



## Bewässerung in der bayerischen Landwirtschaft vor dem Hintergrund einer rückläufigen Verfügbarkeit des Grundwassers

18. Bayerische Wassertage am 15./16. November 2023 in Augsburg  
Veranstalter: KUMAS - Kompetenzzentrum Umwelt e.V.

Dr. Martin Müller  
ALB Bayern e.V.

# Bewässerungsbedarf in bayerischen Schwerpunktgebieten



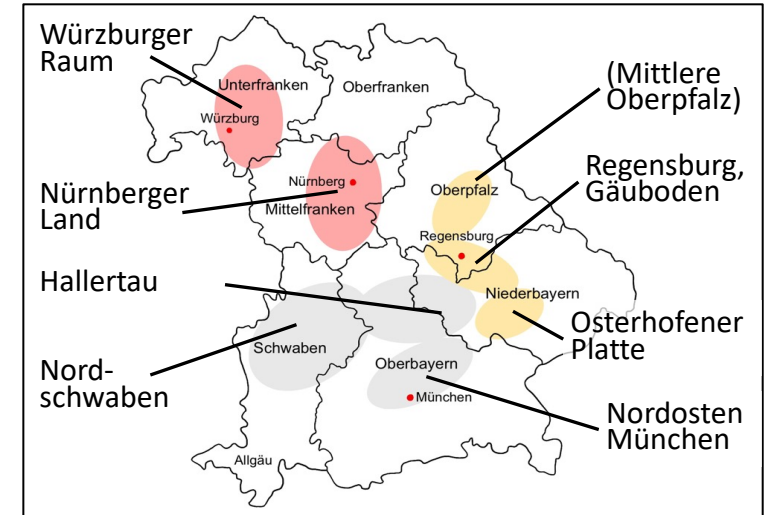
# Pflanzliche Erzeugung erfordert ausreichend Wasser



# Witterungsbedingte Standortfaktoren

Schwerpunktgebiet	LfL-Wetterstation	Ø-Temperatur	Σ-Niederschlag
Würzburger Raum	Gerbrunn (WÜ)	9,9 °C	560 mm
Nürnberger Land	Buch (N)	10,3 °C	610 mm
Regensburg, Gäuboden	Köfering (R)	9,5 °C	630 mm
(Mittlere Oberpfalz)	Irrenlohe (SAD)	8,6 °C	640 mm
Osterhofener Platte	Neusling (DEG)	9,4 °C	700 mm
Nordschwaben	Ainertshofen (AIC)	9,7 °C	720 mm
Hallertau	Hüll (PAF)	9,1 °C	810 mm
Nordosten München	Eichenried (ED)	9,1 °C	810 mm
Mittelwert		9,5 °C	690 mm

Betrachtungszeitraum 20 Jahre: 2003 bis 2022, Jahreswerte

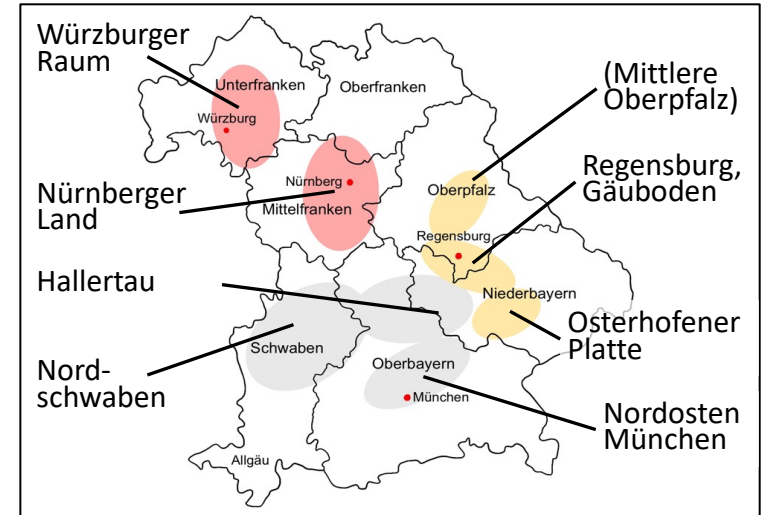
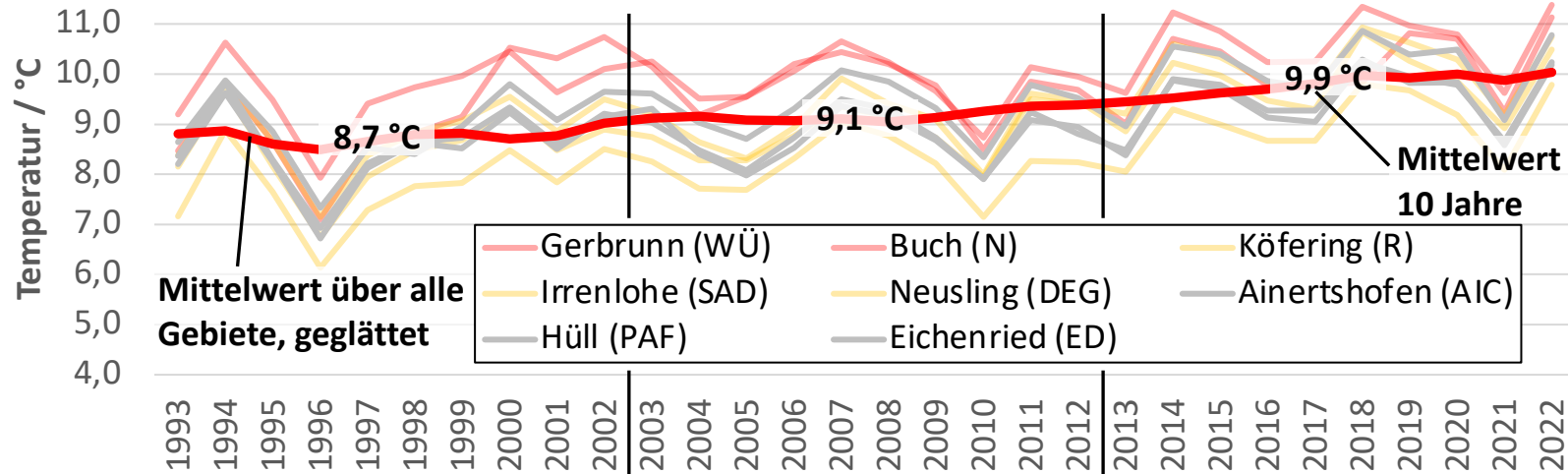


