



## Optimierung der Bewässerung von Rasensportplätzen

Dr. Martin Müller, Arbeitsgemeinschaft Landtechnik  
und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.

Zusammenarbeit:



Träger:



Landeshauptstadt  
München  
**Baureferat**  
Hochbau

### Projektleitung und Konzeption

Dr. Martin Müller

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen  
in Bayern e.V. (ALB), Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

E-Mail        martin.mueller@alb-bayern.de

Internet      <http://www.alb-bayern.de>

# Gliederung

---

|                                                                                                           | Folien |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| ■ Ausgangssituation und Projektrahmen . . . . .                                                           | 4      |
| ■ Funktionsweise der Bewässerungs-App . . . . .                                                           | 9      |
| ■ Bisheriges Bewässerungsmanagement (betriebsüblich) . . . . .                                            | 12     |
| ■ Bewässerungssteuerung mit der Bewässerungs-App . . . . .                                                | 19     |
| ■ Bewertung der Wasserverteilgleichmäßigkeit und der Nutzungseffizienz . . . . .                          | 22     |
| ■ Bewertung des Bewässerungsbedarfs von 1995 bis 2024 (30 Jahre) . . . . .                                | 28     |
| ■ Konzept zum Umgang mit Trockenjahren / Wasserknappheit . . . . .                                        | 34     |
| ■ Bewertung des zu erwartenden jährlichen Bewässerungsbedarfs bei<br>80 % Versorgungssicherheit . . . . . | 40     |
| ■ Machbarkeitsstudie zur Regenwassernutzung . . . . .                                                     | 42     |
| ■ Zusammenfassung der Ergebnisse des Pilotprojekts . . . . .                                              | 45     |
| ■ Umsetzung in der Fläche, Start: April 2026 . . . . .                                                    | 49     |

# Ausgangssituation und Projektrahmen



## Ausgangssituation, allgemein

---

- Wasserherkunft bei Sportplatzbewässerung:
  - in München bisher überwiegend aus Trinkwasser und teilweise aus Grundwasser
- Bewässerungsmanagement durch Platzwarte:
  - bisher vorrangig nach Erfahrung und Gefühl (Termine, Gabenhöhe)
  - automatische Beregnung nachts, manuelle Beregnung bisher tagsüber
- Wasserverbrauch einzelner Anlagen:
  - platzbezogener Verbrauch bisher unbekannt
- Zu erwarten:
  - Reglementierungen bzgl. Grundwassernutzung und evtl. Trinkwassernutzung



## Projektziele

- Bewässerungssteuerung:
  - nach objektiven Kriterien, angepasst an den Bedarf der jeweiligen Rasenfläche, effizient, sparsam und mit möglichst wenig Verlusten
- Verwendetes Entscheidungsinstrument:
  - ALB-Bewässerungs-App; Verrechnung von Wetter- und Bodendaten sowie Kennzahlen zu Sportrasen und der Bewässerungstechnik
- Erhalt der Qualität der Rasenflächen:
  - Zuverlässige Belastbarkeit und Bespielbarkeit auch bei anhaltender Trockenheit und Hitze
- Nutzung von Regenwasser:
  - Bewertung der Verwendungsmöglichkeiten mit Hilfe der Bewässerungs-App

# Technische Weiterentwicklung

- Weiterentwicklung der Bewässerungs-App zur Einbindung lokaler Messsensorik mit Funkübertragung
- In dieser Weise automatisierbare Prozesse:
  - Dokumentation der Bewässerung
  - Dokumentation lokaler Niederschläge
  - Verrechnung beider Größen zur Ableitung nachfolgender Bewässerungsmaßnahmen
- Einrichtung eines Benachrichtigungsdienstes zu anstehenden Bewässerungsmaßnahmen
  - personenbezogene Benachrichtigung (Platzwarte) am Vormittag des jeweiligen Tages per E-Mail und/oder SMS

Niederschlagssensor mit Funkübertragung



Wasserzähler mit Funkübertragung



Weenat-Server (Frankreich)



Hidroconta-Server (Spanien)



Bewässerungs-App Mobil



Bewässerungs-App Mobil



Bewässerungs-App Desktop-Version





## Weiteres Arbeitsprogramm

---

- Bewertung der Wasserverteilgleichmäßigkeit und der Nutzungseffizienz an einem Sportplatz
- Bewertung der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens und Bodenfeuchteanalysen im Labor zur Überprüfung und ggf. Neukalibrierung der Bewässerungs-App
- Festlegung des Wasserversorgungsniveaus der Rasenflächen (Rasenqualität ↔ Wassersparen)
- Bewertung des zu erwartenden jährlichen Wasserbedarfs bei 80% Versorgungssicherheit
- Machbarkeitsstudie zur Regenwassernutzung
- Entwicklung eines Konzepts zum Umgang mit Wasserknappheit

# Funktionsweise der Bewässerungs-App

[www.alb-bayern.de/app](http://www.alb-bayern.de/app)



# Steuerung per Bewässerungs-App

## Konzept

- Für landwirtschaftliche Kulturen, gärtnerische Kulturen und kommunale Grünflächen
- 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 betrachteten Kultur



Bisheriges  
Bewässerungsmanagement,  
Bert-Brecht-Allee, Hauptfeld,  
„betriebsüblich“

# Bewässerungstechnik, Bert-Brecht-Allee, Hauptfeld



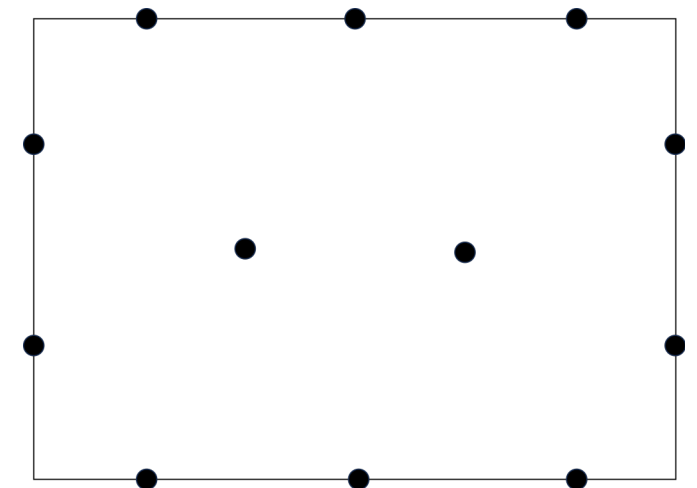
Schwinghebelversenkregner

## Automatische Bewässerung

- Ansteuerbare Schwinghebelversenkregner
- Programmablauf 7-stufig:
  - 2 Mittelfeldregner laufen einzeln
  - 10 Seitenregner laufen paarweise
- Programmierbare Steuerung
- Beregnungssaison: Mitte April bis Mitte Oktober
- Automatisches Aussetzen des täglichen Programmablaufs an Tagen mit Niederschlag (Regensensor!)



Steuereinheit in Schaltkasten



Anordnung der Regner am Rasensportplatz

# Bewässerungsmanagement, Bert-Brecht-Allee, Hauptfeld bis Saison 2023, „betriebsüblich“

## Bisheriges Bewässerungskonzept der Platzwarte

Programmierung:

- Ein Beregnungsgang täglich
- Laufzeit der Regner jeweils 10 Minuten
- **Ausbringmenge in  $\text{m}^3/\text{h}$  bzw. in  $\text{l}/\text{m}^2$  je Beregnungsgang bisher unbekannt**
- Start jeweils um 22.00 Uhr
- Saisonstart: etwa Mitte April
- Saisonende: etwa Mitte Oktober  
(mündliche Auskunft der Platzwarte)



**Sportplatzanlage Bert-Brecht-Allee, Hauptfeld;  
Satellitenfoto entstanden nach anhaltender  
Trockenheit während der Bewässerungssaison**

Quelle: Bildschirmfoto vom 24.05.2024, Google Maps

# Ermittlung der Wasserverteilmäßigkeit

## 1. Termin: 02. Mai 2024

Betriebsüblicher Beregnungsgang,  
12 Regner mit jeweils 10 Minuten  
Laufzeit

Ermittlung der Gabenhöhe an  
450 Messstellen im Raster von  
2 x 2 Meter

Bezirkssportanlage Bert-Brecht-  
Allee 17, Rasenfläche „Hauptfeld“

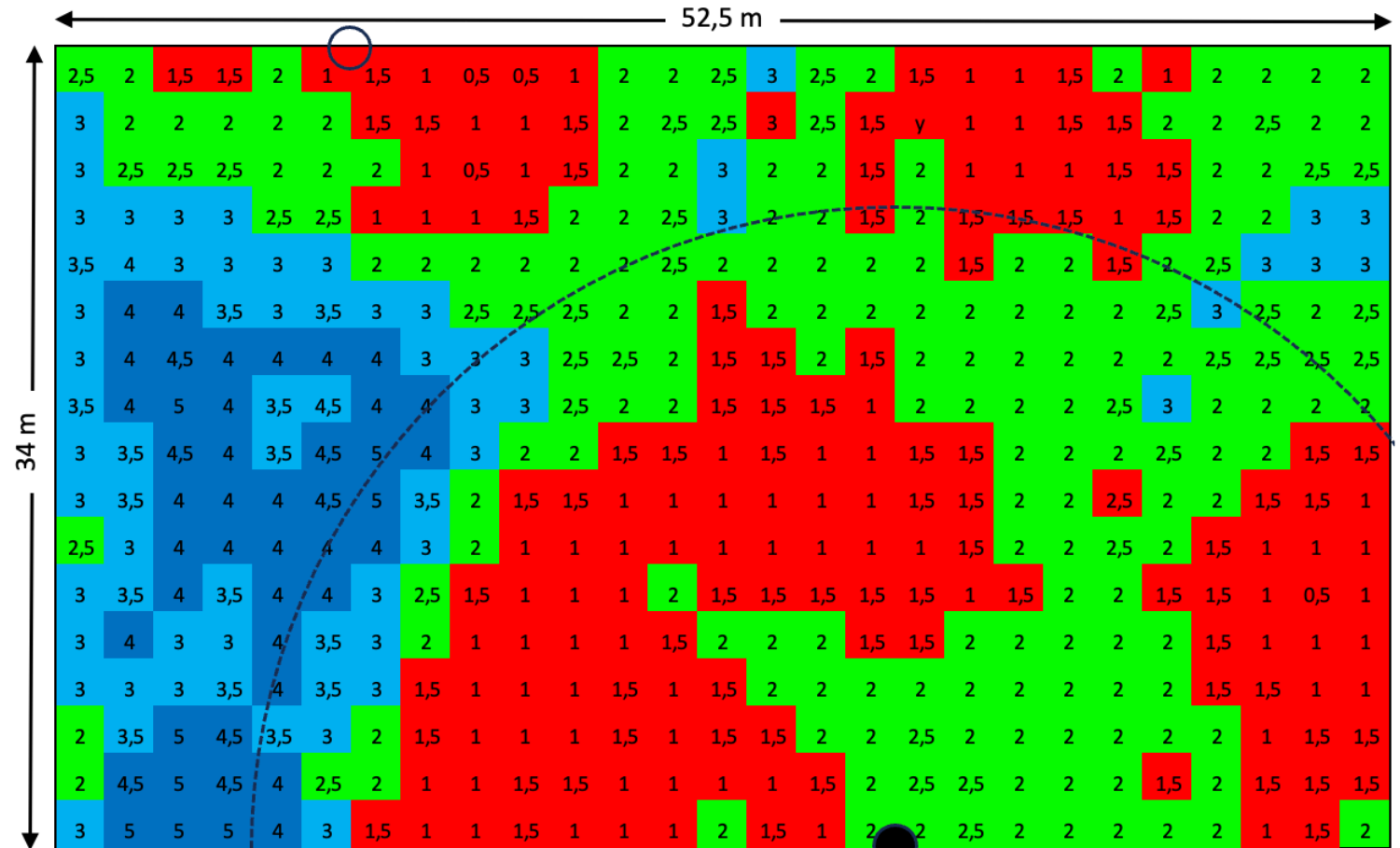
Zusammenarbeit:



# Wasserverteilgleichmäßigkeit, Bewässerungsmanagement “betriebsüblich”

Ø-Gabenhöhe: 3,25 mm  
 bis 1,5 mm: 35 Flächen-%  
 4-5 mm: 10 Flächen-%

Berechnungsmengen in mm  
 im 2 x 2 Meter-Raster  
 auf etwa einem Viertel  
 der Spielfeldfläche  
 nach einem Beregnungsgang;  
 Regnerlaufzeit jeweils  
 20 Minuten.  
 schwarzer Ring = Regner Nr. 6,  
 schwarzer Kreis = Regner Nr. 1



# Bewässerungsmanagement bis Saison 2023 „betriebsüblich“

Ausbringmenge je Beregnungsgang, Messergebnis: 3 mm (= 3 l/m<sup>2</sup>)

## Bewertung

- Wasserbedarf der Rasenfläche an heißem Sommertag: 5 mm  
→ 3 mm/Tag ermöglichen keine bedarfsgerechte Versorgung
- Kalkulatorische Boden-Eindringtiefe bei Bewässerungsschwelle 50% nFK:  
~ 1 mm benetzt Rasenblätter, verdunstet zusätzlich  
2 mm dringen 2/17\*20 cm in Boden ein = 2,5 cm  
→ Unterhalb 2,5 cm Tiefe trocknet Boden bei andauernder Wasserknappheit stark aus; Wurzeln verkümmern  
→ Nachfolgende Niederschläge mit Bodendurchnässung bis 20 cm Tiefe sind wenig pflanzenverfügbar
- 12 bis 15 mm je Beregnungsgang sind angemessen (kalkulatorische Eindringtiefe 13 bis 17 cm)



