

Steuerung der Bewässerung, Anbauplanung
und Beantragung von Entnahmen aus
Gewässern mithilfe der Bewässerungs-App

Bemessung des Bedarfs



Bewässerungsforum Bayern, Verfasser:

Dr. Martin Müller
ALB Bayern e.V.

Claudia Taeger
Kitzingen-Würzburg

Ludwig Pernpeintner
Regensburg-Schwandorf

Rainer Petzi
Abensberg-Landshut

Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Foren der ALB Bayern e. V.

Die ALB Bayern e. V. ist ein offiziell anerkannter, gemeinnützig tätiger, eingetragener Verein mit Mitgliedern aus Landwirtschaft, Wissenschaft, Beratung und den landwirtschaftlichen Organisationen. Weiterhin sind die staatliche Verwaltung, Firmen sowie Dienstleistungsunternehmen aus Industrie, Handel, Gewerbe sowie dem Umweltbereich vertreten.

Die ALB unterstützt die Landwirtschaft mit Wissensvermittlung in den Themenbereichen Bauen in der Landwirtschaft, Bewässerung, Biogas und Landtechnik. Hierzu handelt sie als neutraler Mittler und Bindeglied zwischen landwirtschaftlicher Praxis, Forschung, Umwelt, staatlicher Verwaltung, Gewerbe und Industrie.

Für umfassende Informationen zur umweltschonenden und effizienten Anwendung in der Praxis

werden zu den einzelnen Tätigkeitsbereichen Foren mit folgenden Aufgaben organisiert:

- ▶ Zusammenführen des aktuellen Wissensstandes,
- ▶ Reflektieren mit allen an der Thematik Beteiligten,
- ▶ Erarbeiten/Bekanntmachen konsensfähiger Lösungen.

Foren der ALB Bayern e. V.:

- ▶ BauForum Bayern (BaF),
Leitung: Jochen Simon, LfL-ILT
- ▶ Bewässerungsforum Bayern (BeF)
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Biogas Forum Bayern (BiF),
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Landtechnik Forum (LaF),
Leitung: Dr. Markus Demmel, LfL

Partner



Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus



Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

Impressum

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

Telefon 08161 / 887-0078

Telefax 08161 / 887-3957

E-Mail info@alb-bayern.de

Internet www.alb-bayern.de

1. Auflage 03/2024

© ALB Alle Rechte vorbehalten

Titelfoto ALB

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	4
2. Bewässerungs-App - Werkzeug zur Bemessung des Bedarfs	5
2.1 Betrachtungszeitraum	6
2.2 Berücksichtigung des Standorts	6
2.3 Berücksichtigung des Kulturbestandes	8
2.4 Berücksichtigung des Bewässerungssystems und des Versorgungsniveaus	9
2.5 Kalibrierung der Bewässerungs-App gemäß den Erfahrungen des Betriebsleiters	10
3. Zusatzwasserbedarf über die letzten Jahre - Ergebnisdarstellung und Erläuterung der Ergebnisse	11
3.1 Bemessung des Bedarfs mit 80 % Versorgungssicherheit	12
3.2 Bemessung des Bedarfs mit 50 % Versorgungssicherheit	12
4. Berücksichtigung des Klimawandels	12
4.1 Herleitung des Einflusses des Klimawandels auf den Zusatzwasserbedarf für Kartoffeln	12
4.2 Konzept der Berücksichtigung des Klimawandels bei der Bemessung des Bedarfs	13
5. Planung des Bewässerungsmanagements und Anpassung an verfügbare Kapazitäten	14
6. Beantragung von Gestattungen zur Wasserentnahme	16
7. Fazit	16

1. Einleitung

Bewässerung soll das natürliche Wasserangebot aus Niederschlägen und pflanzenverfügbarem Bodenvorrat ergänzen. Damit dies bedarfsgerecht, angepasst an die Verteiltechnik, sparsam und damit effizient geschieht, ist die Nutzung von webbasierten Entscheidungssystemen eine sinnvolle Ergänzung zu den Erfahrungen des Betriebsleiters. Ein solches System ist die Bewässerungs-App (App) der Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e. V. (ALB).

Ziel ist es, dass Praktiker und Berater den Zusatzwasserbedarf der Kulturen abschätzen können:

- ▶ Wieviel Wasser brauchen die Pflanzen zum Wachsen?
- ▶ Wann ist der zur Verfügung stehende Wasservorrat im Boden aufgebraucht?
- ▶ Wann ist die Grenze der Bodenaustrocknung erreicht, die Pflanzen gerade noch vertragen?
- ▶ Wann ist zum Bewässern der beste Zeitpunkt?
- ▶ Wie groß soll die Gabenhöhe sein, damit sich einerseits die Wurzeln optimal entwickeln und andererseits nur der durchwurzelte Bodenraum Wasser erhält und ein nutzloses Versickern vermieden wird?
- ▶ Wie groß wäre der Zusatzwasserbedarf in Einzeljahren, wie z. B. in den Trockenjahren 2015, 2018 oder 2021 gewesen?
- ▶ Wie hoch ist der Zusatzwasserbedarf im Mittel der letzten 5, 10 oder 20 Jahre?
- ▶ Wie wirken sich Saattermine und Bewässerungstechnik auf den Wasserbedarf aus?
- ▶ Wie wirken sich Änderungen im Anbausortiment und Änderungen des Versorgungsniveaus der Kulturen auf die benötigte Wassermenge zur Bewässerung aus?

Bei diesen Fragestellungen kann die App eine große Hilfe sein.

Für landwirtschaftliche Kulturen, einen Großteil der Gemüsearten, einige Obstarten und erste

städtische Grünflächen sind entsprechende Pflanzeigenschaften hinterlegt. Eingeflossen sind hierbei neben Feldversuchsergebnissen gleichermaßen Erfahrungen aus der Beratung und der Praxis. Das Programm nutzt Wetter- und Bodendaten, die Daten zur Bewässerungstechnik und kulturartspezifische Kennzahlen. In den Grundeinstellungen werden hinterlegte Systemdaten automatisch berücksichtigt, z. B. regionale Wetterdaten, die regionale Wasserspeicherkapazität der Böden oder das angestrebte Versorgungsniveau der Pflanzen (über die Festlegung der sogenannten Bewässerungsschwelle). Die Standardeinstellungen können durch den Anwender angepasst werden.