**Schwerpunktgebiete Bewässerung**

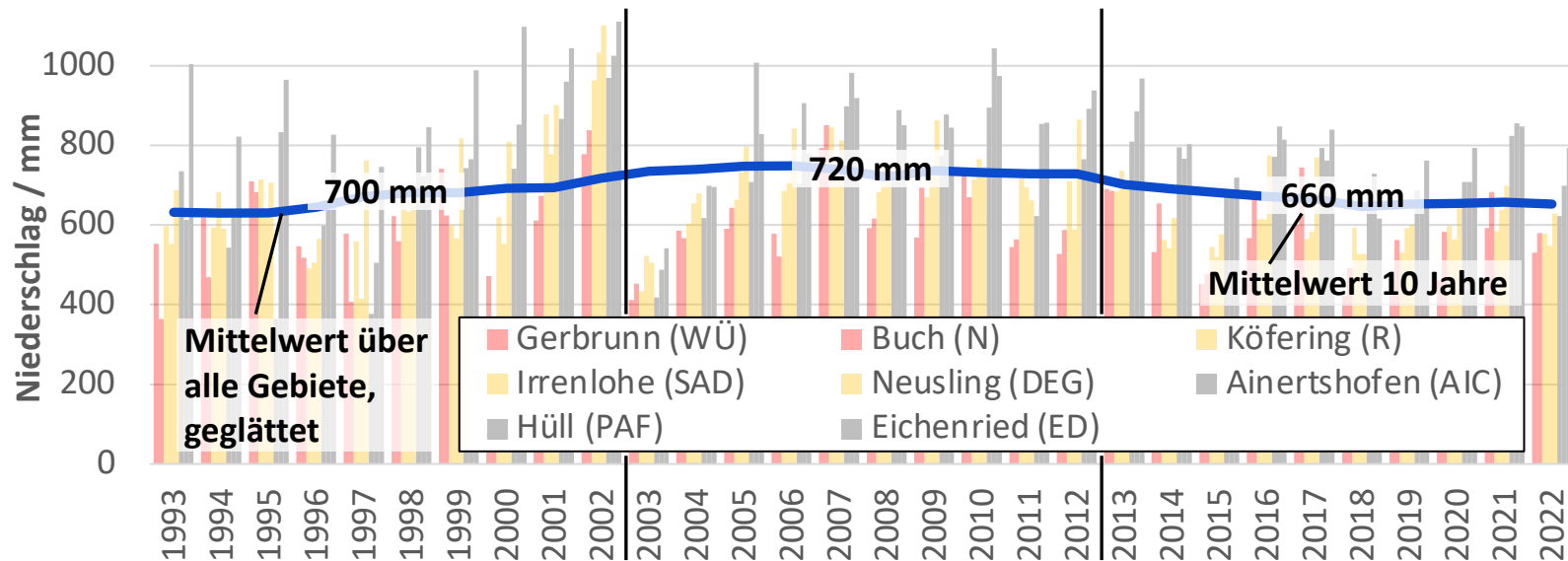
**Jahresdurchschnittstemperaturen  
und Jahresniederschläge in  
bayerischen Schwerpunktgebieten  
Bewässerung**



# Witterungsbedingte Standortfaktoren (2)



## Schwerpunktgebiete Bewässerung



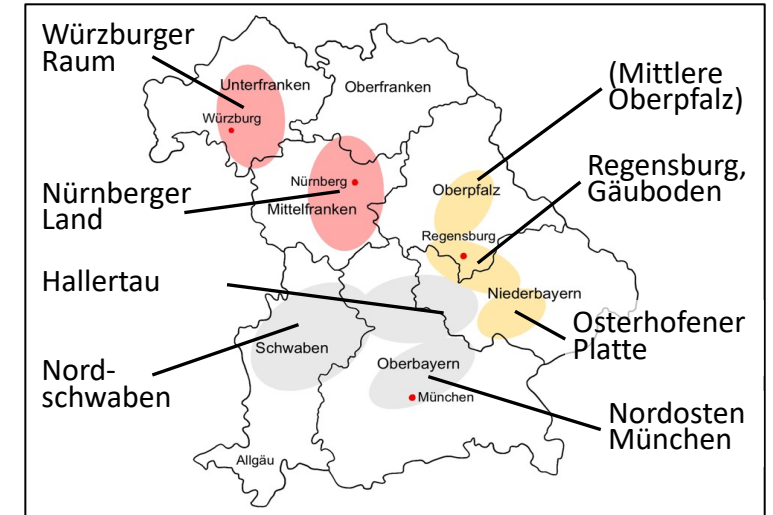
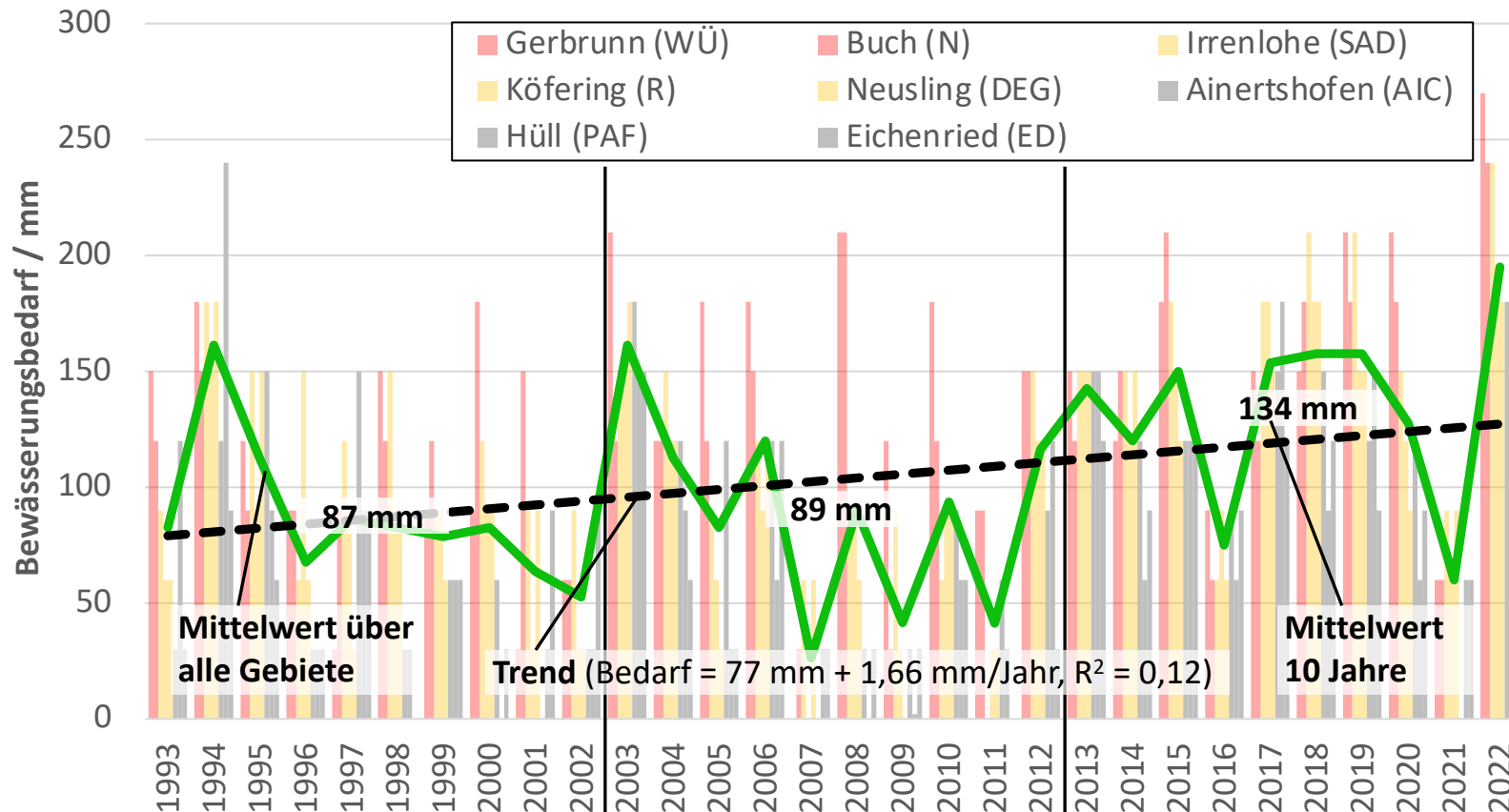
**Jahresdurchschnittstemperaturen (oben) und Jahresniederschläge (unten) in bayerischen Schwerpunktgebieten Bewässerung, Entwicklung von 1993 bis 2022 (30 Jahre)**