Bodenwasserspeicher, pflanzenverfügbar:  
Gründigkeit (Durchwurzelbarkeit): 20 cm, nutzbare  
Feldkapazität nFK (Boden): 17 Vol.-%  
nutzbare Feldkapazität nFK (Rasenfläche): 34 mm

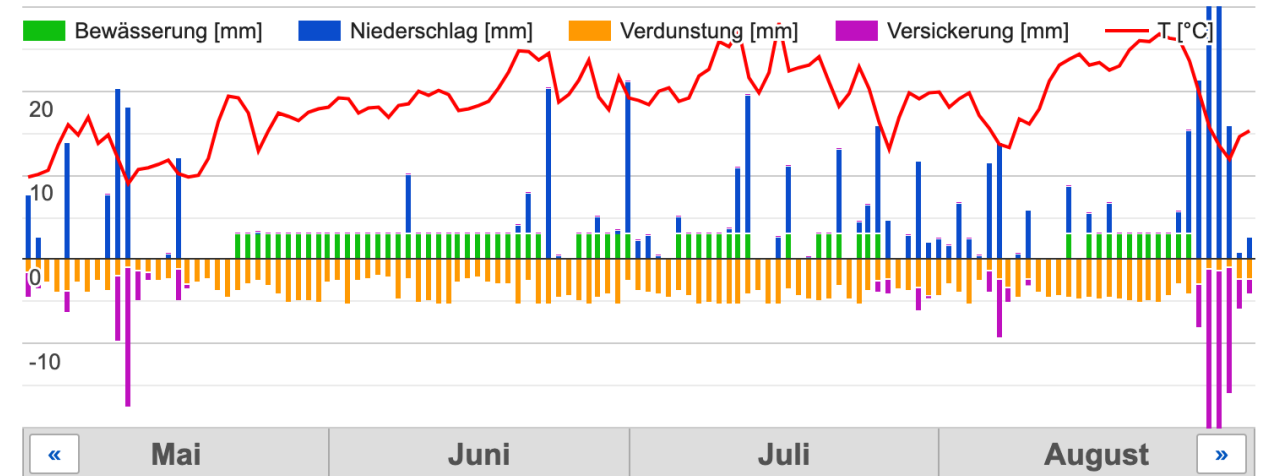
# Bewässerungsmanagement Saison 2023 „betriebsüblich“

- Bewässerungsmenge Saison 2023:  
285 mm
- Wasserverbrauch Hauptfeld:  
 $285 \text{ mm} \times 105 \text{ m} \times 70 \text{ m} = 2.095 \text{ m}^3$

Kalkulation mittels  
Bewässerungs-App

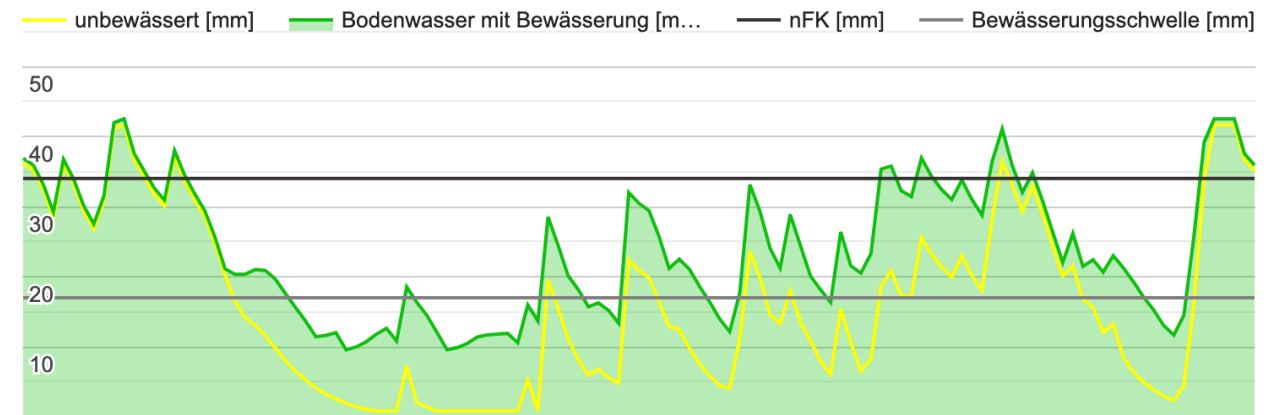
Witterungsverlauf und Verlauf des Bodenwassers - 2023

Legende?



Bodenwasserbilanz - Sportrasen

Legende?



Summenwerte von 01.01.2023 bis 31.10.2023

| Kennwert        | ohne Bewässerung | mit Bewässerung | Zunahme |
|-----------------|------------------|-----------------|---------|
| Bewässerung     | 0 mm             | 285 mm          | 285 mm  |
| Niederschlag NS | 712 mm           | 712 mm          | 0 mm    |
| Verdunstung     | 495 mm           | 728 mm          | 232 mm  |
| Versickerung    | 198 mm           | 247 mm          | 49 mm   |

# Bewässerungssteuerung mit der Bewässerungs-App

# Bewässerungssteuerung mit der Bewässerungs-App

## Benutzeroberfläche, Einstellungen:

Wetterstation: DWD-München-Stadt

Durchwurzelungstiefe Rasenfläche: 20 cm

Wasserspeicherfähigkeit, Boden: 17 Vol.-%

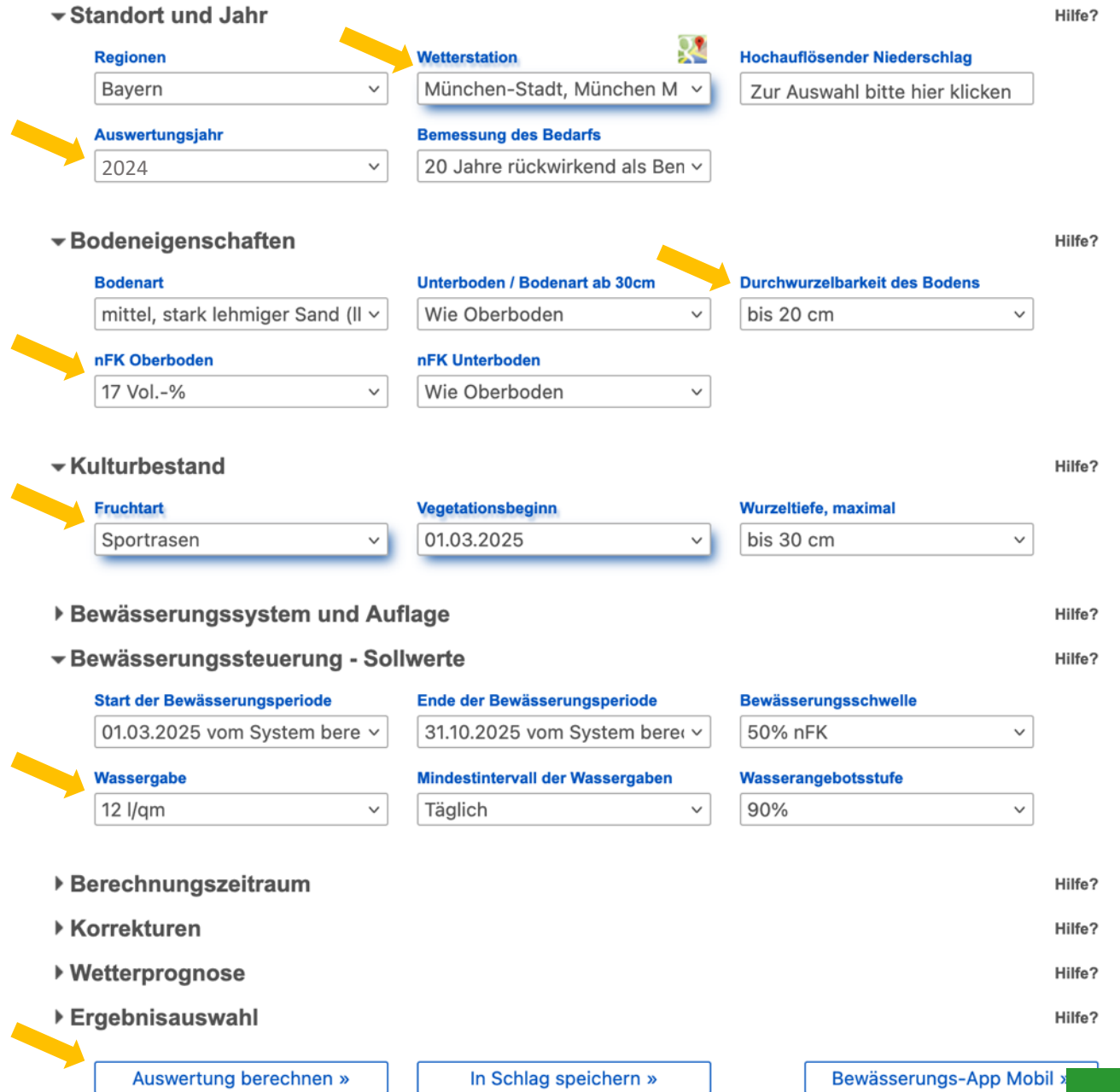
**Bewässerungsschwelle: 50 % nFK**

**Beregnung nachts ab 22.00 Uhr.**

**12 mm / Beregnungsgang**

Empfehlungen  
per SMS und/  
oder E-Mail

Bewässerungs-App



**▼ Standort und Jahr**

Regionen: Bayern  
Wetterstation: München-Stadt, München M  
Hochauflösender Niederschlag: Zur Auswahl bitte hier klicken

Auswertungsjahr: 2024  
Bemessung des Bedarfs: 20 Jahre rückwirkend als Ben

**▼ Bodeneigenschaften**

Bodenart: mittel, stark lehmiger Sand (II)  
Unterboden / Bodenart ab 30cm: Wie Oberboden  
Durchwurzelbarkeit des Bodens: bis 20 cm

nFK Oberboden: 17 Vol.-%  
nFK Unterboden: Wie Oberboden

**▼ Kulturbestand**

Fruchtart: Sportrasen  
Vegetationsbeginn: 01.03.2025  
Wurzeltiefe, maximal: bis 30 cm

**► Bewässerungssystem und Auflage**

**▼ Bewässerungssteuerung - Sollwerte**

Start der Bewässerungsperiode: 01.03.2025 vom System bere  
Ende der Bewässerungsperiode: 31.10.2025 vom System bere  
Bewässerungsschwelle: 50% nFK

Wassergabe: 12 l/qm  
Mindestintervall der Wassergaben: Täglich  
Wasserangebotsstufe: 90%

**► Berechnungszeitraum**

**► Korrekturen**

**► Wetterprognose**

**► Ergebnisauswahl**

Auswertung berechnen » In Schlag speichern » Bewässerungs-App Mobil »

# Bewässerungssteuerung mit der Bewässerungs-App, Saison 2024

Wetterstation: DWD-München-Stadt

Durchwurzelungstiefe Rasenfläche: 20 cm

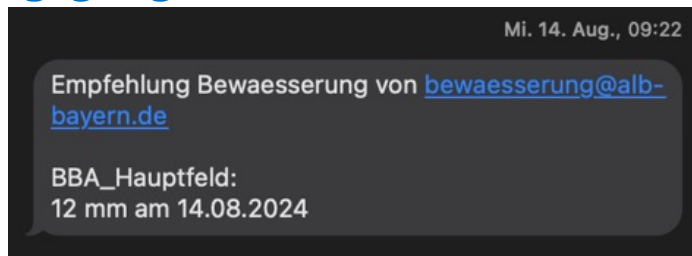
Wasserspeicherfähigkeit, Boden: 17 Vol.-%

**Bewässerungsschwelle: 50 % nFK**

**Beregnung nachts ab 22.00 Uhr.**

**12 mm / Beregnungsgang**

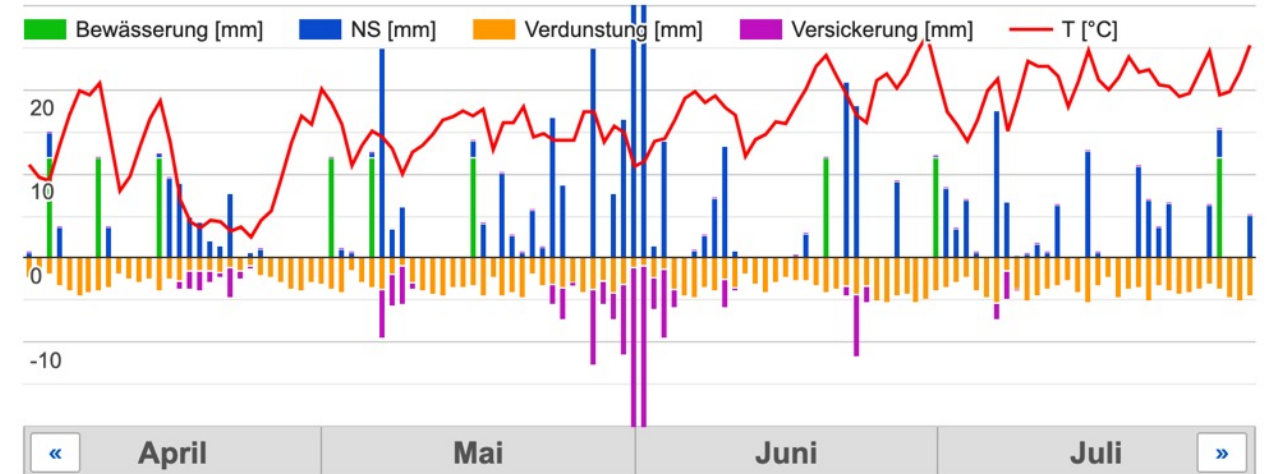
Empfehlungen  
per SMS und/  
oder E-Mail