Reichen die am Betrieb verfügbaren Bewässerungskapazitäten für ein bedarfsgerechte Wasserversorgung der Pflanzenbestände in besonders trockenen Jahren nicht aus, besteht die Herausforderung darin, mit der bestehenden Mangelsituation strategisch umzugehen und hierbei aus Sicht des landwirtschaftlichen Betriebs das bestmögliche Ergebnis zu erzielen. Auch hierbei kann die Bewässerungs-App konzeptionell unterstützen.

In den nachfolgenden Kapiteln ist beschrieben, wie die App arbeitet, welche Möglichkeiten sie bei der Planung der Bewässerung bietet und worauf für eine sachgemäße Planung und praktische Anwendung besonders zu achten ist.

Die ALB hat die Bewässerungs-App entwickelt. Für die technische Entwicklung gibt es Projektförderung durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus (StMELF). Die Anwendung basiert auf Erkenntnissen aus umfangreichen Freilandversuchen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und wurde in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG), der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), der Hochschule Geisenheim University (HGU), der Landwirtschafts-

kammer Niedersachsen (LWKNS), der Berner Fachhochschule (BFH) sowie den Bayerischen Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF) kalibriert. Die Bewässerungs-App wird fortlaufend weiterentwickelt. Das geschieht

unter anderem im Bewässerungsforum Bayern, einem Projekt der ALB. Es wird zu gleichen Teilen vom StMELF sowie vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) finanziell gefördert.



Abb. 1: Kooperationspartner zur Entwicklung der Bewässerungs-App; Logos der bisher maßgeblich beteiligten Organisationen

2. Bewässerungs-App - Werkzeug zur Bemessung des Bedarfs

Jeder kann die Bewässerungs-App in vollem Funktionsumfang kostenlos nutzen, unter www.alb-bayern.de/app. Es gibt zwei Versionen, einen übersichtlichen Automatikmodus, und

einen Expertenmodus, in dem die pflanzenbaulichen Gegebenheiten in vielen Details situationsspezifisch einzustellen sind. Damit lässt sich noch präziser kalkulieren.

Abb.2: Benutzeroberfläche der Bewässerungs-App im Expertenmodus. Dieser Modus ermöglicht die Bemessung des Zusatzwasser-Bedarfs. Für eine ausgewogene Bewertung wird eine „Bemessung auf Basis der letzten 20 Jahre“ empfohlen.

Außerdem können sich Nutzer im Expertenmodus registrieren, Schläge anlegen, Einstellungen und Ergebnisse abspeichern, einen E-Mail-Warndienst sowie eine „Mobile Dokumentation“ nutzen und schlagbezogene Daten exportieren und z.B. in Excel übertragen. Darüber hinaus ermöglicht der Expertenmodus die Bemessung des Zusatzwasserbedarfs zur Beantragung von Gestattungen und zur Planung der Bewässerung.

2.1 Betrachtungszeitraum

Der Betrachtungszeitraum lässt sich in der Rubrik „Standort und Jahr“ einstellen (Abb. 2, Seite 5). In der Voreinstellung ist der Betrachtungs-

BEMESSUNGSZEITRAUM

Für eine ausgewogene Bewertung wird empfohlen, die Bemessung des Bedarfs auf Basis der letzten 20 Jahre vorzunehmen.

zeitraum das aktuelle Jahr. Im Expertenmodus lassen sich außerdem die Wetterdaten vergangener Jahre auswerten. Dies ermöglicht die Bemessung des Zusatzwasserbedarfs über mehrere zurückliegende Jahre und erlaubt Rückschlüsse auf den zukünftig zu erwartenden Wasserbedarf, auch in extremen Jahren.

BEWÄSSERUNGS-APP » Infos & Erläuterungen zur Handhabung

Automatikmodus **Expertenmodus** 🇩🇪 🇫🇷

► Schlagverwaltung Hilfe?

▼ Standort und Jahr Hilfe?

Regionen: Bayern Wetterstation: Obersteinbach - Roth (RH) - L

Auswertungsjahr: 2023 Bemessung des Bedarfs: Bemessung auf Basis der letzten 20 Jahre

Karte Satellit

Bodeneigenschaften Hilfe?

Bodenart (aus Systemdatenbank): leicht, schwach lehmiger Sand

nFK Oberboden: 13 Vol.-% aus Systemdatenbank

Unterboden / Bodenart ab 30cm: Wie Oberboden

nFK Unterboden: Wie Oberboden

Durchwurzelbarkeit des Bodens: bis 100 cm

Abb.3: Die Bemessung des Bedarfs beruht auf der Auswertung regionaler Wetterdaten vergangener Jahre. Die zum Standort passende Wetterstation lässt sich in der Benutzeroberfläche der App per Mausklick in der Karte auswählen. Durch die Auswahl einer Wetterstation werden zur weiteren Verrechnung vom System automatisch die Bodeneigenschaften im Gebiet um die ausgewählte Wetterstation herum herausgegriffen.

Die Bedarfsschwankungen zwischen den Jahren sind sehr groß. Die Berechnung des Bewässerungsbedarfs über mehrere Jahre ergibt sowohl einen Mittelwert des Zusatzwasserbedarfs wie auch eine Auskunft zur Versorgungssicherheit der Kulturen bei einem begrenzten Wasserdargebot (siehe Kapitel 3).

2.2 Berücksichtigung des Standorts

Standorteigenschaften (Wetter, Boden) bedingen die vorherrschenden Anbauverhältnisse und beeinflussen den Bewässerungsbedarf. Die jeweiligen Standorteigenschaften ergeben sich aus dem Witterungsverlauf und den Bodeneigenschaften vor Ort. In der Benutzeroberfläche der App, Rubrik „Standort und Jahr“, lässt sich die zum Standort passende Wetterstation per Mausklick in der Karte auswählen (Abb. 3).

Abb.4: Aus der Systemdatenbank lassen sich die hinterlegten regionalen Bodendaten für das Gebiet um einen konkreten Schlag wählen, indem man in der Rubrik „Bodeneigenschaften“ im Auswahlfenster „Bodenart“ die Option „über Standort festlegen“ anklickt, und den Standort für den betreffenden Schlag in der Karte anklickt.