Datengrundlage: LfL-Wetterstationen

# Bemessung des Bewässerungsbedarfs

## Einfluss witterungsbedingter Standortfaktoren

Kultur: Kartoffeln, nutzbare Feldkapazität (nFK): 15 Vol.-%



**Bewässerungsbedarf zu Kartoffeln in bayerischen Schwerpunktgebieten, Entwicklung von 1993 bis 2022 (30 Jahre)**

Bemessungsinstrument:  
Bewässerungs-App



# Bemessung des Bewässerungsbedarfs (2)

## Einfluss witterungsbedingter Standortfaktoren

Kultur: Kartoffeln, nutzbare Feldkapazität (nFK): 15 Vol.-%,  
Versorgungssicherheit VS: 80 %

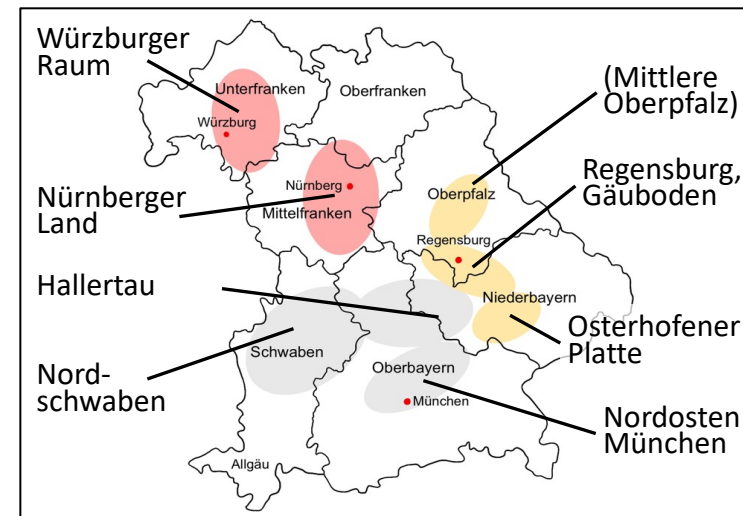
*Tatsächlich verwendete Wassermenge zur Versorgung gemäß Pflanzenbedarf  
in 80 % der Jahre (Unterversorgung in 20 % der Jahre)*

*Erforderliche Bewässerungskapazität*

**Bedarf,  
80 % VS**

**Bedarf, 80 % VS,  
Mittelwert 20 Jahre  
(Streubreite)**

Schwerpunktgebiet	LfL-Wetterstation	Bedarf, 80 % VS	Bedarf, 80 % VS, Mittelwert 20 Jahre (Streubreite)
Würzburger Raum	Gerbrunn (WÜ)	210 mm	135 mm ( 0 - 210 mm)
Nürnberger Land	Buch (N)	180 mm	115 mm (30 - 180 mm)
(Mittlere Oberpfalz)	Irrenlohe (SAD)	180 mm	110 mm ( 0 - 180 mm)
Regensburg, Gäuboden	Köfering (R)	150 mm	90 mm ( 0 - 150 mm)
Osterhofener Platte	Neusling (DEG)	150 mm	90 mm ( 0 - 150 mm)
Nordschwaben	Ainertshofen (AIC)	150 mm	85 mm ( 0 - 150 mm)
Hallertau	Hüll (PAF)	150 mm	65 mm ( 0 - 150 mm)
Nordosten München	Eichenried (ED)	120 mm	65 mm ( 0 - 120 mm)
Mittelwert		160 mm	94 mm ( 0 - 270 mm)



**Schwerpunktgebiete Bewässerung**

**Bewässerungsbedarf in  
bayerischen Schwerpunktgebieten,  
Stand: 2022**

Betrachtungszeitraum 20 Jahre: 2003 bis 2022

Bemessungsinstrument: Bewässerungs-App

# Bemessung des Bewässerungsbedarfs (3)

## Bewertung verschiedener Kulturen

Standortfaktor Witterung: LfL-Station Ainertshofen (AIC),

Standortfaktor Boden: nutzbare Feldkapazität (nFK): 15 Vol.-%

Kultur	Bedarf, 80 % Versorgungssicherheit	Bedarf, 80 % VS, Mittelwert 20 Jahre (Streubreite)
Salat, 3 Sätze	195 mm	160 mm (96 - 195 mm)
Gurken	195 mm	130 mm (20 - 195 mm)
Zwiebeln	160 mm	110 mm (40 - 160 mm)
Kartoffeln	150 mm	85 mm ( 0 - 150 mm)
Mais	50 mm	20 mm ( 0 - 50 mm)
Zuckerrüben	50 mm	10 mm ( 0 - 50 mm)
Winterweizen	25 mm	10 mm ( 0 - 25 mm)
Sportplatz, Rasen	285 mm	190 mm (120 - 285 mm)

**Bewässerungsbedarf verschiedener Kulturen bei gleichbleibenden Standorteigenschaften**

Betrachtungszeitraum 20 Jahre: 2003 bis 2022

Bemessungsinstrument: Bewässerungs-App



# Bewässerungsbedarf in Relation zur Grundwasserneubildung

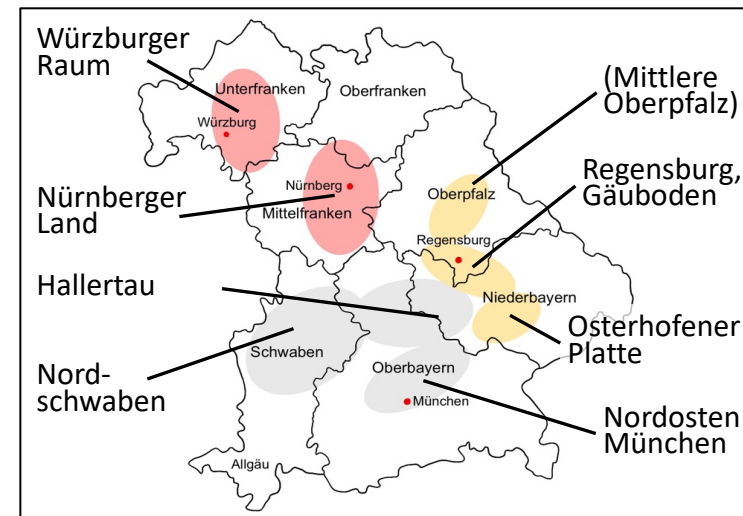
## Einfluss witterungsbedingter Standortfaktoren

Kultur: Kartoffeln, nutzbare Feldkapazität (nFK): 15 Vol.-%,

Versorgungssicherheit VS: 80 %,

Max. 30% der Grundwasserneubildung für Bewässerung

Schwerpunktgebiet	Grundwasserneubildung / a 2009 - 2021 (Quelle: LfU)	Bedarf, Kartoffeln, 80 % VS	Erforderliche LN / ha bewässerter Kartoffelfläche
Würzburger Raum	75 mm	210 mm	9,3 ha
Nürnberger Land	58 mm	180 mm	10,3 ha
(Mittlere Oberpfalz)	54 mm	180 mm	11,1 ha
Regensburg, Gäuboden	101 mm	150 mm	4,6 ha
Osterhofener Platte	105 mm	150 mm	4,8 ha
Nordschwaben	120 mm	150 mm	4,2 ha
Hallertau	105 mm	150 mm	4,8 ha
Nordosten München	180 mm	120 mm	2,2 ha



