
Standort	Kultur	Wassersensoren	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser																							
Standort	Selbstweine	2020-04-20	0	230	23	90	4	100	1																							
Standort	Apfel	2020-04-20	0	100	17	18	1	100	1																							
2	<b>Sensorgebundene Steuerung (z.B. Niederschlag, Bodenfeuchte)</b>	  																														
3	<b>Vollautomatisierte Steuerung / Gesamtnetzwerk</b>	 <p>Anwender/ Manager per PC oder Handy</p> <p>EDV WINNITZDE Pro 3.0</p> <p>Wetterstation</p> <p>Station im Feld</p> <p>Wasserruhr</p> <p>Magnetventil</p> <p>Feuchtesensor</p> <p>Hauptventil und Pumpe</p> <p>Bewässerung</p>																														



# Standortplanung im Betrieb – Kulturauswahl, Unterlagenwahl



[www.obstbau.rlp.de](http://www.obstbau.rlp.de) → Geobox Viewer

Geobox-Viewer FLOrIp WIP Hilfe

Adresse oder Ort suchen

**Nutzbare Feldkapazität**

- <= 50 mm (sehr gering)
- > 50 bis <= 90 mm (gering)
- > 90 bis <= 140 mm (mittel)
- > 140 bis <= 200 mm (hoch)
- > 200 mm (sehr hoch)
- ohne Angabe
- von der Berechnung ausgeschlossen
- Fehler in den Grunddaten

Heidenau, Untertun, Mainz-B, Finthen, Dras

powered by esri

## Wassersparende Maßnahmen





---

## GEMISCHTES DOPPEL

*von Hendrik Grote*



**Muss nix**



**Nussmix**

**Süddeutsche Zeitung Magazin**



## Danke für Ihre Aufmerksamkeit



[https://img.freepik.com/fotos-premium/koestliche-oelsaaten-zu-weihnachten-walnuesse-mandeln-rosinen-kastanien-pistazien-macadamia-nuesse\\_285885-6245.jpg](https://img.freepik.com/fotos-premium/koestliche-oelsaaten-zu-weihnachten-walnuesse-mandeln-rosinen-kastanien-pistazien-macadamia-nuesse_285885-6245.jpg)

Elke Immik, DLR-Rheinpfalz,  
Wormser Str. 111  
D - 55276 Oppenheim,  
Tel. 0671-820 8311  
E-Mail: [elke.immik@dlr.rlp.de](mailto:elke.immik@dlr.rlp.de)