In der Systemdatenbank sind deutschlandweit mehr als 3 Mio. Datensätze zur regionalen Einstufung der Bodengüte hinterlegt. Durch die Auswahl einer Wetterstation werden zur weiteren Verrechnung vom System automatisch die Bodeneigenschaften im Gebiet um die ausgewählte Wetterstation herum herausgegriffen.

Alternativ können die in der Systemdatenbank hinterlegten regionalen Bodendaten für das Gebiet um einen konkret ausgewählten Schlag gewählt werden, indem man in der Rubrik „Bodeneigenschaften“ im Auswahlfenster „Bodenart“ die Option „über Standort festlegen“ anklickt, und den Standort für den betreffenden Schlag in der dann aufscheinenden Karte auswählt (Abb. 4, Seite 7). Bei Bedarf lassen sich alle Bodenwerte von Hand korrigieren.

Die „Durchwurzelbarkeit des Bodens“ begrenzt womöglich die von der Kulturart abhängige Durchwurzelungstiefe und ist ggfs. durch den Nutzer manuell anzupassen.

2.3. Berücksichtigung des Kulturbestandes

Die Bemessung des Bedarfs erfolgt für konkrete Anbausysteme. Anbausysteme lassen sich in der App anhand des Kulturbestands, der Art des Bewässerungssystems und dem angestrebten Versorgungsniveau mit Wasser beschreiben.

In der Rubrik „Kulturbestand“ wird zunächst die Kulturpflanze (Fruchtart) ausgewählt. Die Standard-Kulturdaten (Pflanzung/ Aussaat, Durch-

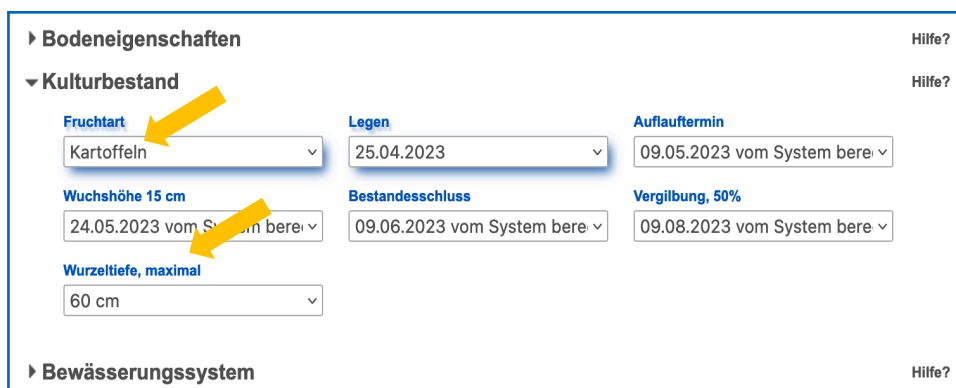
wurzelungstiefe, Wuchsstadientermine) werden angezeigt und können variiert werden. (Abb. 5). Das Erreichen bestimmter Wuchsstadien wird auf Grundlage von fruchtartspezifischen Temperatursummenmodellen vom System berechnet. Diese Systemberechnungen lassen sich zusätzlich vom Nutzer korrigieren.

Die maximale fruchtartspezifische Wurzeltiefe hat Einfluss auf das Wasseraneignungsvermögen entwickelter Pflanzenbestände aus tieferen Bodenzonen. Der im System hinterlegte Wert lässt sich vom Nutzer im Auswahlfenster „Wurzeltiefe, maximal“ anpassen, z. B. in Abhängigkeit von Sorteneigenschaften.

2.4 Berücksichtigung des Bewässerungssystems und des Versorgungsniveaus

Die Art der eingesetzten Technik lässt sich in der Rubrik „Bewässerungssystem“ charakterisieren.

Beregnungsverfahren durchfeuchten den Boden immer auf der gesamten Fläche von der Oberfläche ausgehend in die Tiefe. Im Gegensatz dazu werden bei Tropfbewässerung immer nur gezielt die Bereiche direkt unter den Tropfstellen durchfeuchtet. Insbesondere bei jungen Kulturen mit wenig Blattmasse und geringem Bodendeckungsgrad ist Tropfbewässerung - sofern die Gaben im Hauptwurzelbereich zugeführt werden - verlustarm, weil beim Verabreichen der Gaben die Blätter trocken bleiben, die Bodenoberfläche weitgehend trocken bleibt und die Verdunstung somit minimiert wird.



▶ Bodeneigenschaften Hilfe?		
▼ Kulturbestand Hilfe?		
Fruchtart	Legen	Aufbauftermin
Kartoffeln	25.04.2023	09.05.2023 vom System bere
Wuchshöhe 15 cm	Bestandesschluss	Vergilbung, 50%
24.05.2023 vom System bere	09.06.2023 vom System bere	09.08.2023 vom System bere
Wurzeltiefe, maximal		
60 cm		
▶ Bewässerungssystem Hilfe?		

Abb.5: In der Rubrik „Kulturbestand“ können anbausystemspezifische Angaben zum Kulturbestand gemacht werden.

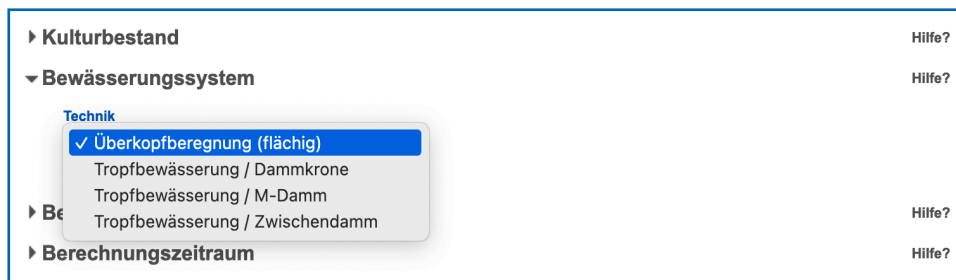


Abb.6: Die Art der eingesetzten Technik hat Einfluss auf das Bewässerungsmanagement, insbesondere auf die jeweilige Höhe angemessener Einzelwassergaben und den Zeitabstand zwischen aufeinanderfolgende Maßnahmen.