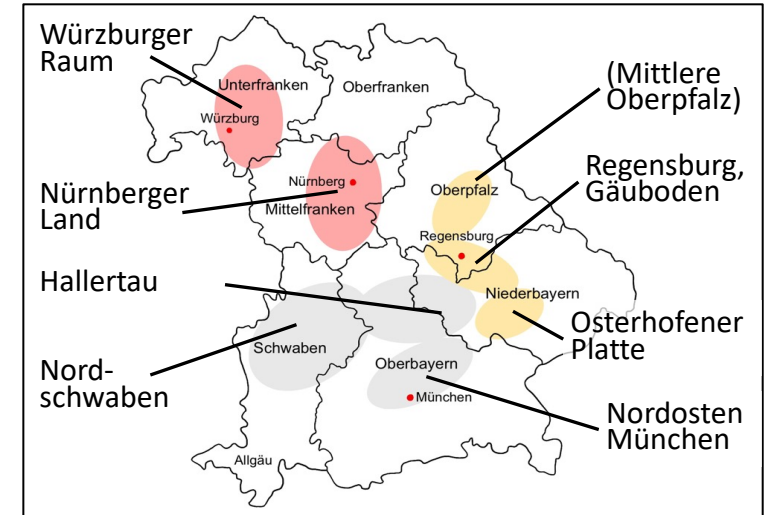
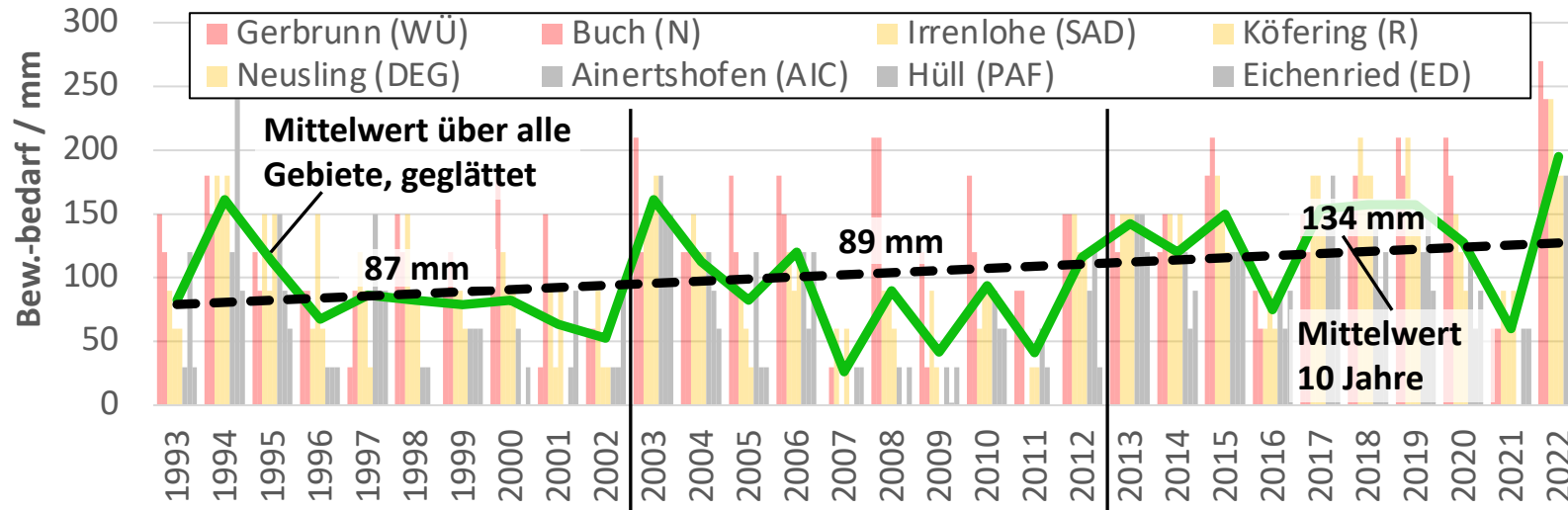
**Schwerpunktgebiete Bewässerung**

**Bedarf an Landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) zur Bedarfsdeckung der Bewässerung in bayerischen Schwerpunktgebieten, Stand: 2023**

Betrachtungszeitraum 13 Jahre (2009 bis 2021) bzw. 20 Jahre (2003 bis 2022)

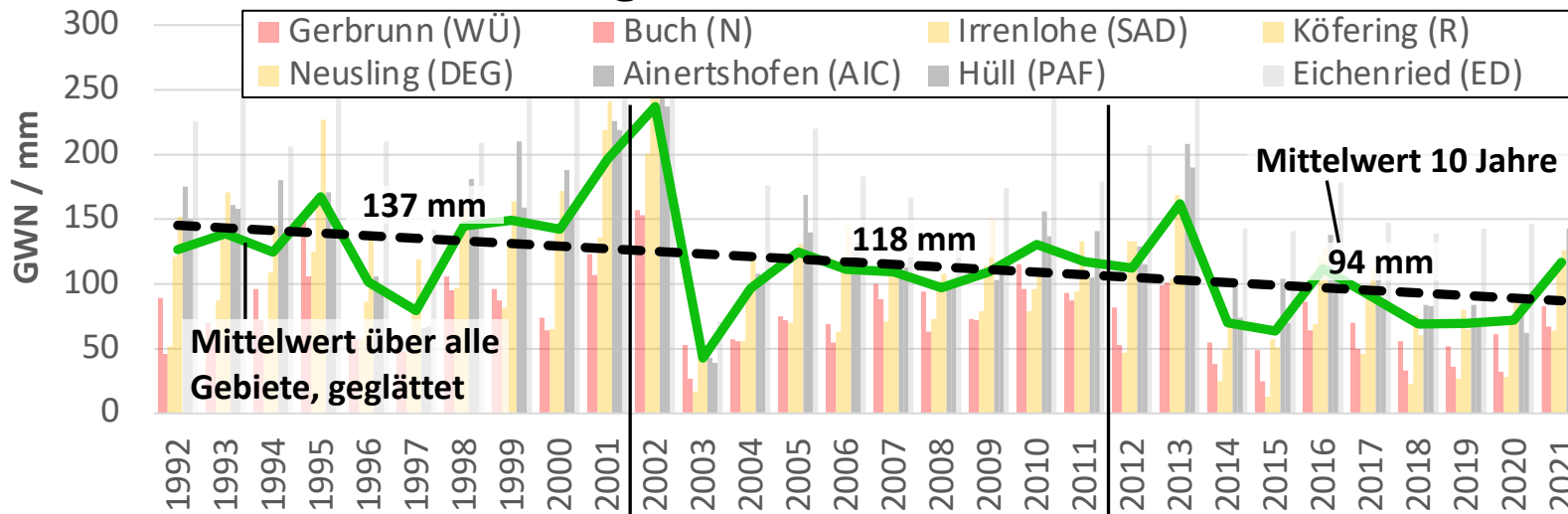
# Bewässerungsbedarf in Relation zur Grundwasserneubildung (2)

## Bewässerungsbedarf Kartoffeln



**Schwerpunktgebiete Bewässerung**

## Grundwasserneubildung GWN



**Grundwasserneubildung in bayerischen Schwerpunktgebieten, Entwicklung von 1992 bis 2021 (30 Jahre)**

Berechnung: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)



# Charakterisierung verschiedener Bewässerungstechniken

## Kennzeichen

- Standardverfahren in der Landwirtschaft
- Gleichmäßige Verteilung
- **Flexibel und mobil einsetzbar auf mehreren Flächen im Wechsel**
- Vergleichsweise geringe Fixkosten
- Hohe Einzelgaben realisierbar
- Hoher Düsendruck, hoher Energiebedarf
- Bedeutende Wasserverluste bei ungünstiger Witterung (starker Wind, hohe Temperaturen)