Kalkulation mit der Bewässerungs-App

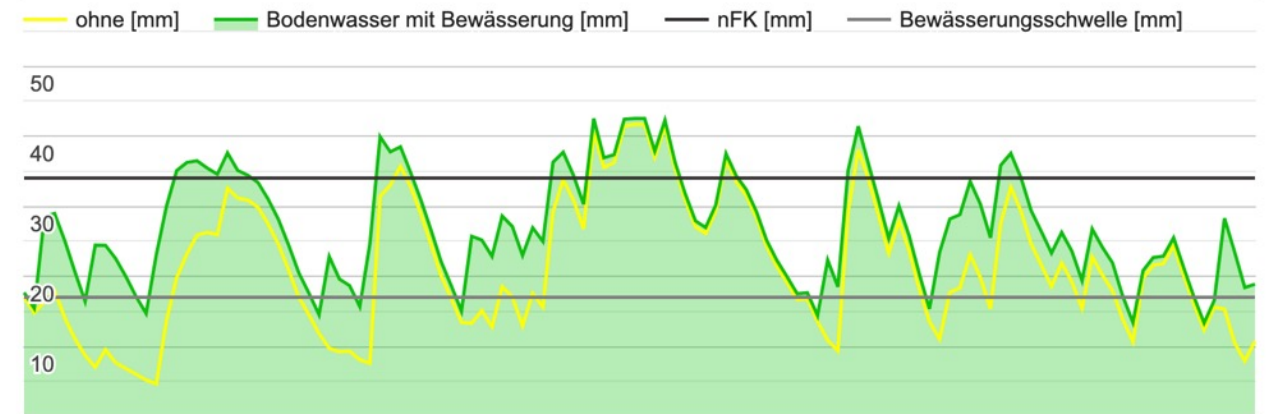
Witterungsverlauf und Verlauf des Bodenwassers - 2024

Legende?



Bodenwasserbilanz - Sportrasen

Legende?



Summenwerte von 01.03.2024 bis 31.10.2024

| Kennwert        | ohne Bewässerung | mit Bewässerung | Zunahme |
|-----------------|------------------|-----------------|---------|
| Bewässerung     | 0 mm             | 168 mm          | 168 mm  |
| Niederschlag NS | 924 mm           | 924 mm          | 0 mm    |
| Verdunstung     | 589 mm           | 683 mm          | 93 mm   |
| Versickerung    | 339 mm           | 413 mm          | 74 mm   |

# Bewertung der Wasserverteilgleichmäßigkeit und der Nutzungseffizienz bei angepassten Regner-Laufzeiten

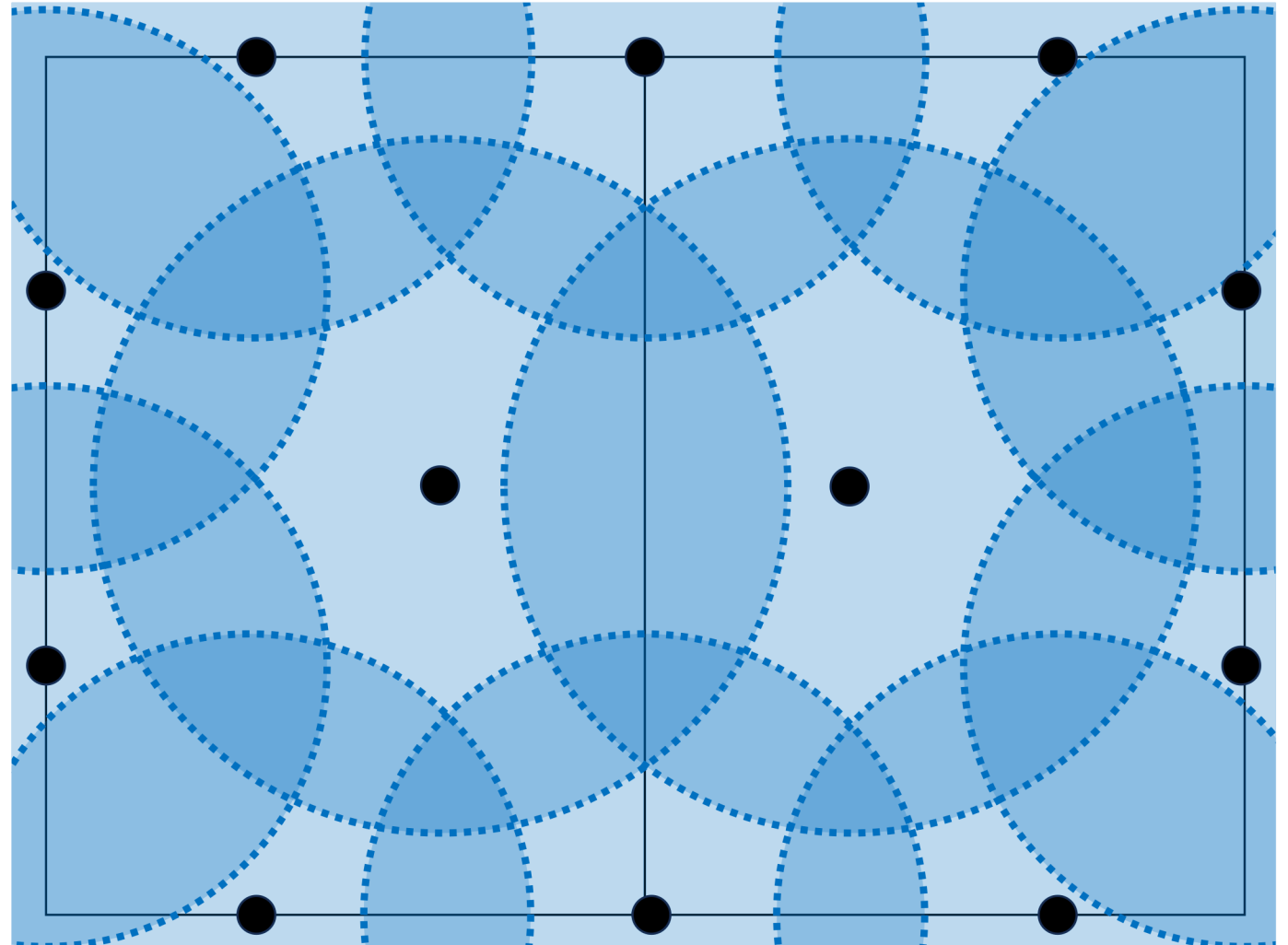
# Flächenabdeckung und Überlappung der Wurfweiten, Hauptfeld

## Technische Empfehlung:

2 Hauptregner im Mittelfeld sollten doppelt so lange laufen wie die Nebenregner im Randbereich;

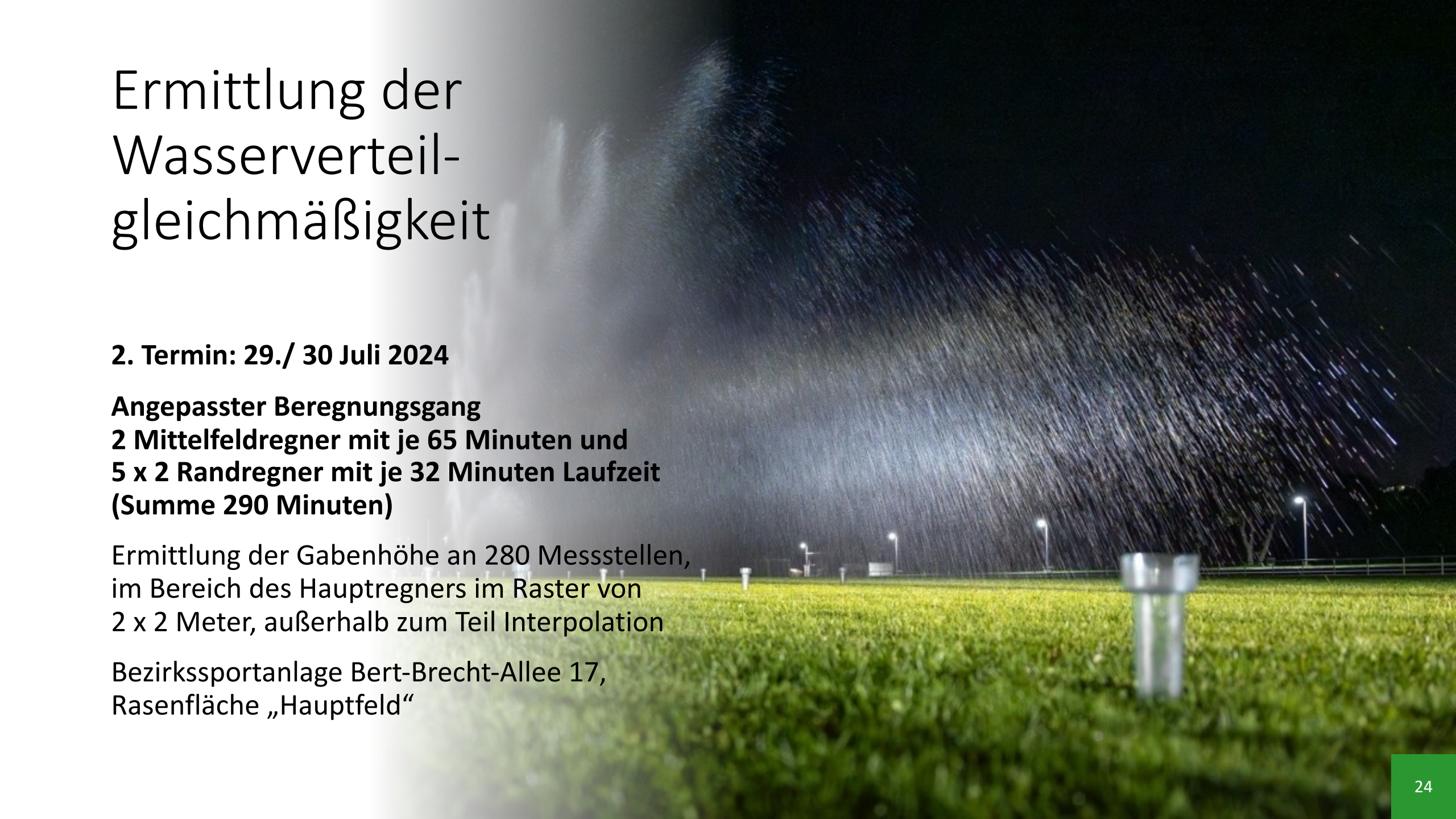
war bisher nicht der Fall

|                  | Durchsatz<br>/ m <sup>3</sup> /h | Wurfweite<br>/ m |
|------------------|----------------------------------|------------------|
| Mittelfeldregner | 20                               | 26               |
| Randregner       | 10                               | 21               |



Überlappung der Regner am Hauptfeld

# Ermittlung der Wasserverteilmäßigkeit



**2. Termin: 29./ 30 Juli 2024**

**Angepasster Berechnungsgang**

**2 Mittelfeldregner mit je 65 Minuten und  
5 x 2 Randregner mit je 32 Minuten Laufzeit  
(Summe 290 Minuten)**

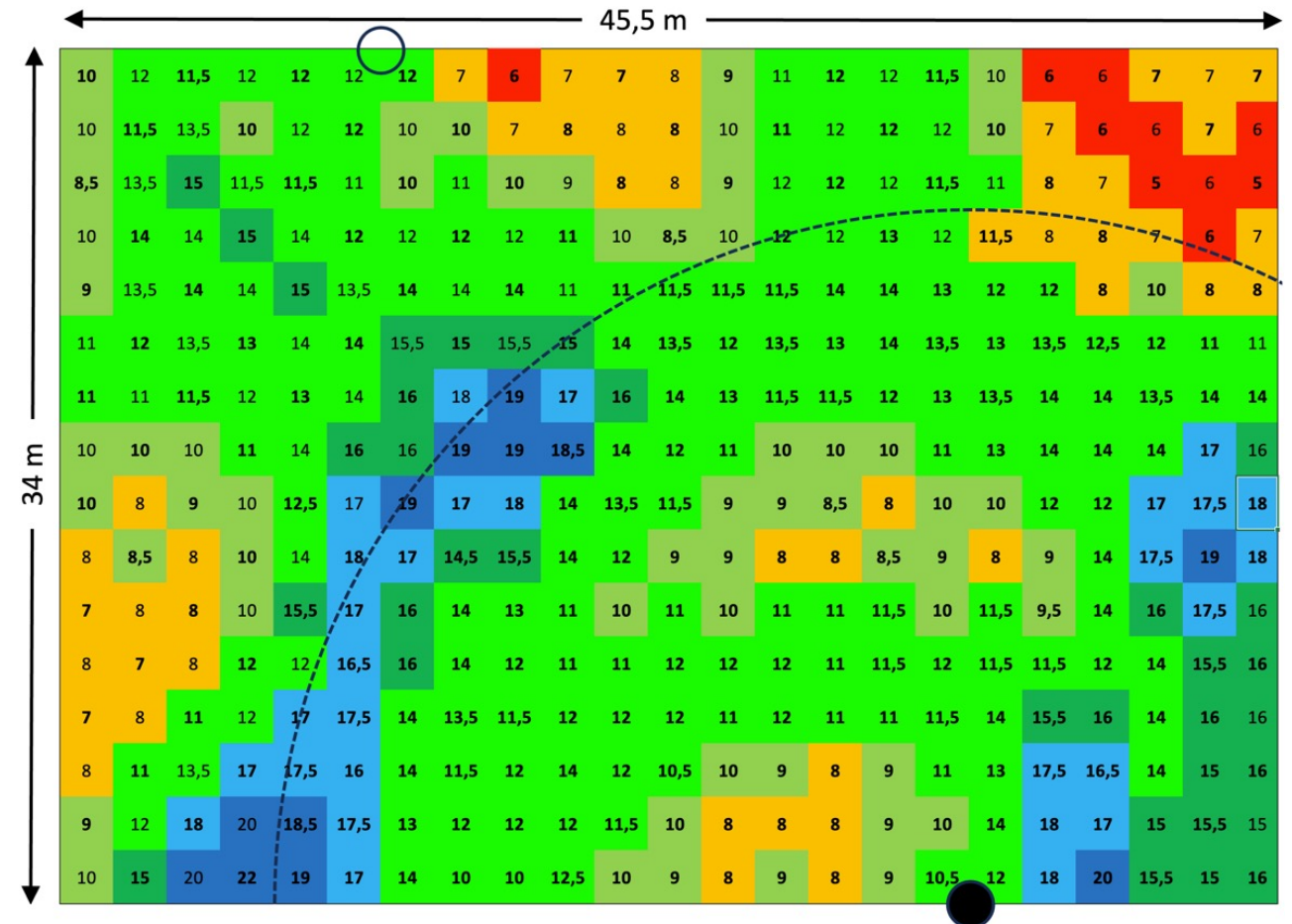
Ermittlung der Gabenhöhe an 280 Messstellen,  
im Bereich des Hauptregners im Raster von  
2 x 2 Meter, außerhalb zum Teil Interpolation