Das Bodenvolumen, das als pflanzenverfügbarer Wasserspeicher zur Verfügung steht, ist bei Tropfbewässerung deutlich geringer als bei Beregnung, und schwankt unter anderem in Abhängigkeit vom Abstand der Schläuche, vom Abstand der Tropfer und von der Lage der Schläuche und damit der Wurzeltiefe unter den Tropfstellen (z.B. bei Kartoffeln auf dem Damm oder zwischen den Dämmen). Bei gleicher Gabenhöhe in mm bzw. in qm/ha dringt das Wasser bei Tropfbewässerung deutlich tiefer in den Boden ein als bei Beregnung. Entsprechend häufiger und kleiner sind bei Tropfbewässerung die Einzelgaben zu verabreichen.

Diese technischen bzw. pflanzenbaulichen Besonderheiten werden von der App berücksichtigt.

Ziel ist es, mit der ausgewählten Bewässerungstechnik den Wassereinsatz so zu steuern, dass nur dann bewässert wird, wenn der zur Verfügung stehende Bodenvorrat aufgebraucht ist. Je nach Kultur und Qualitätsansprüchen können hier unterschiedliche Werte bei der Bewässerungsschwelle ausgewählt werden. In dieser Weise lassen sich Ernteerträge und Qualitäten sichern und gleichzeitig der Wasserverbrauch

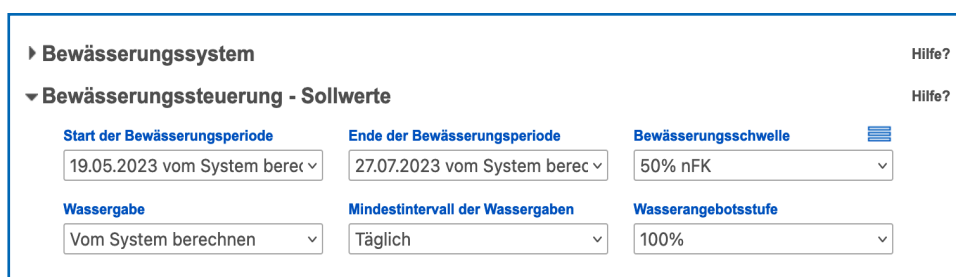
auf das unbedingt erforderliche Maß begrenzen. Hierzu können die Voreinstellungen in der Rubrik „Bewässerungssteuerung“ an die spezifische Situation angepasst werden (Abb. 7):

Der Zeitraum der Bewässerung (Start -, Ende der Bewässerungsperiode) insgesamt richtet sich nach der Kulturdauer.

Die Höhe der Wassergabe kann vom System berechnet werden oder wird aufgrund der Technik (zum Beispiel 25 mm je Einzug beim Einsatz von Beregnungsmaschinen mit Starkregnern) vom Nutzer ausgewählt.

Das Intervall der Wassergaben richtet sich ebenfalls nach der technischen und personellen Ausstattung des Betriebes. Zum Beispiel kann bei Überkopfberegnung ein Intervall von 7 Tagen angestrebt werden, bei der Tropfbewässerung ist u.U. eine tägliche Wassergabe notwendig. Eine Bewässerungsschwelle auf Basis der nutzbaren Feldkapazität (nFK) liegt zwischen 35 und 70% nFK, bei einigen Feingemüsearten auch höher. Die Bewässerungsschwelle ist der Bodenfeuchtegrenzwert, der gerade noch toleriert werden kann. Ist dieser erreicht, empfiehlt die App eine Wassergabe.

Abb.7: Ziel ist es, den Wassereinsatz so zu steuern, dass nur dann bewässert wird, wenn der zur Verfügung stehende Bodenvorrat aufgebraucht ist und die Pflanzen den Grad der Bodenaustrocknung gerade noch vertragen. Anhand der Stellgrößen lässt sich die Bewässerung mit System steuern.



Durch Anpassung der sogenannten Wasserangebotsstufe lassen sich die zugrunde liegenden kulturart- bzw. stadienspezifischen Verdunstungsfaktoren (kc-Werte) prozentual anpassen, wenn z.B. der Blattapparat des konkret betrachteten Pflanzenbestandes unter- oder überproportional stark ausgeprägt ist und deshalb der Wasserbedarf unter- oder überproportional groß ist. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die zu Gemüse in der App verwendeten kc-Werte der Hochschule Geisenheim University unter dem Aspekt der Produktionssicherheit festgelegt wurden. Anwender der kc-Werte haben bezüglich der Wasserversorgung maximale Ertrags- und Qualitätssicherheit und eine darüberhinausgehende Bewässerung hat keine zusätzlichen positiven Effekte. Auch unter dem Aspekt der Wassereffizienz kann es bei regionaler Wasserknappheit somit sinnvoll sein, mit reduzierter Wasserangebotsstufe zu rechnen, was allerdings die Risiken der pflanzlichen Erzeugung erhöht (siehe auch www.alb-bayern.de/bef2, Kapitel „Bewässerung mit begrenzter Wasserverfügbarkeit oder mit Herabstufung des Wasserangebots“, Seite 14).

2.5 Kalibrierung der Bewässerungs-App gemäß den Erfahrungen des Betriebsleiters

Auf welchem Versorgungsniveau bewässert werden soll und auf welchem Versorgungsniveau dementsprechend der Zusatzwasserbedarf ermittelt werden soll, hängt von den individuellen Rahmenbedingungen ab. Um hier zu einem guten Ergebnis zu kommen, kann der Nutzer die App gemäß seinen Erfahrungen am Betrieb kalibrieren.

Hierzu wählt der Anwender, nachdem er die Rahmenbedingungen, also die Wetterstation, den Boden, den Kulturbestand, das Bewässerungssystem und die vorläufige Bewässerungssteuerung definiert hat, im Menüpunkt „Standort und Jahr“ ein zurückliegendes Jahr, dass bezüglich Witterung und Bewässerungsmaßnahmen noch gut in Erinnerung ist, und geht dann auf „Auswertung berechnen“. In der

Ergebnisdarstellung werden dann die Bewässerungsempfehlungen angezeigt. Wurde zu viel Bewässerung empfohlen und war z.B. teilweise der Zeitabstand zwischen zwei Maßnahmen zu gering, z.B. nur 4 Tage, kann der Anwender das Mindestintervall zwischen 2 Maßnahmen auf z. B. 7 Tage erhöhen. Somit haben zwei Maßnahmen hintereinander bei erneuter Berechnung mindestens einen Abstand von 7 Tagen. Alternativ oder zusätzlich kann der Anwender den Boden auch weiter austrocknen lassen, bis eine Empfehlung erfolgt, und die Bewässerungsschwelle von z. B. 50 % auf 40 % der nFK senken. Auch die maximale Einzelgabenhöhe oder die kulturartspezifischen Verdunstungsfaktoren („Wasserangebotsstufe“) lassen sich anpassen.