**Beregnungsmaschine mit Starkregner zu Zwiebeln**

# Beregnungsmaschine mit Düsenwagen

## Kennzeichen, Unterschied zu Starkregner

- **Ausbringung in Bodennähe,** gleichmäßigere Verteilung und höhere Wassereffizienz bei ungünstiger Witterung
- Höhere Fixkosten
- Hohe Beregnungsintensität begrenzt Einzelgabenhöhe und erfordert mehr Überfahrten
- Höherer Arbeitsaufwand
- Geringerer Düsendruck, geringerer Energiebedarf



**Beregnungsmaschine mit Düsenwagen zu Frauenmantel (Heilkraut)**



## Kennzeichen

- Aufbau und stationärer Einsatz auf 1 Schlag von Saat / Pflanzen bis Ernte
- Mittlerer Düsendruck, Energieaufwand
- **Beregnung der gesamten Fläche zur selben Zeit**
- **Kleine Einzelgaben möglich, bei Bedarf auch mehrmals täglich**
- Geeignet zu frischen Aussaaten und Anpflanzungen
- Geeignet für Frostschutzberegnung
- Relativ ungleichmäßige Verteilung
- Anfällig gegenüber Wind und hohen Temperaturen



Rohrberegnung zu Wirsing



## Kennzeichen

- Standardverfahren in Dauerkulturen mit großen Reihenabständen (Weinbau, Obstbau, Hopfen)
- Platzierung der Wassergaben entlang der Pflanzenreihen gezielt im Hauptwurzelbereich
- Bereiche zwischen den Reihen erhalten kein Wasser
- Witterungsunabhängig, hohe Wassereffizienz, geringer Energieaufwand
- Arbeitsaufwändig und sehr teuer bei einjährigen Kulturen und geringen Reihenabständen



Tropfbewässerung im Obstbau

# Ressourcenschonende Bewässerungskonzepte



## Inhalte

- Konzepte für Landwirtschaft, Gartenbau und städtische Grünflächen
- Bewässerungstechnik, Steuerung
- Bemessung des Bedarfs der Kulturen, Vorgehen bei knappem Angebot
- Wasserbedarfsdeckung
- Anpassung an die Trockenheit (ohne Bewässerung)

Bewässerungsforum Bayern

Informationsnetzwerk für eine effiziente und umweltschonende Bewässerung in Landwirtschaft, Weinbau und Gartenbau

Ziele: Verbesserung der Wasseraufnahme, Speicherung und Konservierung in Böden

## Maßnahmen

- Bodenschadverdichtungen vermeiden
- Konservierende Bodenbearbeitung
- Regenwürmer fördern
- Humusgehalte erhalten oder steigern
- Zwischenfrüchte anbauen

Außerdem:

- Standortangepasste Kulturwahl u. Sortenwahl
- Kultivierung vorverlegen, z.B. mit Vlies, Folie
- Maßvolle Bestandsführung
- Agro-Forst-Systeme



Quelle: LfL

**Lockeres, hohlraumreiches Krümelgefüge:  
intensiv durchwurzelt und lebend verbaut  
für gute Wasseraufnahme u. -speicherung**



# Wann und wieviel bewässern?

## Wasserangebot eines Pflanzenbestandes

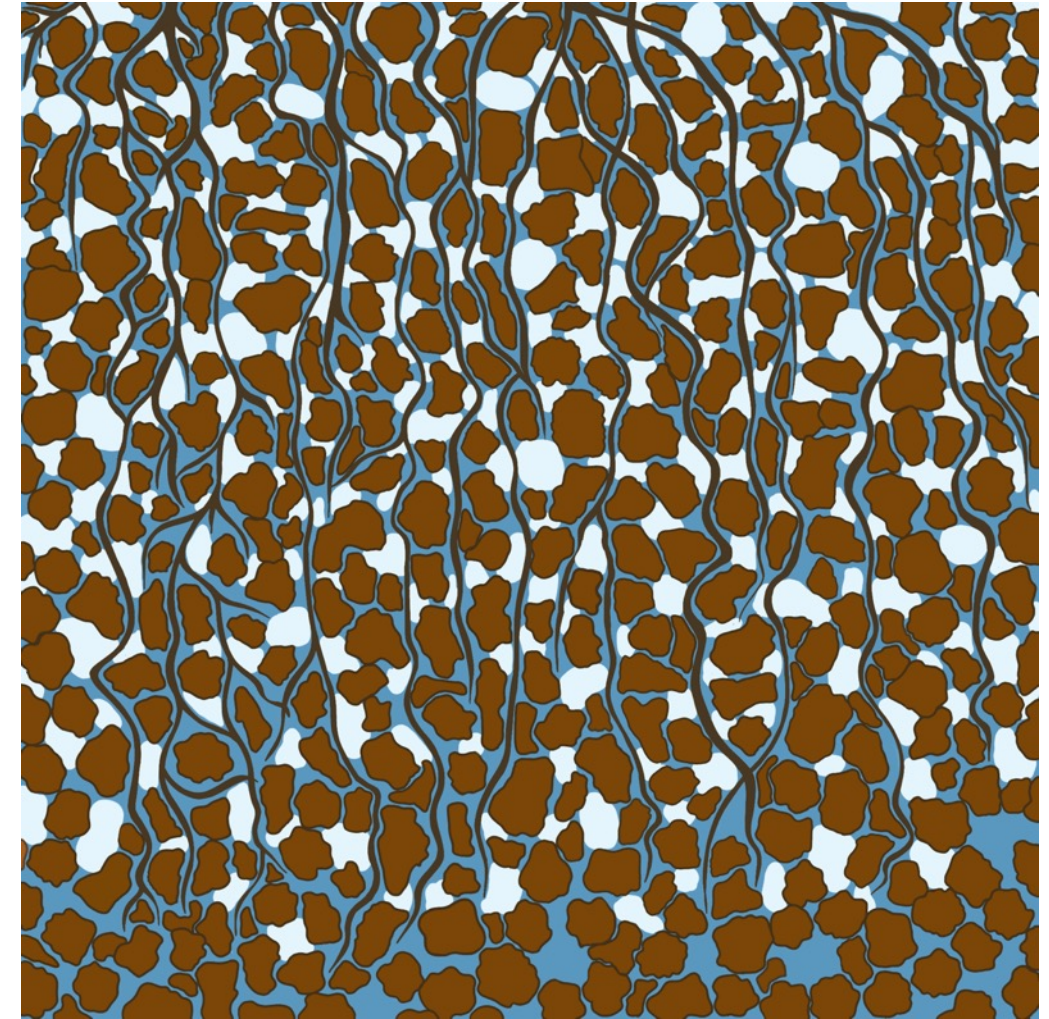
- Pflanzenverfügbare Bodenvorrat
- Natürliche Niederschläge
- **Ergänzende Bewässerung nach Bedarf**
- Steuerung der Bewässerung:



**Modelle /  
Berechnung**



**Messung der Bodenfeuchte  
mit Sensoren**



**Mit zunehmender Austrocknung der Böden sinkt für  
die Pflanzen die Verfügbarkeit des restlichen Wassers**



# Bewässerungsteuerung mit der Bewässerungs-App

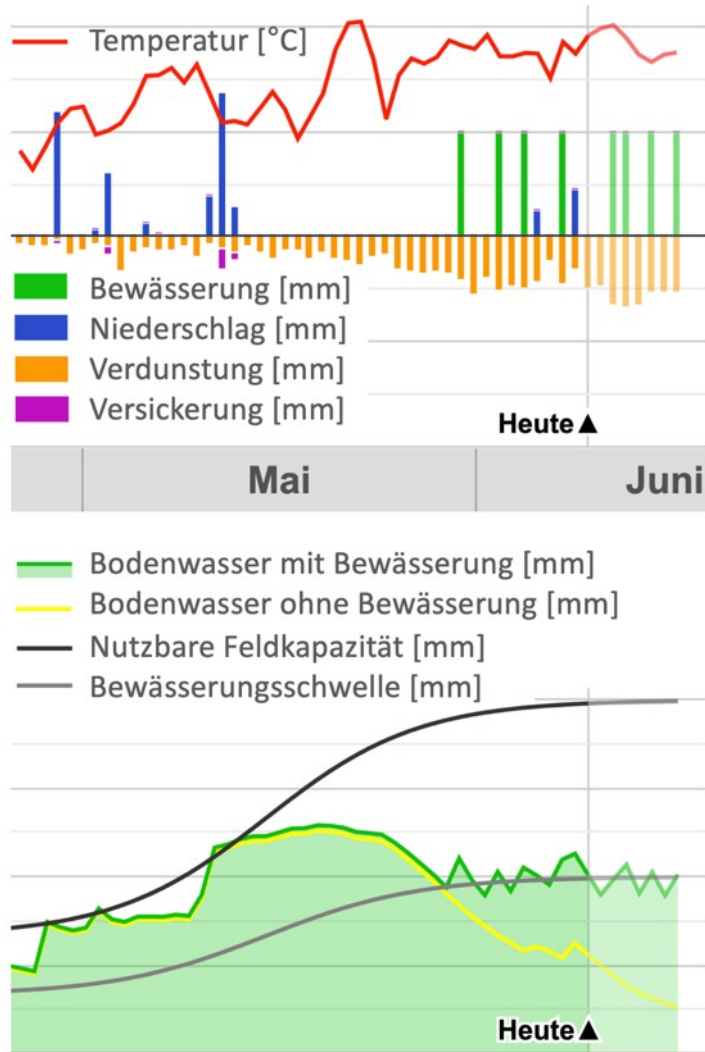
## Konzept

- Webbasiertes Entscheidungssystem
- Interaktives Werkzeug zur Planung, Steuerung und Dokumentation von Bewässerung
- Planungsinstrument zur Bemessung des Bedarfs
- Berechnung des besten Bewässerungszeitpunkts und der richtigen Wassermenge
- Berücksichtigung von 680 Wetterstationen, der Bodengüte, der genutzten Bewässerungstechnik und der angebauten Kultur
- Für landwirtschaftliche Kulturen, gärtnerische Kulturen und kommunale Grünflächen

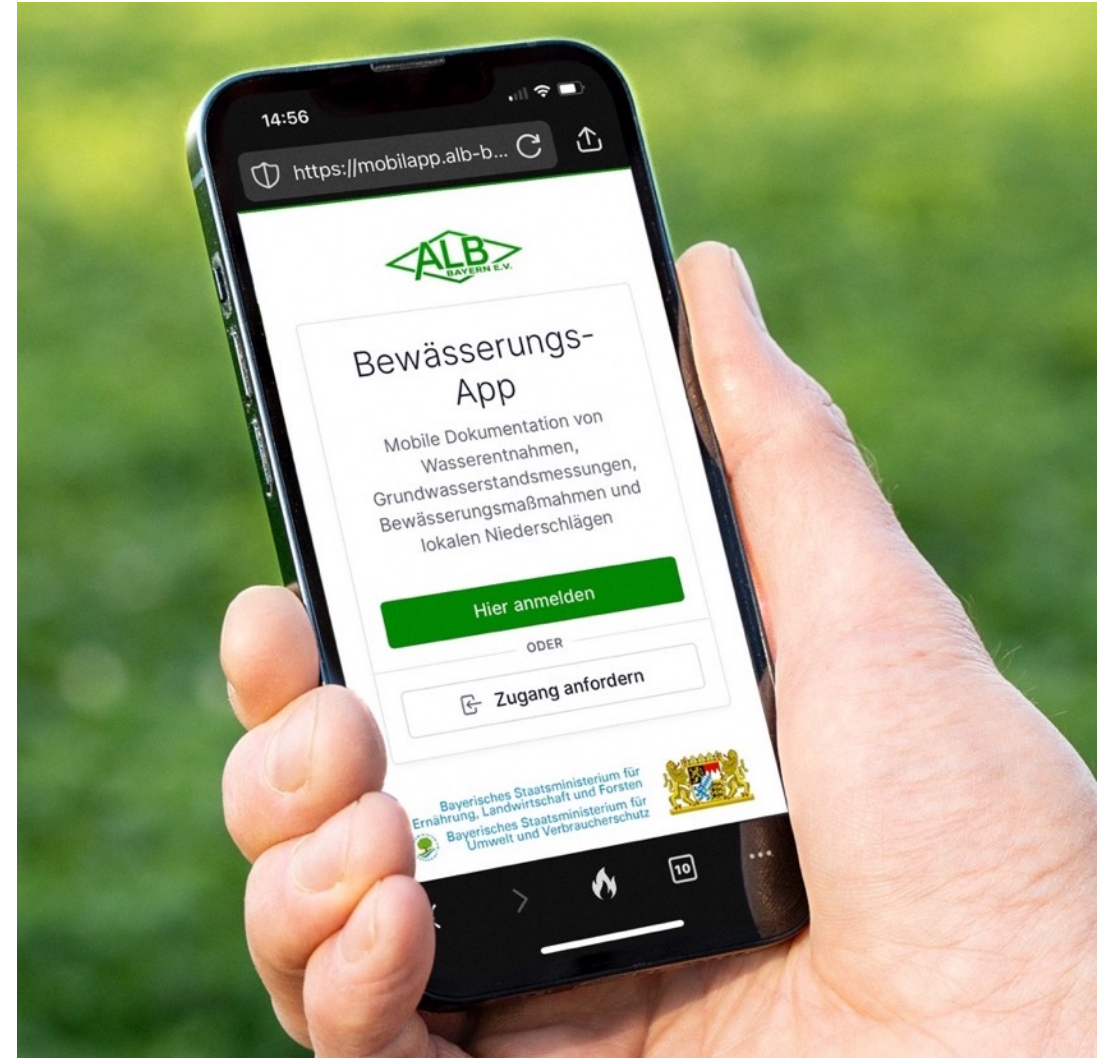


# Bewässerungsteuerung mit der Bewässerungs-App

→ Wann?  
→ Menge?



Ergebnisdarstellung, Ausschnitt



Mobile Dokumentation



# Strategien der Betriebe bei großer Wasserknappheit



**Tropfbewässerung  
bei Gurken**

**Schlauchabstand 150 cm**

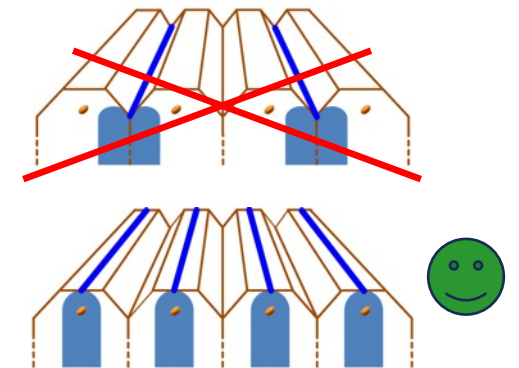


**Gurkenernte (oben)**





## Tropfbewässerung bei Kartoffeln



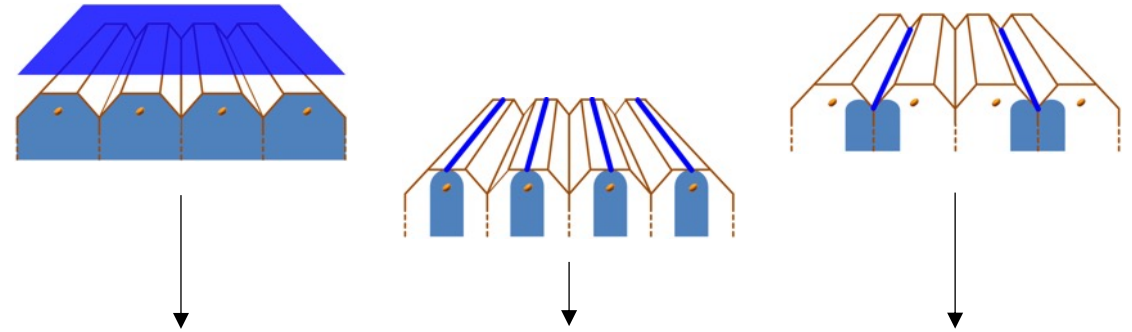
**Schlauchabstand 75 cm**

hier: Notbewässerung seit  
Anfang Juli (bei Trockenheit  
9 mm / Woche)