Bezirkssportanlage Bert-Brecht-Allee 17,  
Rasenfläche „Hauptfeld“

# Wasserverteilgleichmäßigkeit, angepasste Laufzeiten der Regner

Ø-Gabenhöhe: 12,1 mm  
 (5 bis) 6 mm: 3 Flächen-%  
 18-22 mm: 5 Flächen-%

Ermittlung der  
 Verteilgleichmäßigkeit bei einem  
 Bewässerungsgang in der Nacht  
 von 29. auf 30. Juli 2024;  
 schwarzer Ring = Regner Nr. 6,  
 schwarzer Kreis = Regner Nr. 1



# Wasserverteilgleichmäßigkeit

Beregnungshöhe, teilflächenspezifisch, je Beregnungsgang

| Wasserzuteilung |            | Gabenhöhe, Ø |     | Fläche           |     | Gabenhöhe        |     |
|-----------------|------------|--------------|-----|------------------|-----|------------------|-----|
|                 |            | / mm         | / % | / m <sup>2</sup> | / % | / m <sup>3</sup> | / % |
| gering          | 5 - 8 mm   | 7,4          | 61  | 214              | 15  | 1,584            | 9   |
| mittelhoch      | 8 - 16 mm  | 12,1         | 100 | 1.070            | 74  | 12,947           | 74  |
| hoch            | 16 - 22 mm | 18,0         | 149 | 156              | 11  | 2,808            | 16  |
| Mittelwert      |            | 12,1         | 100 | 1.440            | 100 | 17,424           | 100 |

Nach Anpassung der Laufzeiten der einzelnen Regner,  
gemessen in der Nacht von 29. auf 30. Juli 2024

Bezirkssportanlage Bert-Brecht-Allee, Hauptfeld;  
20 Jahre (2005 bis 2024);  
Kalkulation mittels Bewässerungs-App

## Bewertung der Nutzungseffizienz

Anteil an der Beregnungsgabe, der von den Rasenpflanzen aufgenommen wird und Anteil, der versickert

| Gabenhöhe, Ø<br>/ mm    / % |     | Gabenhöhe<br>/ m <sup>3</sup> | Verdunstung<br>(Rasen) / % | Versickerung<br>/ % | Verdunstung<br>(Rasen) / m <sup>3</sup> | Versickerung<br>/ m <sup>3</sup> |
|-----------------------------|-----|-------------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|
| 7,4                         | 61  | 1,584                         | 78                         | 22                  | 1,235                                   | 0,348                            |
| 12,1                        | 100 | 12,947                        | 70                         | 30                  | 9,063                                   | 3,884                            |
| 18,0                        | 149 | 2,808                         | 52                         | 48                  | 1,460                                   | 1,348                            |
| 12,1                        | 100 | 17,424                        |                            |                     | 11,758                                  | 5,580                            |
|                             |     |                               |                            |                     | <b>68%</b>                              | <b>32%</b>                       |

Nach Anpassung der Laufzeiten der einzelnen Regner,  
gemessen in der Nacht von 29. auf 30. Juli 2024

Bezirkssportanlage Bert-Brecht-Allee, Hauptfeld;  
20 Jahre (2005 bis 2024);  
Kalkulation mittels Bewässerungs-App

# Bewertung des Bewässerungsbedarfs von 1995 bis 2024 (30 Jahre)



# **Einflussgrößen auf den Wasserverbrauch einer Sportrasenfläche**

---

## **Verdunstungsanspruch der Atmosphäre**

- Globalstrahlung
- Relative Luftfeuchte
- Temperatur, Wind

## **Ausprägung der Rasenfläche**

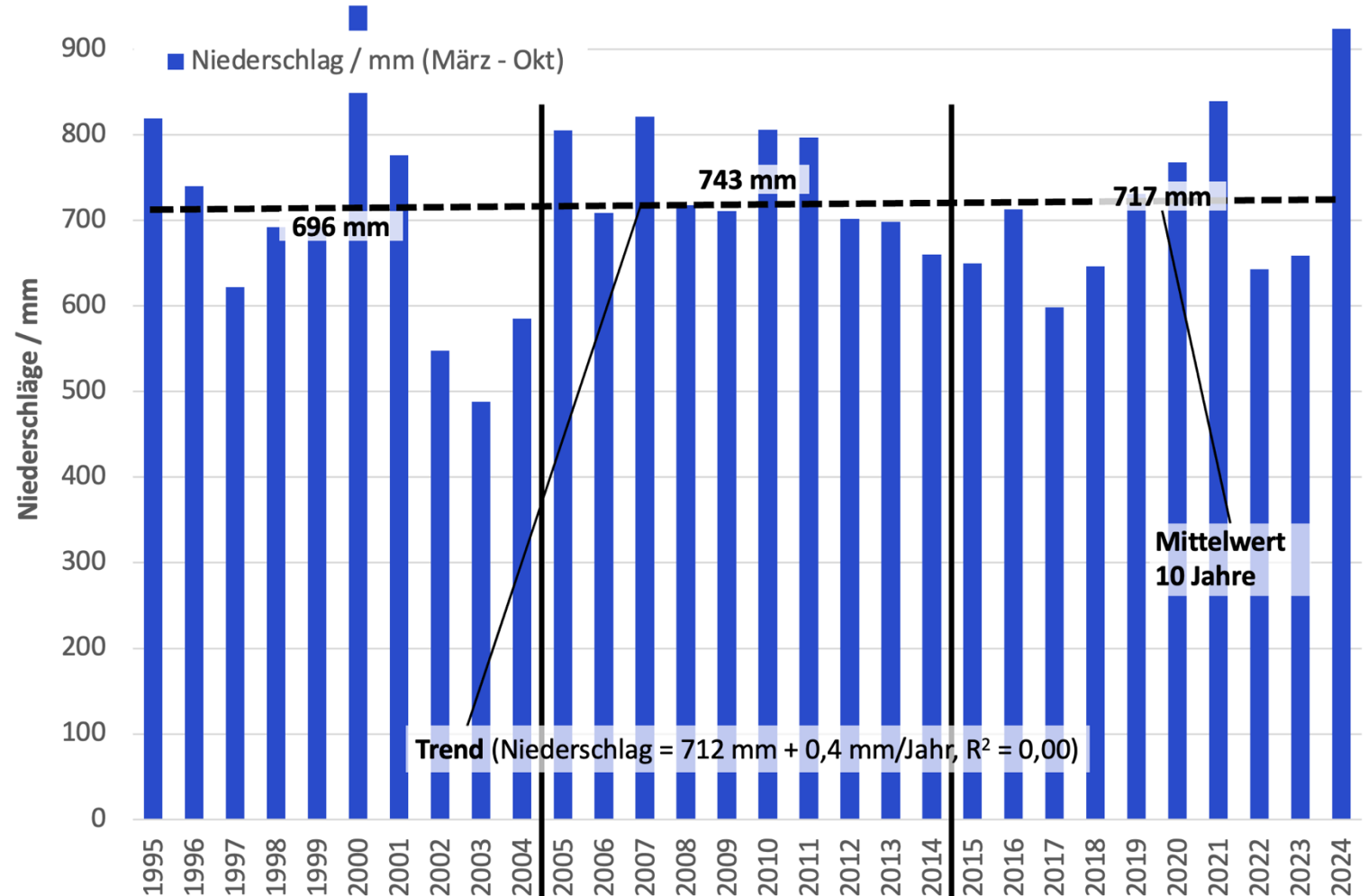
- Blattfläche, Blattmasse, Wuchshöhe
- Aneignungsvermögen (Wurzeln)

## **Wasserangebot**

- Niederschläge, (Art der) Bewässerung
- Speichereigenschaften der Böden

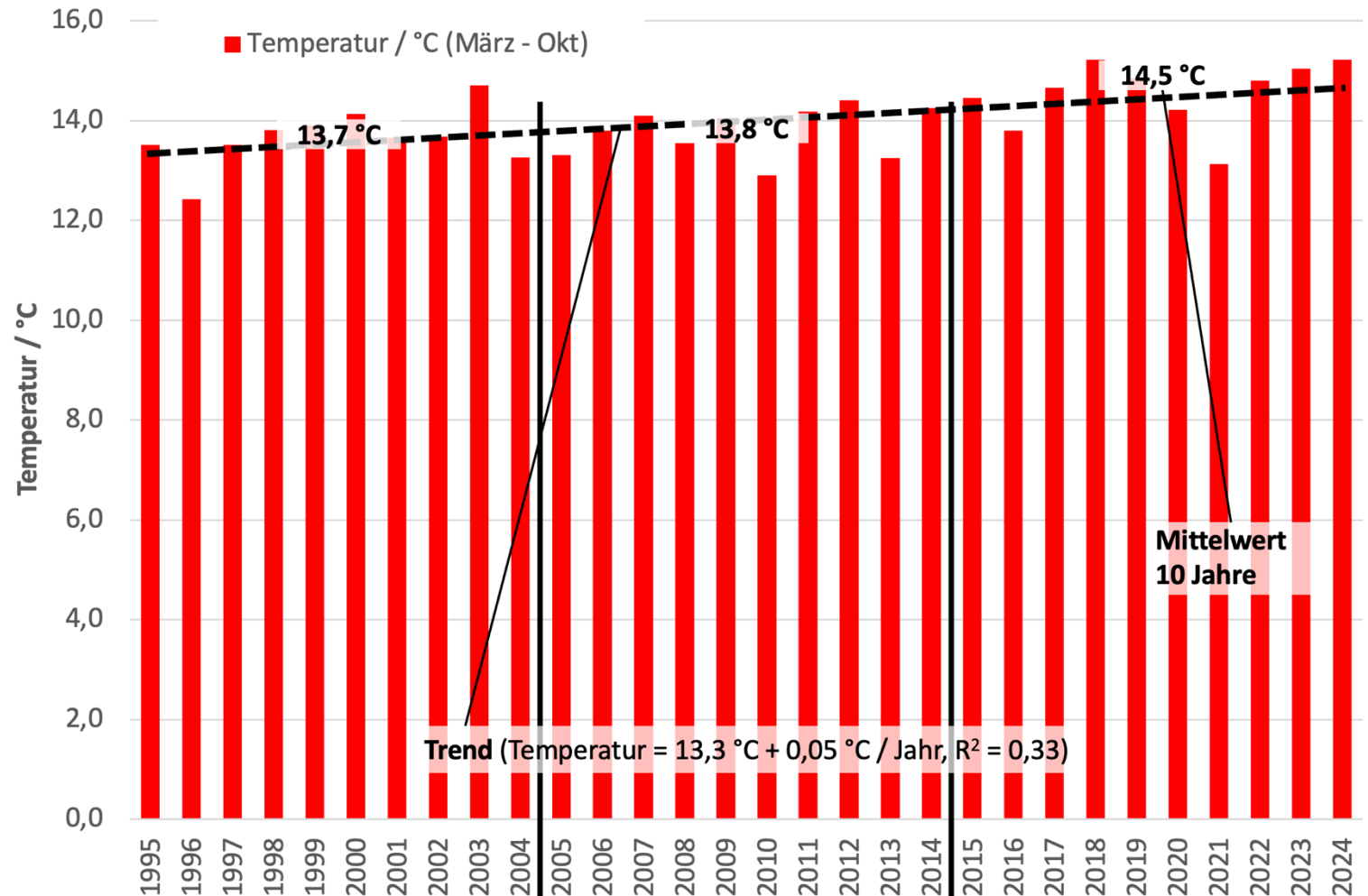
# Entwicklung der Niederschläge während der Vegetationszeit

Niederschläge  
während der Vegetationszeit  
(Summe März bis Oktober)  
von 1995 bis 2024 (30 Jahre);  
DWD-Station München-Stadt