Der Anwender kann die verschiedenen Parameter so lange verändern, bis die Bewässerungsempfehlungen ein Versorgungsniveau erreicht haben, dass dem Nutzer angemessen erscheint. Für ein fundiertes Ergebnis wird empfohlen hierbei am besten mehrere zurückliegende Jahre zu betrachten. Mit diesen Einstellungen kann dann der Zusatzwasserbedarf ermittelt werden, siehe Kapitel 3 und 4.


Die Einstellungen können abgespeichert werden.

3. Zusatzwasserbedarf über die letzten Jahre - Ergebnisdarstellung und Erläuterung der Ergebnisse

Wie groß wäre der Zusatzwasserbedarf im Mittel der vergangenen Jahre gewesen? Das lässt sich aus dem Programm heraus ermitteln. Der Rückblick ermöglicht Schlüsse auf den zu erwartenden Zusatzwasserbedarf für die kommenden Jahre. Die Bemessung ist abhängig von den jeweiligen Einstellungen in der Bewässerungs-App - siehe Kapitel 2.1 bis 2.5 - und basiert auf der Auswertung historischer Wetterdaten.

Zur Bemessung des Bedarfs wird der Zusatzwasserbedarf für zurückliegende Jahre berechnet. In der Ergebnisdarstellung werden die Jahre nach Höhe des Zusatzwasserbedarfs sortiert und gelistet, beginnend mit dem Jahr des höchsten Bedarfs. Dem Bedarfswert jedes einzelnen Jahres

wird eine bestimmte Versorgungssicherheit zugeordnet. Der höchste Bedarfswert (der oberste Wert in der Liste) erhält die Versorgungssicherheit „20 von 20 Jahre (100 %)“, und bedeutet: Wären im Betrachtungszeitraum wie im Beispiel (Abb. 8) Bewässerungsmengen in Höhe von 240 mm pro Jahr vorhanden gewesen, wäre in den betrachteten Jahren stets eine Zusatzbewässerung zu 100 % möglich gewesen. Allerdings ist eine 100-prozentige Versorgungssicherheit in den allermeisten Fällen wenig wirtschaftlich, weil die vorhandenen Kapazitäten dann ausschließlich in den Jahren des größten Bedarfs voll zum Einsatz kommen könnten. Im Beispiel wäre es hierbei in 18 von 20 Jahren (90 % der Fälle) zu keiner Auslastung gekommen.

Auswertung berechnen »


Bemessung des Bedarfs auf Basis der letzten 20 Jahre (2004 bis 2023)

Wie groß wäre der Zusatzwasserbedarf im Mittel der vergangenen Jahre von 2004 bis 2023 gewesen? Das lässt sich aus dem Programm heraus ermitteln. Der Rückblick ermöglicht Schlüsse auf den zu erwartenden Zusatzwasserbedarf für die kommenden Jahre. Die Bemessung ist abhängig von den jeweiligen Einstellungen in der Bewässerungs-App und basiert auf der Auswertung historischer Wetterdaten.

Kulturart: Kartoffeln
Wetterstation: Obersteinbach (LFL)
Nutzbare Feldkapazität des Bodens: 13 Vol.-%
Bewässerungsschwelle: 50 % nFK

Jahr	Zusatzwasserbedarf	Versorgungssicherheit
2022	240 mm	20 von 20 Jahre (100 %)
2023	240 mm	20 von 20 Jahre (100 %)
2019	210 mm	18 von 20 Jahre (90 %)
2015	180 mm	17 von 20 Jahre (85 %)
2006	150 mm	16 von 20 Jahre (80 %)
2012	150 mm	16 von 20 Jahre (80 %)
2013	150 mm	16 von 20 Jahre (80 %)
2018	150 mm	16 von 20 Jahre (80 %)
2020	150 mm	16 von 20 Jahre (80 %)
2004	120 mm	11 von 20 Jahre (55 %)
2008	120 mm	11 von 20 Jahre (55 %)
2010	120 mm	11 von 20 Jahre (55 %)
2014	120 mm	11 von 20 Jahre (55 %)
2017	120 mm	11 von 20 Jahre (55 %)
2016	90 mm	6 von 20 Jahre (30 %)
2005	60 mm	5 von 20 Jahre (25 %)
2009	60 mm	5 von 20 Jahre (25 %)
2011	60 mm	5 von 20 Jahre (25 %)
2021	60 mm	5 von 20 Jahre (25 %)
2007	30 mm	1 von 20 Jahre (5 %)
Ø 2004 bis 2023	129 mm	11 von 20 Jahre (55 %)

Abb.8: Ergebnisdarstellung der Bewässerungs-App: Bemessung des Bedarfs auf Basis vergangener Jahre durch Ausweisung des Zusatzwasserbedarfs in Abhängigkeit der Versorgungssicherheit; hierzu auf „Auswertung berechnen“ klicken und in der Ergebnisdarstellung nach unten scrollen.

Die Auslastung hätte im Mittel aller Jahre (\emptyset 2004 bis 2023) bei 129 mm / 240 mm und damit lediglich bei 0,54 = 54 Prozent gelegen.

3.1 Bemessung des Bedarfs mit 80 % Versorgungssicherheit

Üblicherweise ist eine Versorgungssicherheit von 80 % als „hoch“ zu werten. Bei 80 % Versorgungssicherheit hätte in dem Jahr, dem diese Versorgungssicherheit zugeordnet ist, und allen nachfolgend gelisteten Jahren nach Bedarf bewässert werden können, in den darüber gelisteten Jahren mit höherem Bedarf jedoch nicht. Bei 80 % Versorgungssicherheit hätte die Kapazitätsauslastung im Mittel aller Jahre (Durchschnitt 2004 bis 2023) bei $(30 + 4 \times 60 + 90 + 5 \times 120 +$

$+ 9 \times 150)$ mm/20 = 116 mm gelegen, bzw. bei 116 mm/150 mm = 77 %.