# Bemessung der Gabenhöhe mit der Bewässerungs-App

## Beispiel:

Kartoffeln nach der Blüte,  
Wasserspeicherkapazität des  
Sandbodens ( $n_{FK} = 10 \text{ Vol.-%}$ ),  
Bewässerungsschwelle  $50\% n_{FK}$



Kenngrößen		Berechnung	DKV	ZDV
Tropferabstand	/ cm	-	30	30
Anzahl Tropfstellen	/ m <sup>2</sup>	-	4,4	2,2
Durchfeuchtung- $\phi$ am Tropfer	/ cm	-	30	30
Wurzeltiefe in der Feuchtezone	/ cm	60	60	45
Anteil durchfeuchteten Bodens	/ %	100	31	12
<b>Mögliche Einzelwassergabe</b>	<b>/ mm</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>3,5</b>

- Zu hohe Einzelgaben führen unmittelbar zu Sickerwasserbildung
- Große Unterschiede in Abh. von Verteiltechnik, Bewässerungsschwelle, Bodenart und Wurzeltiefe



# Strategien der Betriebe bei großer Wasserknappheit



**Tropfbewässerung bei  
Kräutern, z.B. Liebstöckel  
(3-4-jährig)**

Jeweils 2 Schläuche  
zwischen 3 Reihen,  
Abstand 50 cm, 8 cm Tiefe



# Strategien der Betriebe bei großer Wasserknappheit



**Eigene technische  
Entwicklungen**





## Tropfbewässerung bei Zwiebeln

Jeweils 1 Schlauch  
zwischen 2 Pflanzenreihen



# Strategien der Betriebe bei großer Wasserknappheit



**Tropfbewässerung:  
Leckagen sind ein Problem  
(durch Vögel, Wild, Mäuse)**



**Maßnahme: Vollständiges  
Bedecken der Tropfschläuche**



# Strategien der Betriebe bei großer Wasserknappheit



**Tropfbewässerung:  
Leckagen sind ein Problem  
(durch Vögel, Wild, Mäuse)**

Leckage

Person, beim Bewässern vor Ort  
zur Reparatur der Tropfschläuche

**Auffinden von Leckagen  
und Reparatur während  
der Bewässerung**



# Strategien der Betriebe bei großer Wasserknappheit



**Tropfbewässerung  
bei Karotten**



**Anbau auf Dämmen in  
2er-Reihen, Abstand 7 cm**



# Strategien der Betriebe bei großer Wasserknappheit



## Eigene technische Weiterentwicklungen

GPS-geführtes Scheibensech zur präzisen und sicheren Seitenführung der Säscharre

Verlegeschar (Eigenbau)

Ablegen der Tropfschläuche bei der Saat in 3 cm Tiefe zwischen 2 Saatreihen von 7 cm Abstand und je 1,5 cm Tiefe

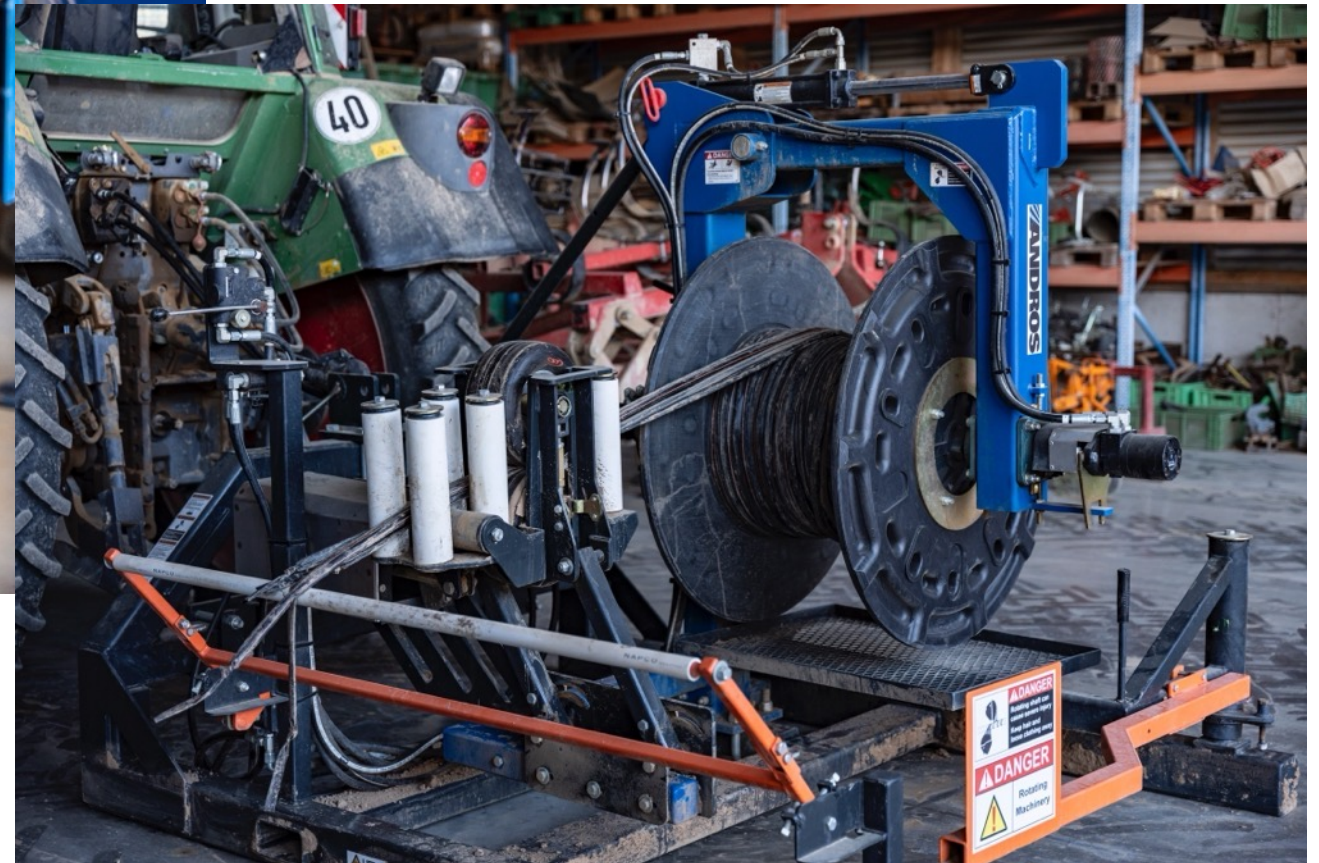


# Strategien der Betriebe bei großer Wasserknappheit



**Robuste Technik zur Entnahme der Tropfschläuche aus dem Boden (oben)**

**Technik für hohe Schlagkraft zum Aufwickeln der Tropfschläuche (rechts)**



**Import  
bewährter Technik**





## **Wasserrückhalt in Erdbecken**

Zeitliche Entkopplung von  
Wasserentnahme und  
Bewässerung

**Befüllung des Speichers bei  
ausreichendem Wasserdargebot  
während der Wintermonate mit  
oberflächennahem Grundwasser  
aus nebenstehendem Brunnen**