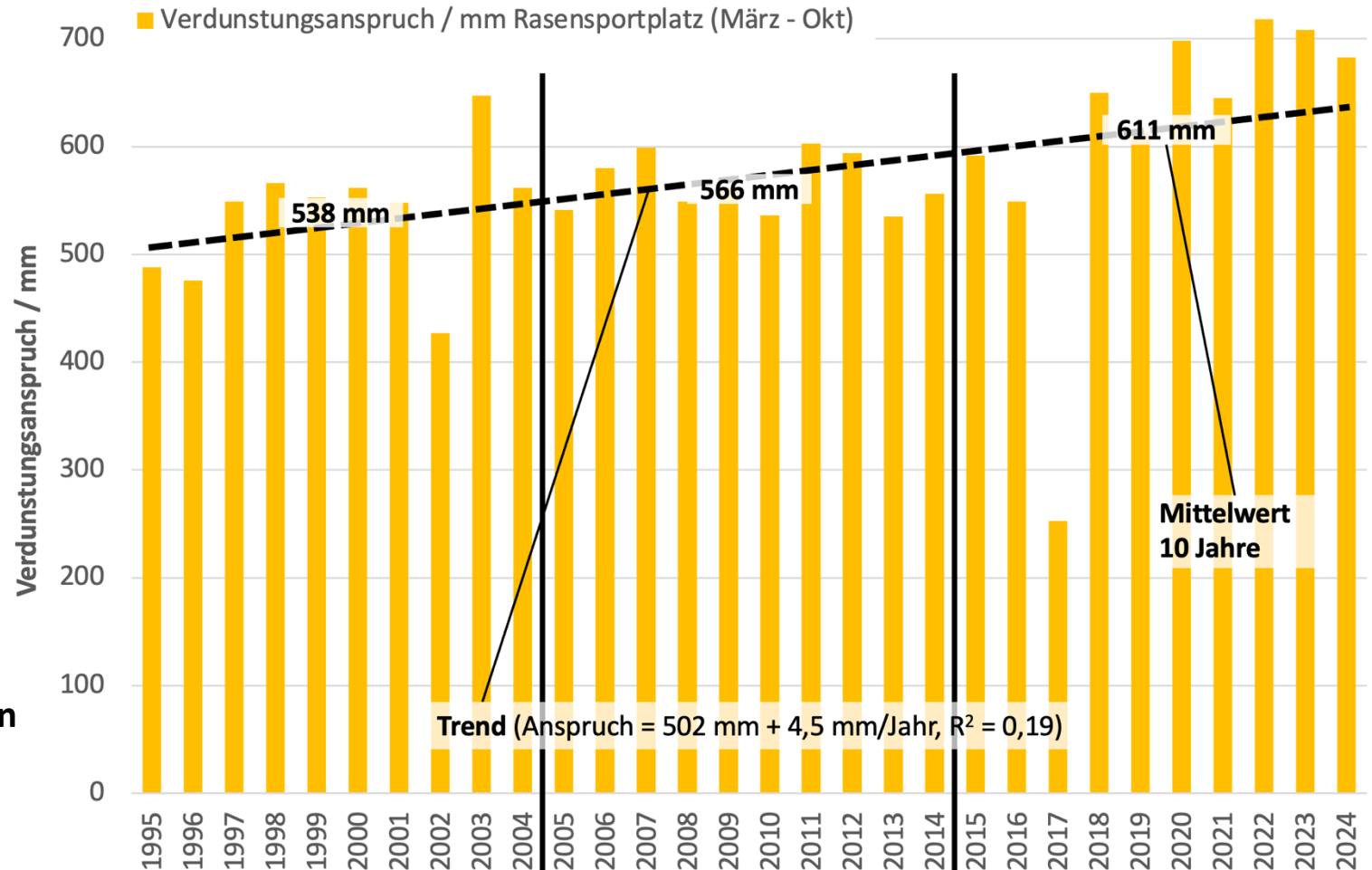
# Entwicklung der Temperaturen während der Vegetationszeit

Temperaturen  
während der Vegetationszeit  
(Summe März bis Oktober)  
von 1995 bis 2024 (30 Jahre);  
DWD-Station München-Stadt



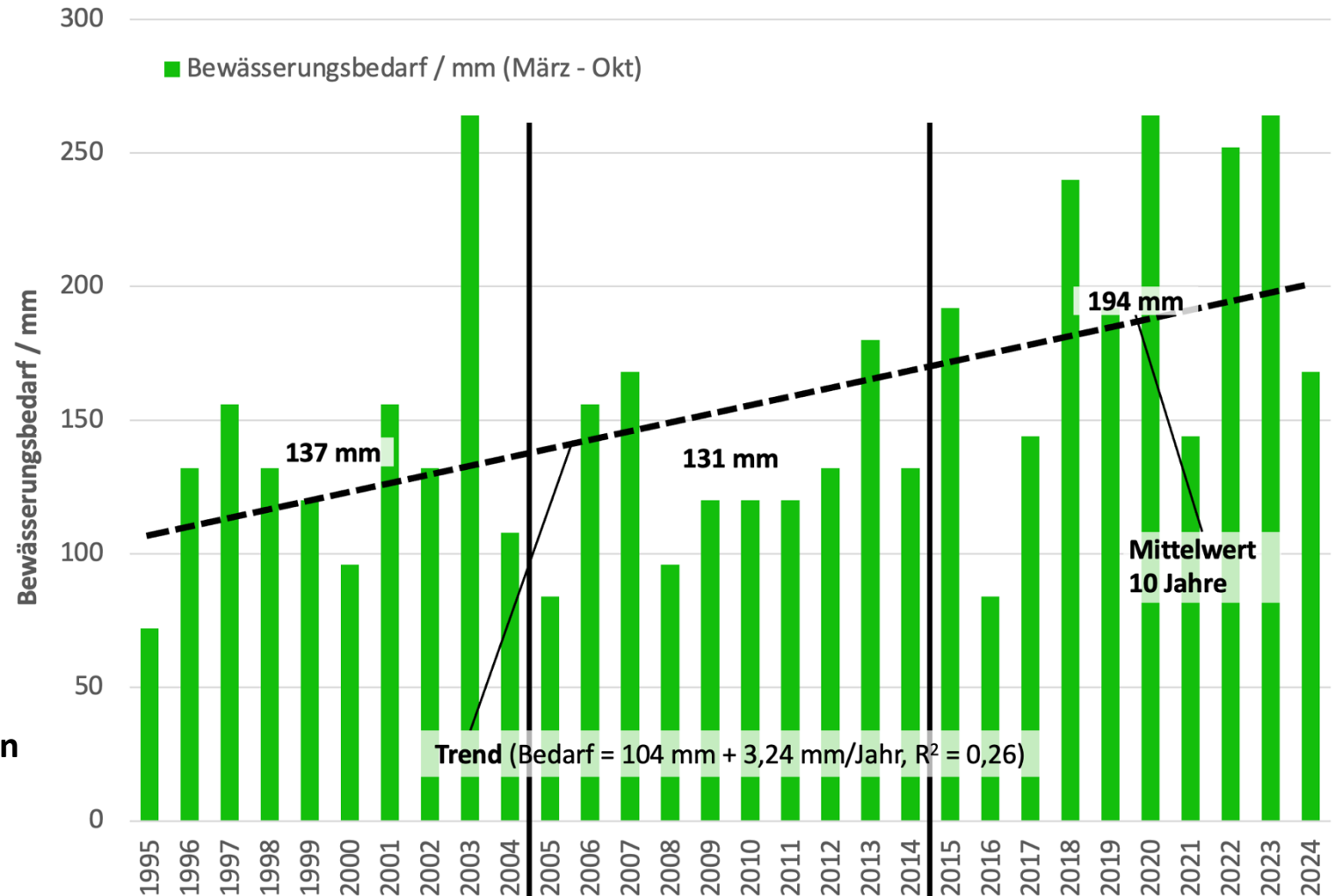
# Entwicklung des Verdunstungsanspruchs, Rasensportplatz

Verdunstungsanspruch eines  
Rasensportplatzes in München  
(Summe März bis Oktober)  
von 1995 bis 2024 (30 Jahre);  
DWD-Station München-Stadt



# Entwicklung des Bewässerungsbedarfs, Rasensportplatz

Bewässerungsbedarf eines  
Rasensportplatzes in München  
(Summe März bis Oktober)  
von 1995 bis 2024 (30 Jahre);  
DWD-Station München-Stadt



# Konzept zum Umgang mit Trockenjahren / Wasserknappheit

# Bewertung der saisonalen Wasserknappheit (Saison 2026)

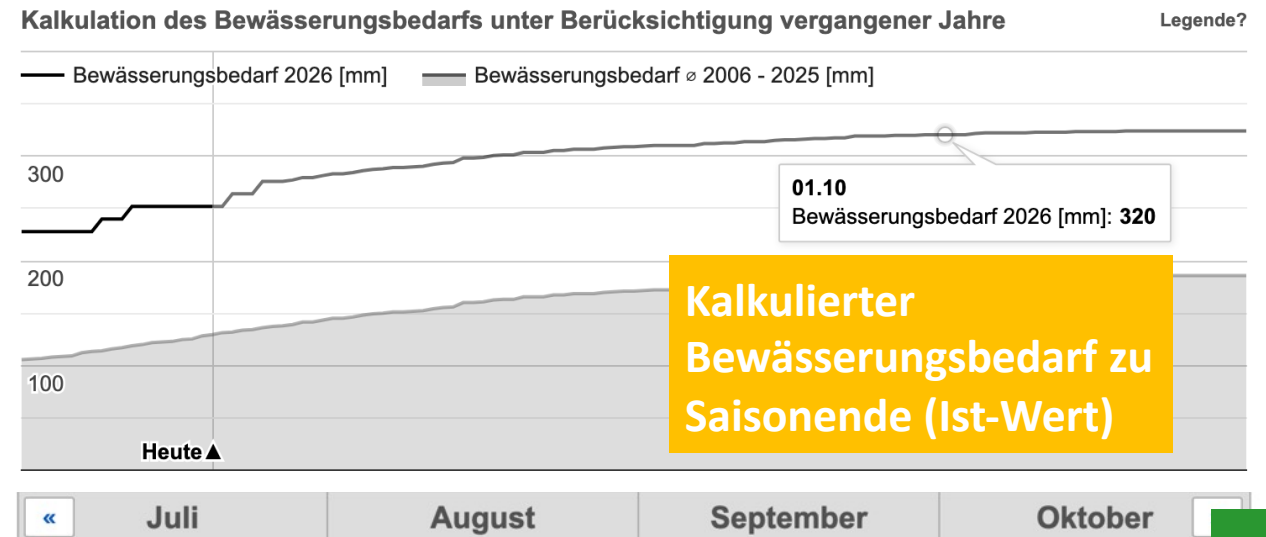
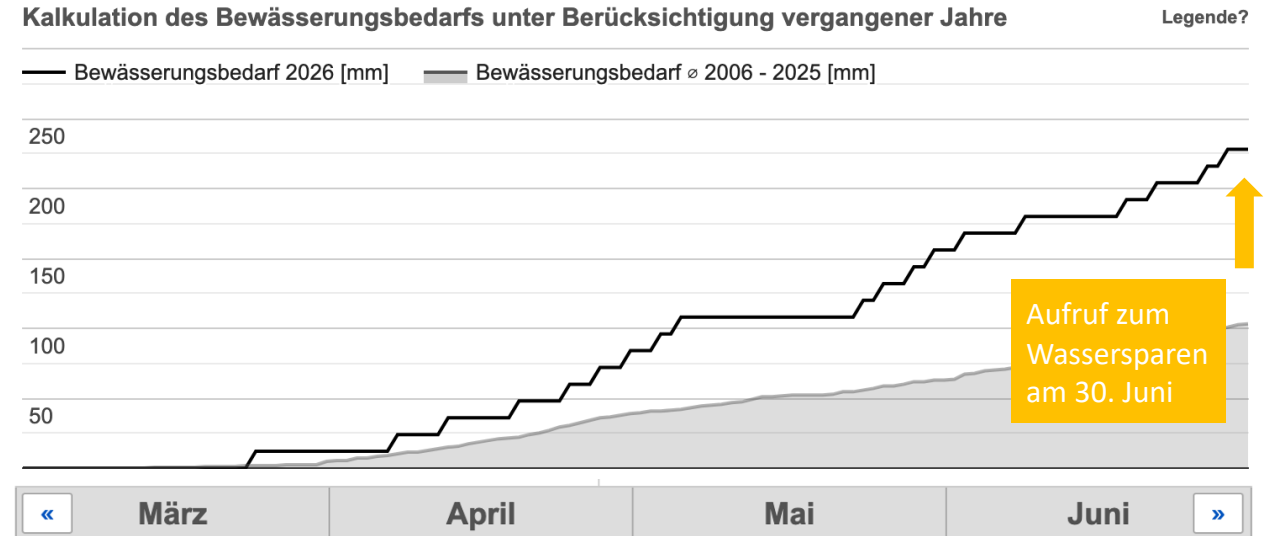
## 1. Kalkulation des saisonalen Bewässerungsbedarfs

Bemessungsgrundlage:

- In der laufenden Saison bereits erfolgte Berechnungsgänge
- Noch zu erwartende Berechnungsgänge gemäß DWD-Wettervorhersage (8 Tage)
- Noch zu erwartende Berechnungsgänge bis Saisonende gemäß Mittelwert vergangener Jahre

## 2. Vergleich mit Bewässerungsbedarf vergangener Jahre

Kalkulation mittels  
Bewässerungs-App



## Bei Bedarf Anpassung des Versorgungsniveaus (Saison 2026)

- Abgleich des kalkulierten Bewässerungsbedarfs zu Saisonende (**Istwert**) mit ...
- ... der max. möglichen Bewässerungsmenge
- Falls Istwert >> Sollwert max. → Senkung der Bewässerungsschwelle