3.2 Bemessung des Bedarfs mit 50 % Versorgungssicherheit

Im Rahmen des betrieblichen Risikomanagements, bei weniger trockenheitsempfindlichen Kulturen oder bei sehr hohen Kosten der Wasserbereitstellung, die bei Kulturen mit geringem Deckungsbeitrag besonders zu Buche schlagen, kann es sinnvoll sein, mit einer Versorgungssicherheit von 50 % zu arbeiten. Das bedeutet, dass die errechneten Zusatzwassermengen in 50 % der Jahre voll ausreichen. In jedem zweiten Jahr ist Wasser nicht der produktionsbegrenzende Faktor.

4. Berücksichtigung des Klimawandels

4.1 Herleitung des Einflusses des Klimawandels auf den Zusatzwasserbedarf für Kartoffeln

Beispielhaft wird zu Kartoffeln in acht bayerischen Schwerpunktgebieten mit Bewässerung rückwirkend für die vergangenen 30 Jahre von 1993 bis 2022 der Bewässerungsbedarf betrachtet (Abb. 9).

Hierzu wurde mit Hilfe der Bewässerungs-App die regionale Witterung der einzelnen Jahre zu einem standardisierter Kartoffelbestand auf stark lehmigem Sand mit einer nutzbaren Feldkapazität (nFK) in Höhe von 15 Vol.-%, Legetermin am 25. April, Beregnung mit Starkregner, Bewässerungsschwelle bei 50 % nFK verrechnet (siehe auch Beratungsblatt bef18, welches ab-

rufbar ist unter www.alb-bayern.de/bef18).

Gemäß der Trendgeraden lag der erwartete Zusatzwasserbedarf bei Kartoffeln 1993 im Mittel der 8 Schwerpunktgebiete Bewässerung bei 77 mm. 29 Jahre später, im Jahr 2022, lag der erwartete Bedarf bei $77 \text{ mm} + 29 \times 1,66 \text{ mm} = 125 \text{ mm}$. Dies entspricht einem mittleren jährlichen Anstieg von 1,64 %.

Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die Entwicklung des Zusatzwasserbedarfs im Verlauf der Jahre in allen Gebieten sehr großen Schwankungen unterlag. Die Veränderung des Bedarfs bei Kartoffeln über die Jahre lässt sich auf andere Kulturen übertragen.

EINFLUSS DES KLIMAWANDELS AUF DEN ZUSATZWASSERBEDARF

Bezogen auf das 30-jährige Mittel der Jahre 1993 bis 2022 und unter Betrachtung von acht bayerischen Schwerpunktgebieten Bewässerung errechnet sich auf Basis von Kartoffeln unter sehr großen Schwankungen ein mittlerer jährlicher Anstieg des Zusatzwasserbedarfs in Höhe von 1,64 %. Dieser Anstieg lässt sich planerisch auf andere Kulturen übertragen.

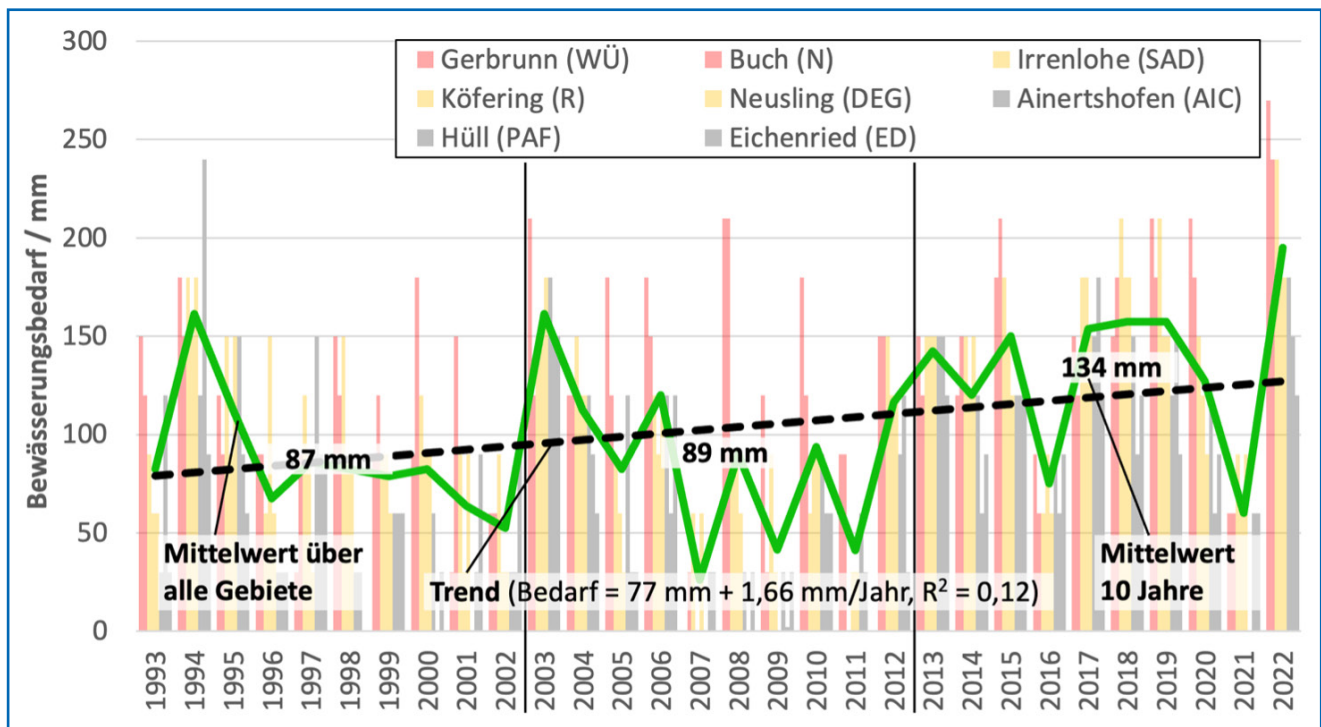


Abb.9: Zusatzwasserbedarf in den vergangenen 30 Jahren (1993 bis 2022) gemittelt über acht bayerische Schwerpunktgebiete Bewässerung; Bemessungsgrundlage: standardisierter Kartoffelbestand auf stark lehmigem Sand mit einer nutzbare Feldkapazität (nFK) in Höhe von 15 Vol.-%, Legetermin am 25. April, Beregnung mit Starkregner, Bewässerungsschwelle bei 50 % nFK; repräsentative LfL-Wetterstationen der Schwerpunktgebiete Bewässerung: Gerbrunn (Würzburger Raum), Buch (Nürnberger Land), Irrenlohe (Mittlere Oberpfalz), Köfering (Regensburger Südosten), Neusling (Osterhofener Platte), Ainertshofen (Nordschwaben), Hüll (Hallertau), Eichenried (Münchener Nordosten).