# Strategien der Betriebe bei großer Wasserknappheit



## Beileitung von Uferfiltrat

hier:  
im Bereich der Isar  
zu Tropfbewässerung bei  
Einlegegurken 2 km entfernt







Steuerung,  
Überwachung:  
per Smartphone  
(Eigenentwicklung)

- Vorhaben des Betriebes**
- Auffangen der Winterniederschläge auf Folientunnel von Dezember bis März
  - Wasserrückhalt in Erdbecken für Bewässerung von April bis Juli
  - Unabhängigkeit von Grundwasser

## Tropfbewässerung bei Pfingstrosen (Dauerkultur)



**Unterflur in ca. 30 cm Tiefe**

- Reihenabstand: 1 m
- Pflanzabstand: 1 m
- Wurzeltiefe: 1 m
- Tropferabstand: 50 cm
- Ausfluss/ Tropfer: 1,6 l/h
- Bewässerung von April bis Juli
- Bewässerung: 1 h / Wo.
- Gabenmenge: 3,2 mm / Wo.  
= 3,2 Liter / Wo. je Pflanze





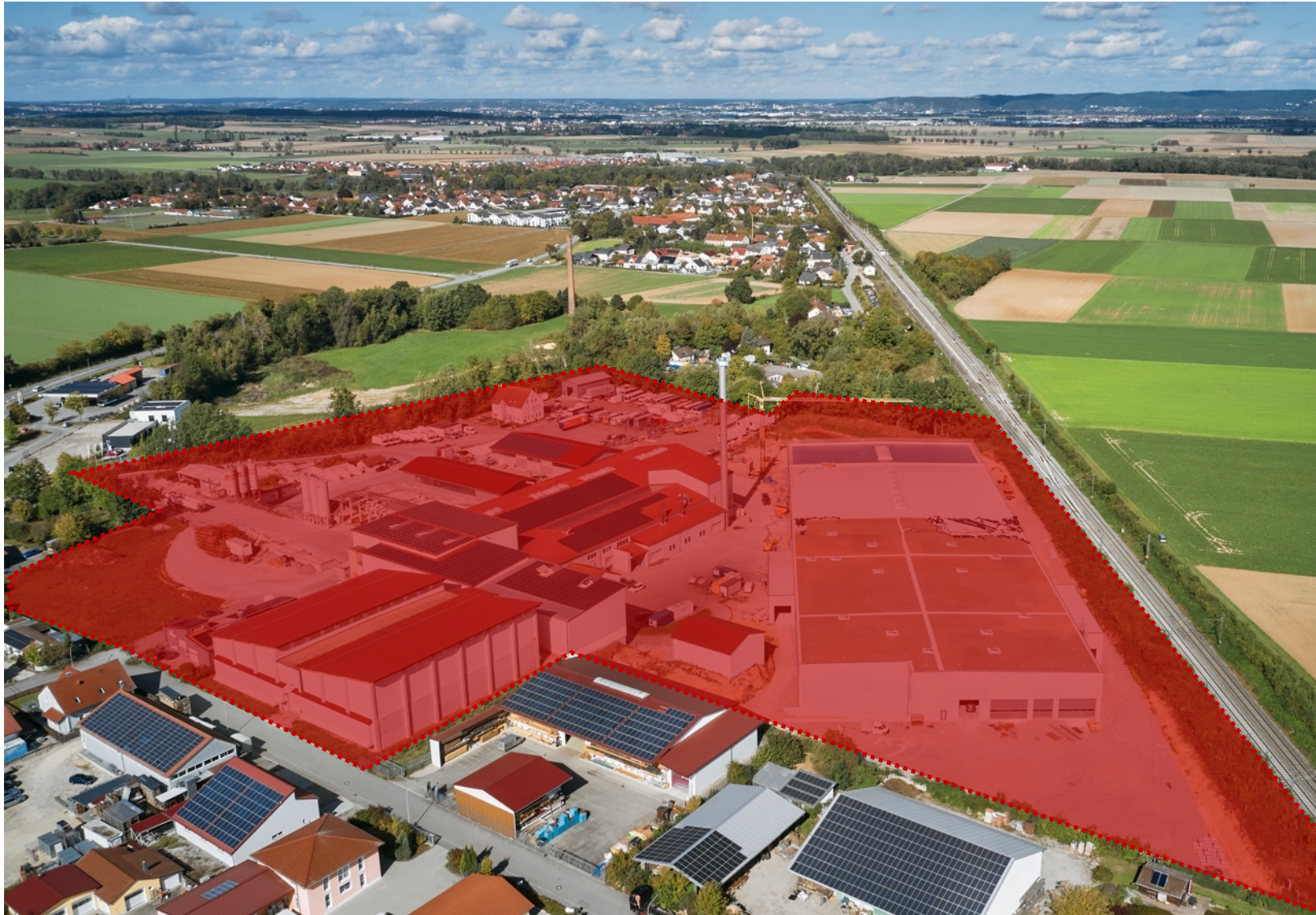
## Anstauung von wasserabführenden Gräben während der Sommermonate

Wasser nach Niederschlägen in  
der Fläche halten

**Verschließen von Rohren mit  
Blasen (Pfropfen) und  
Rückstauung in Drainagerohren**



# Strategien der Betriebe bei großer Wasserknappheit



## Vorhaben

### **Sammeln von Regenwasser auf betriebseigener Gewerbefläche (6,8 ha)**

Wasserrückhalt in Erdbecken  
2 km entfernt

zur Bewässerung von Zwiebeln  
und Kartoffeln

per Tropfbewässerung,  
Düsenwagen und Starkregner

(Alternative: Versickerung des  
Regenwassers dezentral über  
Sickerdome)





## Bewässerungs- teichwirtschaft

Erhöhung der Dämme von Karpfenteichen um etwa 50 cm; Oberflächenwasser, das dadurch bei Nässe im Winter oder bei Starkniederschlägen zusätzlich gespeichert werden kann, steht bei Trockenheit im Sommer zur Bewässerung zur Verfügung.



**Forschungsprojekt der  
Bayerischen Landesanstalt für  
Landwirtschaft (LfL); Kooperation  
mit Landwirten und Teichwirten**





## Wasseraufbereitung und Wiederverwendung

Nutzwasser zur Bewässerung von kommunalen Grünflächen und landwirtschaftlichen Flächen



Forschungsprojekt der Technischen Universität München (TUM)

# Fazit



- Maßnahmen, die zu einer nachhaltigen Bewässerung beitragen, können sehr variabel sein.
- Durch den Klimawandel wird der Bewässerungsbedarf aller Voraussicht nach weiter zunehmen.
- Nur mit ausreichend regionalen Bewässerungsmöglichkeiten wird eine zufriedenstellende regionale Versorgung mit Gemüse, Obst, Kartoffeln usw. auch weiterhin möglich sein.

## Kontakt

Dr. Martin Müller, ALB Bayern e.V.

E-Mail: [martin.mueller@alb-bayern.de](mailto:martin.mueller@alb-bayern.de), Internet: <http://www.alb-bayern.de>

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**