**Sollwert max. =  
190 mm / Saison**

▼ **Bewässerungssteuerung - Sollwerte**

Start der Bewässerungsperiode: 01.03.2026 (berechnet) ▼

Ende der Bewässerungsperiode: 31.10.2026 (berechnet) ▼

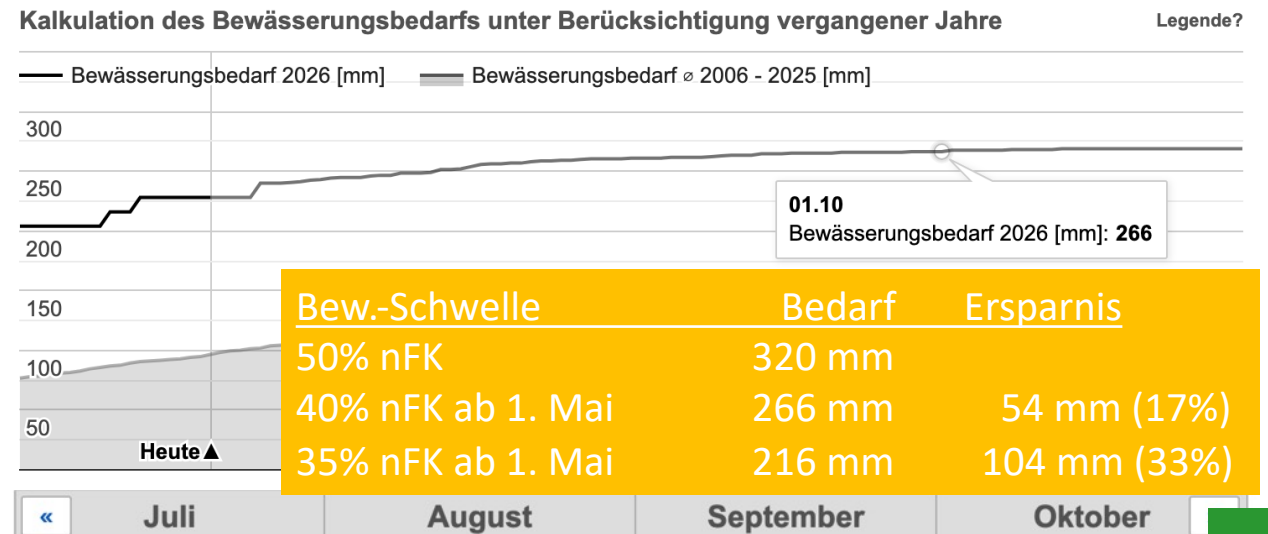
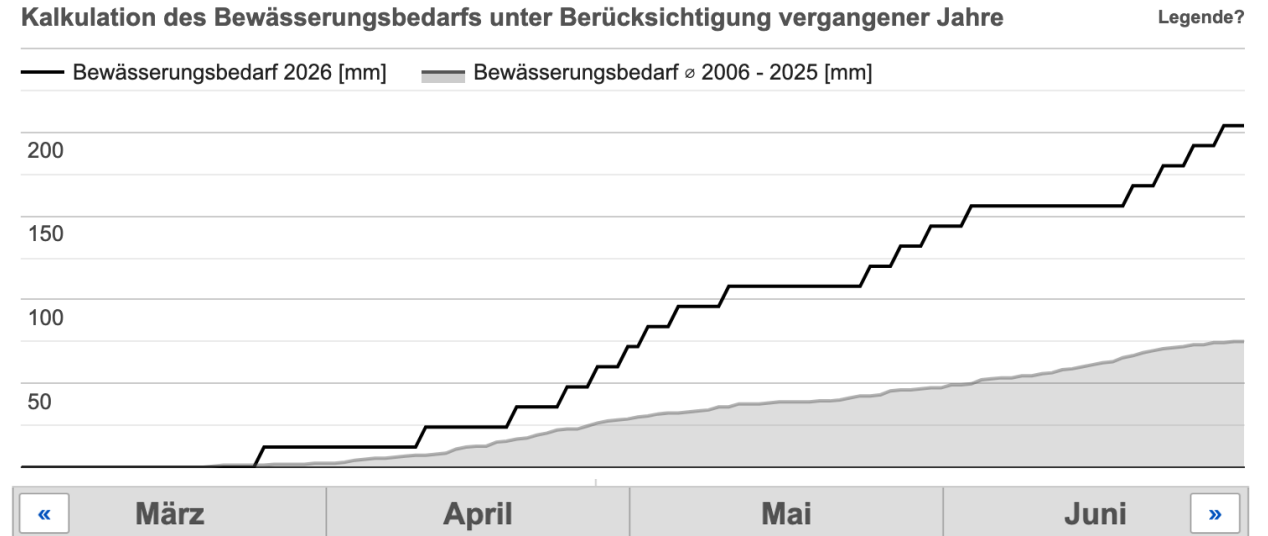
Bewässerungsschwelle: 50% nFK ▼

Wassergabe: 12 l/qm ▼

Mindestintervall der Wassergaben: Täglich ▼

20% nFK  
25% nFK  
30% nFK  
35% nFK  
**40% nFK**  
45% nFK  
✓ 50% nFK

Kalkulation mittels Bewässerungs-App



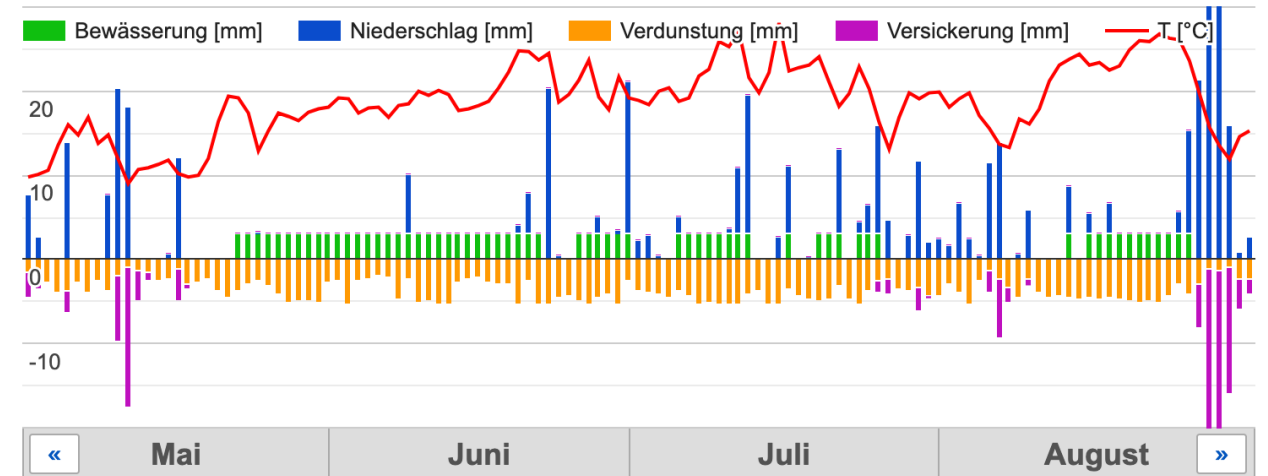
# Bewässerungsmanagement 2023 „betriebsüblich“

- Bewässerungsmenge Saison 2023:  
285 mm
- Wasserverbrauch Hauptfeld:  
 $285 \text{ mm} \times 105 \text{ m} \times 70 \text{ m} = 2.095 \text{ m}^3$

Kalkulation mittels Bewässerungs-App

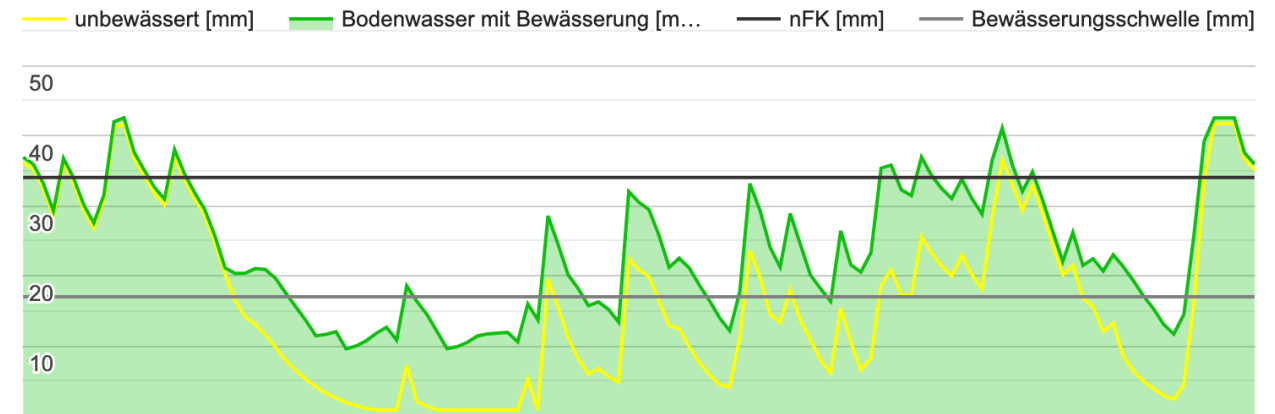
Witterungsverlauf und Verlauf des Bodenwassers - 2023

Legende?



Bodenwasserbilanz - Sportrasen

Legende?



Summenwerte von 01.01.2023 bis 31.10.2023

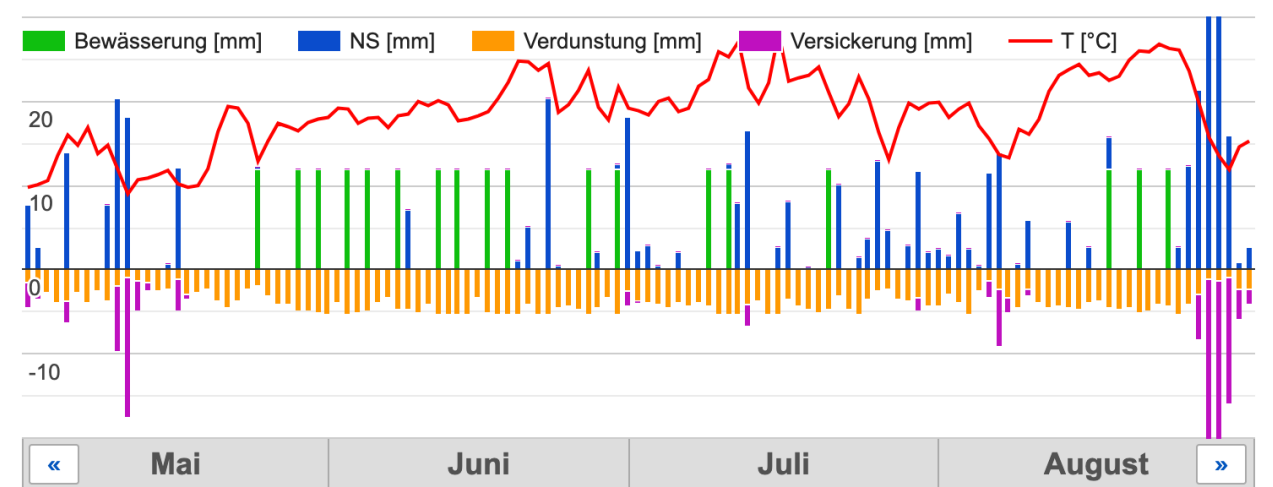
| Kennwert        | ohne Bewässerung | mit Bewässerung | Zunahme |
|-----------------|------------------|-----------------|---------|
| Bewässerung     | 0 mm             | 285 mm          | 285 mm  |
| Niederschlag NS | 712 mm           | 712 mm          | 0 mm    |
| Verdunstung     | 495 mm           | 728 mm          | 232 mm  |
| Versickerung    | 198 mm           | 247 mm          | 49 mm   |

# Bewässerungssteuerung mit der Bewässerungs-App, Saison 2023

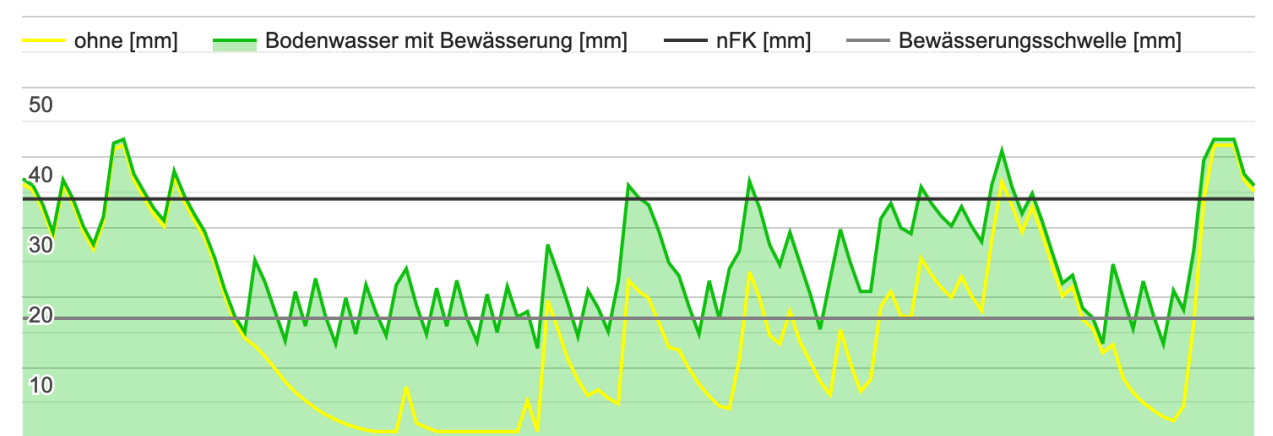
- Bewässerungsmenge Saison 2023: 288 mm
- Wasserverbrauch Hauptfeld:  $288 \text{ mm} \times 105 \text{ m} \times 70 \text{ m} = 2.117 \text{ m}^3$