4.2 Konzept der Berücksichtigung des Klimawandels bei der Bemessung des Bedarfs

Um eine prozentuale Abschätzung des Mehrbedarfs an Zusatzwasser zu errechnen, wird wie folgt vorgegangen: Auf Basis der letzten 20 Jahre soll ein mittlerer Bedarf für die kommenden 10 Jahre abgeschätzt werden. Im Mittel werden daher $(20 + 10) / 2$ Jahre angesetzt, die mit dem Zuschlagsfaktor von 1,64 % für die Kartoffel (s. Abschnitt 4.1) verrechnet werden.

Es ergibt sich ein Klimawandelzuschlag von $(20 + 10) / 2 * 1,64 \% = 25 \%$.

Das bedeutet: bei einem errechneten Zusatzwasserbedarf im Mittel der vergangenen 20 Jahre (2003 bis 2022) in Höhe von 129 mm (siehe Kapitel 2.5.) ist bei linearer Fortschreibung des Trends zur Berücksichtigung des Klimawandels im Mittel der nächsten 10 Jahre ein Zusatzwasserbedarf in Höhe von $(129 * 1,25) \text{ mm} = 161 \text{ mm}$ zu erwarten.

ALLGEMEIN

Mit Hilfe der Bewässerungs-App lässt sich der Klimawandel bei der Abschätzung des Zusatzwasserbedarfs berücksichtigen. Als Faustzahl gilt eine Zunahme des Zusatzwasserbedarfs im Mittel der nächsten 10 Jahre um ca. 25 % im Vergleich zum mittleren Bedarf der letzten 20 Jahre.

5. Planung des Bewässerungsmanagements und Anpassung an verfügbare Kapazitäten

Das Versorgungsniveau lässt sich an die am Betrieb vorhandenen Bewässerungskapazitäten anpassen. Als Entscheidungshilfe kann zunächst für die einzelnen Kulturen der Bewässerungsbedarf nach dem in Kapitel 2 beschriebenen Verfahren festgestellt werden. Dazu wird der

jeweilige Bedarf bei einer Versorgungssicherheit von 50 % und 80 % errechnet. Übersteigt die Summe der errechneten Bedarfsmengen die erlaubte Wasserentnahmemenge, gilt es zu priorisieren oder alternative Bewässerungstechniken einzusetzen.

Tab. 1: Kalkulierter Zusatzwasserbedarf verschiedener Anbauverfahren gemäß Bewässerungs-App am Standort Würzburg (LfL-Wetterstation Seligenstadt, Betrachtungszeitraum: 2004 bis 2023, Bodenart: stark lehmiger Sand), keine Berücksichtigung des Klimawandels

Kulturart	Fläche	Bewässerung	Zusatzwasserbedarf	
			Versorgungssicherheit	
			50 %	80 %
Speisekartoffeln	30 ha	Beregnung, flächig, alle 5 Tage möglich	120 mm	180 mm
Speisekartoffeln		Tropfbewässerung Dammkrone, alle 2 Tage	90 mm	160 mm
Saftmöhren	16 ha	Beregnung, flächig, alle 5 Tage möglich	37 mm	97 mm
Saftmöhren		Tropfbewässerung, alle 2 Tage möglich	33 mm	73 mm
Erdbeeren	2 ha	Tropfbewässerung, alle 2 Tage möglich	80 mm	110 mm

Beispiel: Der Betrieb bewirtschaftet insgesamt 250 ha, davon bewässerungswürdig sind 16 ha Saftmöhren, 30 ha Speisekartoffeln und 2 ha Erdbeeren (Direktabsatz/ Selbstpflücke). Gemäß Bescheid steht dem Betrieb eine Zusatzwassermenge aus Grundwasser von 42.000 m³ je Anbausaison zur Verfügung. Die Bewässerungs-App liefert die in Tab. 2 gelisteten Werte für den

Standort im Würzburger Raum (LfL-Wetterstation Seligenstadt, stark lehmige Sandböden). Der Betrieb entscheidet aufgrund der Deckungsbeiträge, dass eine Tropfbewässerung auf allen Flächen für Karotte und Kartoffel zunächst nicht in Frage kommt, und berechnet entsprechend den Zusatzwasserbedarf (Fläche in ha * Zusatzwasserbedarf in mm * 10).

Tab. 2: Errechneter Gesamt-Zusatzwasserbedarf am Standort Würzburg (LfL-Wetterstation Seligenstadt, Betrachtungszeitraum: 2004-2023, Bodenart: stark lehmiger Sand), keine Berücksichtigung des Klimawandels; flächige Beregnung von Karotten und Kartoffeln, Tropfbewässerung bei Erdbeeren

Kulturart	Fläche	Bewässerung	Zusatzwasserbedarf	
			Versorgungssicherheit	
			50 %	80 %
Speisekartoffeln	30 ha	Beregnung, flächig, alle 5 Tage möglich	36.000 m ³	54.000 m ³
Saftmöhren	16 ha	Beregnung, flächig, alle 5 Tage möglich	5.920 m ³	15.520 m ³
Erdbeeren	2 ha	Tropfbewässerung, alle 2 Tage möglich	1.600 m ³	2.200 m ³
Summe Zusatzwasserbedarf			43.520 m³	71.720 m³

Auch bei einer Versorgungssicherheit von 50 % ist die genehmigte Wassermenge von 42.000 m³ für den Betrieb nicht ausreichend. Die Erdbeeren sollen aufgrund des Deckungsbeitrags und des erforderlichen Qualitätsniveaus mit 80 % Versorgungssicherheit bewässert werden. Damit ergibt sich ein Fehlbetrag Wasser für den Betrieb von 2.120 m³.