Kalkulation mittels Bewässerungs-App

Witterungsverlauf und Verlauf des Bodenwassers - 2023



Bodenwasserbilanz - Sportrasen



Summenwerte von 01.01.2023 bis 31.10.2023

| Kennwert        | ohne Bewässerung | mit Bewässerung | Zunahme |
|-----------------|------------------|-----------------|---------|
| Bewässerung     | 0 mm             | 288 mm          | 288 mm  |
| Niederschlag NS | 712 mm           | 712 mm          | 0 mm    |
| Verdunstung     | 495 mm           | 741 mm          | 246 mm  |
| Versickerung    | 198 mm           | 237 mm          | 38 mm   |

# Bewässerungssteuerung mit der Bewässerungs-App, Saison 2023

Reduzierung des Versorgungsniveaus ab Juni, Bewässerungsschwelle: 35% nFK

- Bewässerungsmenge Saison 2023: 204 mm
- Wasserverbrauch Hauptfeld:  
 $204 \text{ mm} \times 105 \text{ m} \times 70 \text{ m} = 1.500 \text{ m}^3$

Wasserverbrauch Hauptfeld in der Saison 2023:

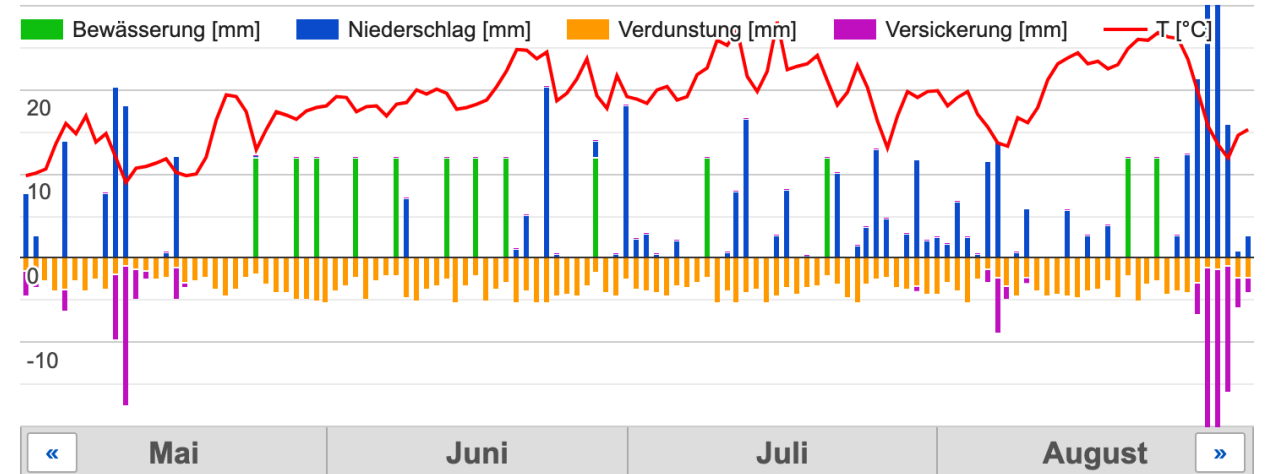
- “Betriebsüblich” 2.095 m<sup>3</sup> (100%)
- Bewässerungs-App 2.117 m<sup>3</sup> (101%)
- Bew.-App\_reduziert 1.500 m<sup>3</sup> ( 72%)
- Ersparnis 595 m<sup>3</sup> ( 28%)

Ersparnis in Trockenjahren - Hochrechnung auf alle LHM-Anlagen:  
 40 Anlagen x 2,5 Plätze/Anlage x 595 m<sup>3</sup>/Platz = 59.500 m<sup>3</sup> / Trockenjahr

Kalkulation mittels Bewässerungs-App

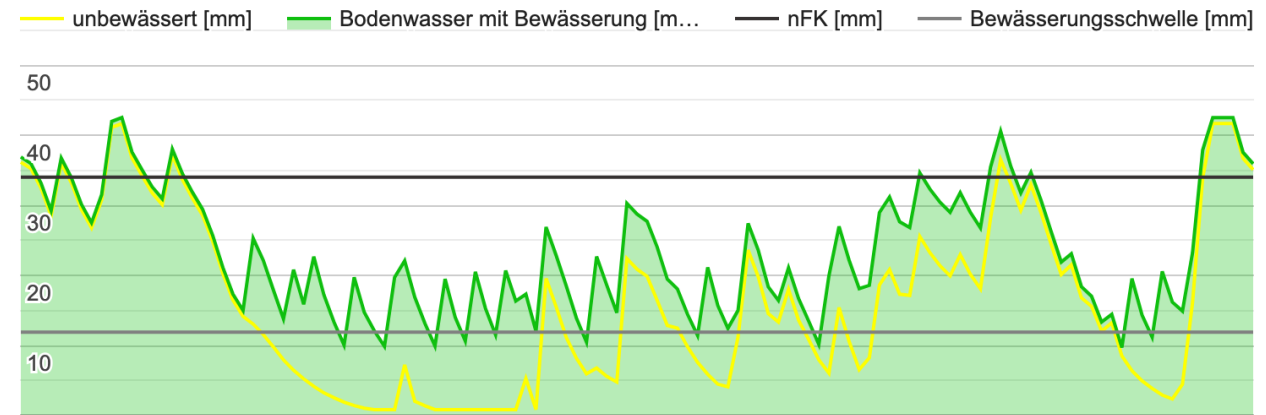
Witterungsverlauf und Verlauf des Bodenwassers - 2023

Legende?



Bodenwasserbilanz - Sportrasen

Legende?



Summenwerte von 01.01.2023 bis 31.10.2023

| Kennwert        | ohne Bewässerung | mit Bewässerung | Zunahme |
|-----------------|------------------|-----------------|---------|
| Bewässerung     | 0 mm             | 204 mm          | 204 mm  |
| Niederschlag NS | 712 mm           | 712 mm          | 0 mm    |
| Verdunstung     | 495 mm           | 672 mm          | 176 mm  |
| Versickerung    | 218 mm           | 242 mm          | 24 mm   |

Bewertung des zu  
erwartenden jährlichen  
Bewässerungsbedarfs bei  
80 % Versorgungssicherheit

# Bewässerungsbedarf gemäß Bewässerungs-App

Begrenzung der Bewässerung gemäß 80 % Versorgungssicherheit

Wetterstation: DWD-München-Stadt  
Durchwurzelungstiefe Rasenfläche: 20 cm  
Wasserspeicherfähigkeit des Bodens: 17 Vol.-%

Bewässerungsschwelle: 50 % nFK,  
12 mm / Beregnungsgang

Moderate Reduzierung des Versorgungsniveaus in besonders trockenen Jahren;

zusätzliche Ø-Einsparung / Trockenjahr:  
75 mm = 28 %

Kalkulation mittels Bewässerungs-App

Der Rückblick ermöglicht Schlüsse auf den zu erwartenden Zusatzwasserbedarf für die kommenden Jahre.

| Jahr            |                                           | Zusatzwasserbedarf                           | Versorgungssicherheit          |
|-----------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
| 2023            | Tolerierung<br>moderater<br>Trockenstress | 192 mm                                       | 288 mm 20 von 20 Jahre (100 %) |
| 2020            |                                           | 192 mm                                       | 276 mm 19 von 20 Jahre (95 %)  |
| 2022            |                                           | 192 mm                                       | 264 mm 18 von 20 Jahre (90 %)  |
| 2018            |                                           | 192 mm                                       | 240 mm 17 von 20 Jahre (85 %)  |
| 2019            |                                           | 192 mm                                       | 192 mm 16 von 20 Jahre (80 %)  |
| 2015            | Sollwert max. =<br>192 mm / Saison        | 192 mm                                       | 192 mm 16 von 20 Jahre (80 %)  |
| 2013            |                                           | 192 mm                                       | 192 mm 16 von 20 Jahre (80 %)  |
| 2024            |                                           | 168 mm                                       | 168 mm 13 von 20 Jahre (65 %)  |
| 2007            |                                           | 168 mm                                       | 168 mm 13 von 20 Jahre (65 %)  |
| 2006            |                                           | 168 mm                                       | 168 mm 13 von 20 Jahre (65 %)  |
| 2021            |                                           | 156 mm                                       | 156 mm 10 von 20 Jahre (50 %)  |
| 2017            | Bewässerung<br>nach Bedarf                | 156 mm                                       | 156 mm 10 von 20 Jahre (50 %)  |
| 2014            |                                           | 132 mm                                       | 132 mm 8 von 20 Jahre (40 %)   |
| 2012            |                                           | 132 mm                                       | 132 mm 8 von 20 Jahre (40 %)   |
| 2011            |                                           | 120 mm                                       | 120 mm 6 von 20 Jahre (30 %)   |
| 2010            |                                           | 120 mm                                       | 120 mm 6 von 20 Jahre (30 %)   |
| 2009            |                                           | 120 mm                                       | 120 mm 6 von 20 Jahre (30 %)   |
| 2008            |                                           | 96 mm                                        | 96 mm 3 von 20 Jahre (15 %)    |
| 2016            |                                           | 84 mm                                        | 84 mm 2 von 20 Jahre (10 %)    |
| 2005            |                                           | 84 mm                                        | 84 mm 2 von 20 Jahre (10 %)    |
| Ø 2005 bis 2024 |                                           | 152 mm                                       | 167 mm 10 von 20 Jahre (50 %)  |
|                 |                                           | zusätzliche Ø-Einsparung / Jahr: 15 mm = 9 % |                                |

# Machbarkeitsstudie zur Regenwassernutzung

# Konzept der Machbarkeitsstudie zur Regenwassernutzung

## Rahmendaten

- Bewässerung Rasensportplatz: Hauptfeld, Bezirkssportanlage Bert-Brecht-Allee 17 (nutzbare Feldkapazität: 17 Vol.-%, Bodenaufgabe/ Durchwurzelungstiefe: 20 cm)
- Bemessungsgrundlage: 20 Jahre (2005 bis 2024), DWD-Station München-Stadt
- Bewässerungssteuerung gemäß Bewässerungs-App, Beregnungshöhe 12 mm
- Begrenzung gemäß 80 % Versorgungssicherheit (Sollwert max. = 192 mm / Saison)
- Fläche „Beregnung“ = „Fläche Hauptfeld“ = Fläche „Niederschlag Sammeln“ = 5.824 m<sup>2</sup>

## Konzept: Bilanzierung der Füllmenge der Zisterne auf Tagesbasis

$$\begin{aligned} \text{Füllmenge Zisterne} = & \text{Füllmenge Vortag [l]} \\ & + \text{Niederschlag aktueller Tag [mm]} \times \text{Fläche „Niederschlag Sammeln“ [m}^2\text{]} \\ & - \text{Beregnungshöhe [mm]} \times \text{Fläche „Beregnung“ [m}^2\text{]} \end{aligned}$$

Ist die Füllmenge an Tagen mit Beregnung ausreichend, wird Regenwasser verwendet, ansonsten kommt Brunnen-/ Trinkwasser zum Einsatz.

# Machbarkeitsstudie zur Regenwassernutzung

Für weitere Kalkulationen lassen sich die genannten Parameter beliebig variieren.

Anteilig mögliche Regenwassernutzung - Mittelwert aus 20 Jahren (2005 bis 2024) - in Abhängigkeit des Speichervolumens der Zisterne, sofern die Fläche, auf der Niederschläge gesammelt werden, der zu bewässernde Fläche eines Rasensportplatzes entspricht

|                                              | Speichervolumen Zisterne / m <sup>3</sup> |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                              | 752                                       | 700   | 600   | 500   | 400   | 300   | 200   | 100   |
| Fläche Beregnung /m <sup>2</sup>             | 5.824                                     | 5.824 | 5.824 | 5.824 | 5.824 | 5.824 | 5.824 | 5.824 |
| Fläche Niederschlag Sammeln / m <sup>2</sup> | 5.824                                     | 5.824 | 5.824 | 5.824 | 5.824 | 5.824 | 5.824 | 5.824 |
| Verdunstung bei Niederschlag / mm            | 3                                         | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     |
| Regenwassernutzung / mm                      | 150                                       | 149   | 148   | 146   | 137   | 127   | 101   | 57    |
| Brunnen-/Trinkwassernutzung / mm             | 0                                         | 1     | 2     | 4     | 13    | 23    | 49    | 93    |
| Regenwassernutzung / %                       | 100                                       | 100   | 99    | 97    | 91    | 85    | 68    | 38    |
| Brunnen-/Trinkwassernutzung / %              | 0                                         | 0     | 1     | 3     | 9     | 15    | 32    | 62    |

Annahme: Bei jedem Niederschlag verdunsten auf dem Kunstrasensportplatz kalkulatorisch die ersten 3 mm; diese können nicht gesammelt werden.

Bezirkssportanlage Bert-Brecht-Allee, Hauptfeld;  
20 Jahre (2005 bis 2024);  
Kalkulation mittels Bewässerungs-App

# Zusammenfassung der Ergebnisse des Pilotprojekts in der Bert-Brecht-Allee

# Zusammenfassung der Ergebnisse

---

1. Optimierung der Bewässerung durch Anpassung der Laufzeiten einzelner Regner:
  - Verdopplung der Laufzeiten der beiden Hauptregner im Mittelfeld gegenüber den Laufzeiten aller anderen 8 Regner (gemäß der technischen Empfehlung zum Anlagenbetrieb)
  - Erhöhung der Gabenhöhe / Beregnungsgang auf 12 mm (= 12 l/m<sup>2</sup>) anstelle von 3,25 mm
  - 2 Hauptregner: Laufzeiten jeweils 65 Minuten anstelle von 10 Minuten
  - 8 weitere Regner: Laufzeiten jeweils 32 Minuten anstelle von 10 Minuten
  - Ergebnis: Deutlich gleichmäßigere Verteilung und höhere Effizienz mit mehr Tiefenwirkung
2. Optimierung der Bewässerung durch Unterstützung mit konkreten Empfehlungen nach objektiven Kriterien als Ergänzung zu den Erfahrungen der Platzwarte beim Festlegen von Bewässerungsterminen
  - Empfehlungen (Termine, Menge) basierend auf der Bewässerungs-App unter Berücksichtigung der Witterung, des Bodens, Eigenschaften des Rasens und der Verteiltechnik
  - Beregnung weiterhin wie bisher betriebsüblich in der Nacht ab 22.00 Uhr

## Zusammenfassung der Ergebnisse (2)

---

3. Optimierung der Bewässerung durch Berücksichtigung lokaler Niederschläge:
  - Konzeptionelle Einbindung von Niederschlagssensoren, Fa. Weenat in die Bewässerungs-App
  - Hohe Genauigkeit der Messung von lokalen Niederschlägen mit dem Niederschlagssensor
  - Einsparung von zwei unnötigen Beregnungsgängen im Juli bzw. August 2024 (2 x 12 mm) gegenüber der Verrechnung gemessener Niederschläge in 10 km Entfernung (DWD-Wetterstation München-Stadt)
4. Einrichtung eines automatischen SMS-Benachrichtigungsdienstes zur Information der Platzwarte zu unmittelbar anstehenden Beregnungsgängen
5. Entwicklung des Bewässerungsbedarfs / Rasensportplatz München (1995 bis 2024):
  - Im Jahres-Ø gemäß Bewässerungs-App: 167 mm (Schwankungsbereich 84 bis 288 mm/Jahr)
  - Bewässerungsbedarf steigt von 137 mm (10-Jahres-Ø Dekade 1) auf 194 mm (10-Jahres-Ø Dekade 3); Anstieg um etwa 30 mm / 10 Jahre

## Zusammenfassung der Ergebnisse (3)

---

6. Erstellung eines Konzepts zum Umgang mit Trockenjahren / Wasserknappheit:
  - Begrenzung der Bewässerung gemäß 80 % Versorgungssicherheit
    - Bewässerung nach Bedarf in 80 % der Fälle (Jahre)
    - Moderate Reduzierung des Versorgungsniveaus in 20 % der Fälle (besonders trockene Jahre)
  - In dieser Weise bewusste Inkaufnahme einer etwas geringeren Rasenqualität in 20% der Fälle
  - Bemessungsgrundlage: In der Saison bereits erfolgte Beregnungsgänge, noch zu erwartende Beregnungsgänge gemäß DWD-Wettervorhersage bzw. gemäß Mittelwert vergangener 20 Jahre
  - Maximaler Bewässerungsbedarf im Einzeljahr: 192 mm (statt bis zu 288 mm);
    - zusätzliche Ø-Einsparung in 20 % der Fälle / besonders trockene Jahre: 75 mm = 28 %
7. Machbarkeitsstudie zur Regenwassernutzung am Standort München
  - Annahme: Fläche „Beregnung“ = Fläche „Niederschlag Sammeln“ = Fläche „Rasensportplatz“
  - Konzept: Bilanzierung der Füllmenge der Zisterne auf Tagesbasis
  - Ergebnis: 300 m<sup>3</sup> Speichervolumen ermöglichen im Jahres-Ø zu 85 % Regenwassernutzung

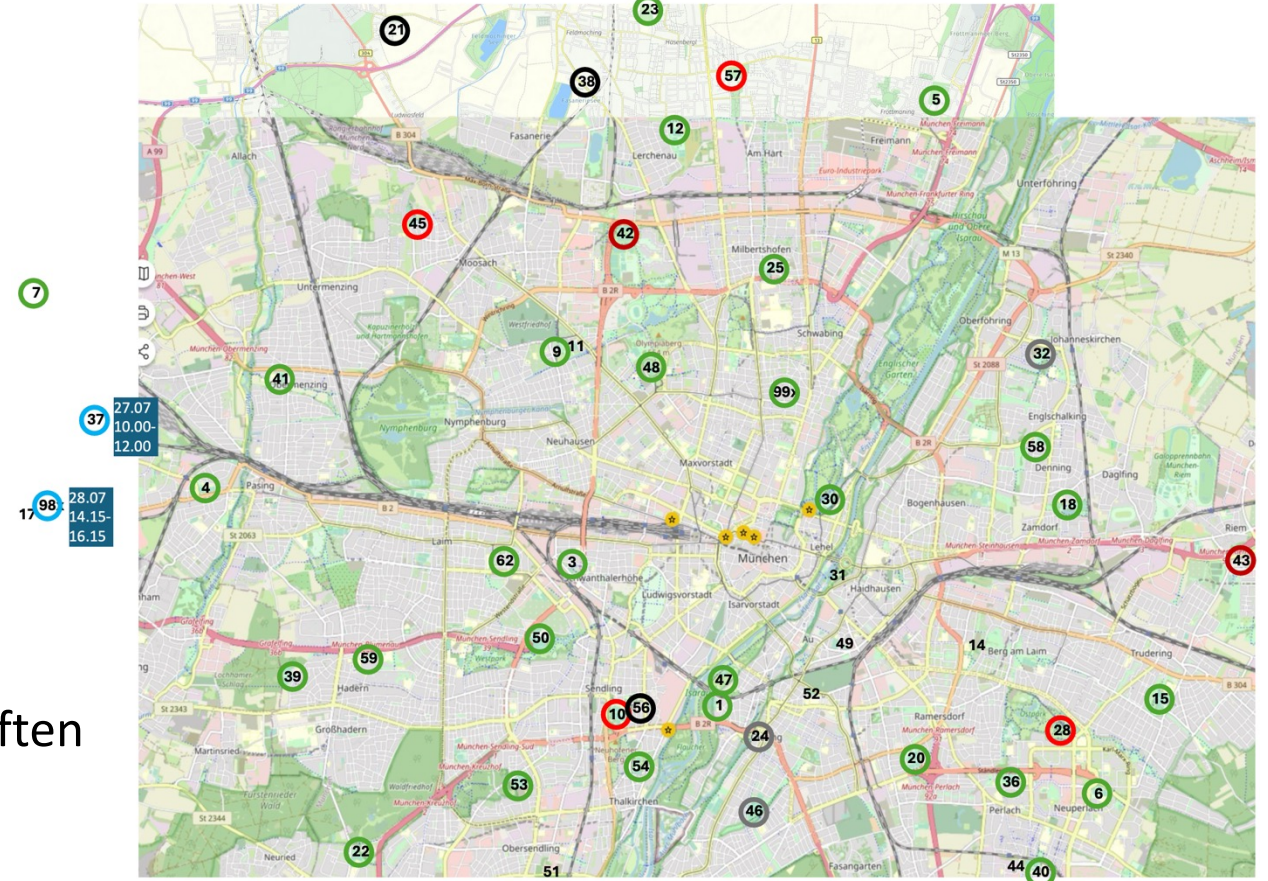
# Umsetzung in der Fläche

## Start: April 2026

# Bestandsaufnahme von Rasensportplätzen der LH München

## 39 von 50 Sportanlagen; Dokumentation:

- Wasserherkunft (Trinkwassernetz, Brunnen)
- Rasenplätze
  - Fläche, Bodenaufbau, Wasserspeichereigenschaften
  - Rasenzustand
- Bewässerungstechnik
  - Automatisierungsgrad: manuell, automatisch
  - Ausführung: Einzelregner, Regnerwagen, Versenkreger
  - Steuerung: Hersteller, Typ
  - Regner: Art, Fabrikat, Anzahl, Anordnung, Betrieb einzeln oder in Gruppen, Ist-Laufzeiten, Durchfluss
  - Regensensor (ja, nein)
- Bewässerungsmanagement: derzeitige betriebsübliche Praxis
- Besonderheiten, Mängel



Stadtplan mit Objektnummern der Anlagen und Fortschritt der Bestandsaufnahme in Farbe

## Später Bewässerungsstart (2026)

---

- Später Start der Bewässerung auf allen Anlagen:  
Ende April / Anfang Mai 2026  
Wasserzuleitungen waren bis dahin gesperrt;  
Freigabe durch externe Dienstleister
- Wegen Frühsommertrockenheit kam es regelmäßig zu deutlichen Trockenschäden.
- Rasenflächen wurden teilweise für den Spielbetrieb gesperrt.
- Teilweise von Beginn an sehr intensive Bewässerung.
- **Erkenntnis: Ein verspäteter Bewässerungsstart ist kontraproduktiv und führt zu einem erhöhten Wasserverbrauch.**



**Rasensportplatz, bei dem nach erfolgten Trockenschäden mit sehr intensiver Bewässerung versucht wird, den Bestand während des Sommers wieder lückenlos aufzubauen**

# Große Unterschiede der Anlagen

---

## Kriterien:

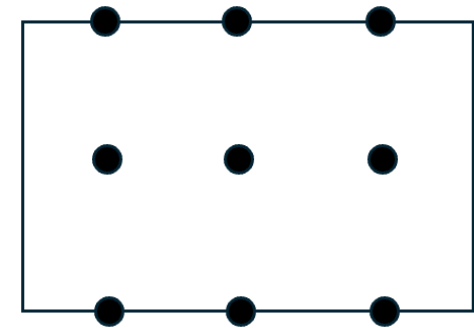
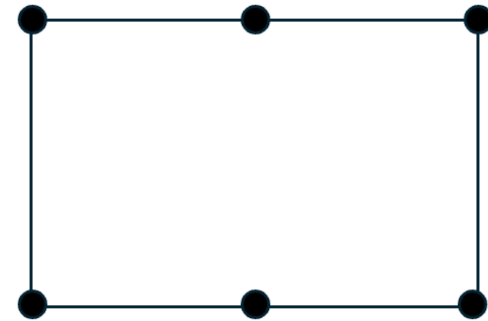
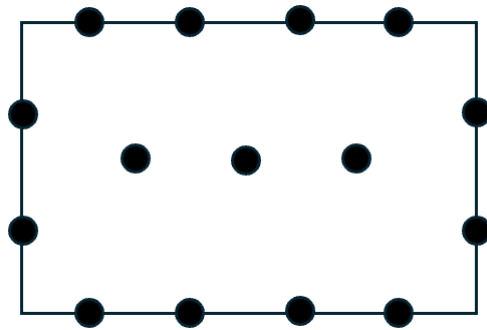
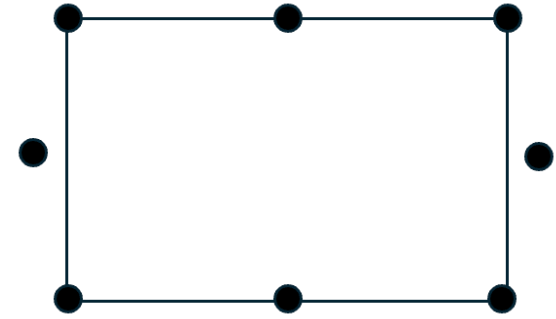
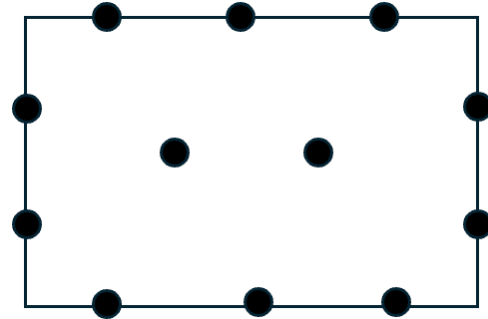
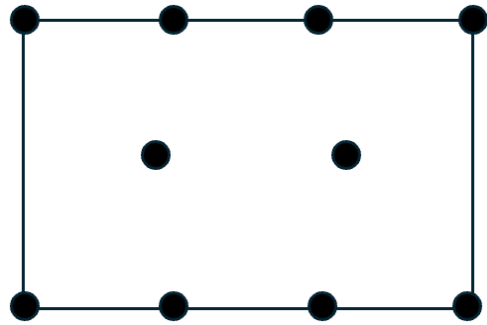
- Anzahl und Größe der Rasenplätze sowie Bodenaufbau und Wasserspeichereigenschaften
- Eingesetzte Bewässerungstechnik
- Kenntnisse und Ziele der Platzwarte hinsichtlich der Bewässerung
- Bewässerungsmanagement
- **Erkenntnis: Es bedarf anlagenspezifischer individualisierter Konzepte und die intensive Einbindung der Platzwarte bei der Erstellung.**

**Insgesamt großes Interesse und sehr gute Zusammenarbeit mit den Platzwarten in diesem Projekt.**



## Automatische Bewässerung (nachts)

---



Dokumentierte Anordnungsvarianten der Regner  
bei automatischer Bewässerung,  
Spielfeld 68 x 105 Meter

# Manuelle Bewässerung (am Tag)



# Durchflussmessungen