Für den Betrieb können sich folgende Konsequenzen ergeben:

- ▶ Reduzieren der Anbaufläche von Kartoffel und/ oder Karotten
- ▶ Bau eines Wasserspeicherbeckens mit ca. 5.000 m³, um Regenwasser von den Hofflächen aufzufangen; Ausweitung der Erdbeerflächen in Hofnähe (Bewässerung aus Speicherbecken) aufgrund des höheren Deckungsbeitrags
- ▶ Teilflächen bei Kartoffel auf Dammkronen-Tropfbewässerung umstellen, um Wasser einzusparen und um zugleich die Liefermengen zu erhalten
- ▶ Teile der Karotten- und Kartoffelflächen ohne Bewässerung kultivieren - mit entsprechendem Risiko

Die Entscheidung ist stets betriebsindividuell und muss die Kosten für die Wasserbereitstellung berücksichtigen. Zusätzlich müssen für den Betrieb folgende Fragen geklärt werden:

1. Welche Kulturen haben den höchsten Deckungsbeitrag? Im Beispiel ist die Erdbeere mit ca. 8.000 €/ ha und einer gesicherten Abnahme weit vor Kartoffeln und Möhren. Werden Tropfschläuche in diesen Kulturen eingesetzt, ändert sich auch der Deckungsbeitrag durch deutlich höhere Kosten für Material und Instandhaltung.
2. Welche Kulturen brauchen eine Versorgungssicherheit von mehr als 50 %? Dann ist

zu prüfen, welche Kulturen z.B. im Vertragsanbau angebaut werden und bei welchen eine vorgegebene Liefermenge zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht werden muss.

3. In welchen Kulturen kann die Umstellung auf Tropfbewässerung eine deutliche Reduzierung der Wassermenge erreichen und bleibt trotzdem wirtschaftlich?
4. Bei welchen Kulturen ist ein Minderertrag durch Bewässerungsverzicht weniger dramatisch, da die Marktleistung nur nach Tonnage erbracht wird? Dies wäre bei Stärkekartoffeln eher der Fall als bei Speisekartoffeln.

Außerdem bietet die Bewässerungs-App die Möglichkeit, ein besonders trockenes Jahr (z.B. 2015 oder 2018) auszuwählen und daran ein worst-case-Szenario zu errechnen, das die Entscheidung der Betriebsleitung zusätzlich unterstützen kann.

Eine Möglichkeit die Versorgungssicherheit durch eine Steigerung der zur Verfügung stehenden Wassermenge zu erhöhen, bietet der Zusammenschluss interessierter Betriebe bei der Sammlung von Niederschlagswasser oder bei der Wasserentnahme aus Oberflächengewässern oder Uferfiltrat. Die Errichtung gemeinsamer, überbetrieblicher Wassergewinnungs- und Verteilungsanlagen bietet gute Voraussetzungen zur nachhaltigen Nutzung und vermeidet Interessenskonflikte. Ein Zusammenschluss kann beispielsweise über einen Wasser- und Bodenverband erfolgen.

6. Beantragung von Gestattungen zur Wasserentnahme

Antragsunterlagen für Bewässerungsbrunnen (bezogen auf das Bundesland Bayern): Bei einer geplanten Grundwassernutzung zur Bewässerung sind die entsprechenden Anträge bei der Kreisverwaltungsbehörde einzureichen.

Nachfolgende Formulare erleichtern die Zusammenstellung aller notwendigen Angaben und halten den Verwaltungsaufwand für alle Beteiligten möglichst gering:

- ▶ Antrag auf Vorprüfung einer wasserrechtlichen Erlaubnis für die Entnahme von Oberflächenwasser zur Bewässerung. Dieses Formular dient dem Nachweis, ob die Prioritäten bei der Herkunft des Bewässerungswassers beachtet und Alternativen geprüft wurden.
- ▶ Anzeige für Brunnenbohrungen zur Bewässerung (Bohranzeige nach Wasserrecht). Hinweis: Für Schachtbrunnen ist kein eigenes Formular verfügbar. Das Formular „Anzeige für Brunnenbohrungen zur Bewässerung“ kann aber hilfsweise als Grundlage verwendet werden.
- ▶ Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis für

das Zutagefördern von Grundwasser zur Bewässerung

- ▶ Digitale Bohranzeige nach Lagerstättengesetz. Diese digitale Anzeige ist nur für Bohrbrunnen notwendig.

Hierzu finden Sie die Antragsformulare und weitere wichtige Informationen zur Antragstellung auf der Internetseite des Bayerischen Landesamts für Umwelt:

<https://www.lfu.bayern.de/wasser/bewaeserung/index.htm>

Weitere Informationen befinden sich unter nachfolgendem Link:

<https://www.lfl.bayern.de/publikationen/>

Nutzen Sie die Suchfunktion mit dem Begriff „Bewässerungsbrunnen“.

Im Antrag ist die aus pflanzenbaulicher Sicht benötigte Wassermenge anzugeben. Bestehen weitere Wasserquellen aus Rückhaltebecken oder Oberflächenwasserentnahme, so sind diese ebenfalls anzugeben.

7. Fazit

Die Bewässerungs-App ist ein Planungsinstrument und kann Anwender unterstützen, den Zusatzwasserbedarf für landwirtschaftliche und gartenbauliche Kulturen zu ermitteln. Über die standortgenaue Berechnung für Einzeljahre wie auch im Mittel mehrerer vergangener Jahre erhält der Anwender einen fundierten Überblick über die voraussichtlich benötigten Wassermengen in den kommenden Jahren. Sowohl bei der Anbauplanung und der Betriebsentwicklung als auch in der täglichen Entscheidungsfindung, ob und - wenn ja - wieviel bewässert werden soll, kann die Bewässerungs-App eine konkrete Hilfe sein.

Zitiervorlage: Müller, M., Taeger, C., Pernpeintner, L., Petzi, R. (2024): Bemessung des Bedarfs - Anbauplanung, Beantragung von Entnahmen aus Gewässern und Bewässerungssteuerung mithilfe der Bewässerungs-App. In: Bewässerungsforum Bayern, Ausgabe 1 - 02/2024, Hrsg. ALB Bayern e.V., www.alb-bayern.de/bef17, Stand [Abrufdatum]



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

Telefon	08161 / 887-0078
Telefax	08161 / 887-3957
E-Mail	info@alb-bayern.de
Internet	www.alb-bayern.de