



Wasserversorgung im Obstbau

Europäisches Interreg Projekt zur bedarfsgerechten Wasserversorgung

SILAS FÖLL

Die landwirtschaftliche Bewässerung in Deutschland hat in den vergangenen Jahren, relativ betrachtet, erheblich zugenommen. Laut Statistischem Bundesamt stieg die bewässerte Fläche zwischen 2012 und 2022 von 0,37 auf 0,55 Mio. ha – ein Anstieg von knapp 49 %. Somit wurde 2022 etwa 3,3 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche bewässert. Interessant ist, dass diese Zahl bereits deutlich höher lag. So konnten Ende der 1980er Jahre in der DDR etwa 1,15 Mio. ha mit Wasser versorgt werden, überwiegend durch das gezielte Aufstauen von Grundwasser.

BEWÄSSERUNG BESONDERS IM OBSTBAU AUF DEM VORMARSCH

Der erneute Zuwachs bewässerter Flächen ist besonders ausgeprägt im Obstbau: In Deutschland hat sich die bewässerte Obstbaufläche (Baum-/Beerenobst und Nüsse exkl. Erdbeeren) im Zeitraum 2009 bis 2022, mit einer Steigerung um 111 % auf 16.800 ha (Statistisches Bundesamt), mehr als verdoppelt. Dies entspricht einem Anteil von 29 % an der gesamten Obstbaufläche in Deutschland. Dieser Bedeutungszuwachs spiegelt sich auch im wachsenden Angebot kommer-

zieller Bewässerungslösungen wider. Hersteller wie Netafim oder Weenat versprechen durch Präzisionsbewässerung Wassereinsparungen von 20–30 % sowie Mehrerträge von bis zu 40 %. Solche Versprechen klingen verlockend – doch wie belastbar sind sie im Blick auf den Obstbau, geschweige denn unter den standortspezifischen Bedingungen im Bodensee-raum? Und welche Bewässerungsstrategie ist tatsächlich bedarfsgerecht, praktikabel und ökonomisch sinnvoll? Genau diese Fragen stehen im Mittelpunkt eines laufenden Interreg-Projekts.

KLIMAWANDEL: MEHR WÄRME, VERÄNDERTE REGENVERTEILUNG

Die Notwendigkeit einer fundierten Auseinandersetzung mit dem Wasserbedarf im Obstbau belegen die Langzeitdaten der Wetterstation des Kompetenzzentrums Obstbau Bodensee (KOB) in Bawendorf:

Von 1961 bis 2020 stieg die langjährige mittlere Lufttemperatur von 7,7 °C (1961–1990) auf 9,4 °C (1991–2020). Gleichzeitig verlängerte sich die Vegetationsperiode (Tage mit Temperaturen über 5 °C) um rund 40 Tage.

Die Niederschlagssummen blieben in ihrer Gesamtmenge zwar weitgehend konstant, verlagerten sich jedoch saisonal. Sommerniederschläge nahmen ab und die Niederschläge verteilten sich vermehrt auf Frühjahr und Herbst.

Für den Obstbau bedeutet das: Eine längere Saison mit höherem Wasserverbrauch, mehr Hitzetage über 30 °C und



Der Druck, Zusatzbewässerung einzusetzen und diese effizient zu gestalten, steigt auch in Regionen, die bislang als vergleichsweise niederschlagsreich galten. (Fotos: Föll)

eine zunehmend ungleichmäßige Niederschlagsverteilung. Der Druck, Zusatzbewässerung einzusetzen und diese effizient zu gestalten, steigt damit auch in Regionen, die bislang als vergleichsweise niederschlagsreich galten.

DAS PROJEKT: PARTNER UND VERSUCHSSTANDORTE

Vor diesem Hintergrund wurde 2023 das europäische Interreg-Projekt „Wasserversorgung Obstbau – Regionale Optimierungskonzepte für eine bedarfsgerechte Wasserversorgung im Obstbau im Bodenseegebiet“ gestartet (Laufzeit: April 2023 bis März 2027). Das Projekt wird zu 60 % durch das Interreg-VI-Programm Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein kofinanziert; die Schweizer Partner erhalten eine 45-prozentige Förderung durch die Schweizer Eidgenossenschaft.

Das Projekt wird angeleitet durch das KOB. Als Projektpartner sind die Hoch-

schule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), die Hochschule Geisenheim University (HGU), Agroscope sowie das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) beteiligt. Assoziierte Partner sind die Marktgemeinschaft Bodenseeobst (MaBo), die Württembergische Obstgenossenschaft (WOG), die ALB Bayern e.V., die Landwirtschaftskammer Vorarlberg und der Bodenseekreis.

Projektkoordination: Dr. Konni Biegert, KOB Bavendorf, E-Mail: konni.biegert@kob-bavendorf.de

FELDVERSUCHE IM FOKUS

Im Zentrum des Projekts stehen Feldversuche mit vier Bewässerungsvarianten, die an den Standorten der Projektpartner angelegt wurden:

1. Eine unbewässerte Kontrolle,
2. eine intervallbasierte Bewässerung (zweimal wöchentlich bei ausbleibenden Niederschlägen),

3. eine sensorgestützte Bewässerung, die bei einer Bodensaugspannung von ≥ 30 kPa (gemessen mit Watermark-Sensoren in 30 cm Tiefe) ausgelöst wird, sowie
4. eine modellbasierte Steuerung über die ALB-Bewässerungs-App, die bei einer nutzbaren Feldkapazität von ≤ 50 Prozent einen Bewässerungshinweis gibt. Mehr über die App ist zu lesen im Artikel von Dr. Martin Müller in diesem Heft.

So wurde am Versuchsstandort KOB die Sorte 'Topaz' im 3. Standjahr mit je rund 111 Bäumen pro Variante in den Versuch einbezogen. Der dortige Bodentyp – eine Parabraunerde mit lehmigem Oberboden (bis 0,6–1 m Tiefe, ca. 15 % Tonanteil) – zeichnet sich durch hohe Wasserspeicherkapazität aus, birgt jedoch eine Stauungsgefahr durch den tonangereicherten Bt-Horizont.

Gerade diese Standortkomplexität macht eine differenzierte Bewässerungssteuerung notwendig: Eine im ersten Versuchsjahr durchgeführte Untersuchung der Tropfzwiebel zeigte, dass das Wasser bereits in >60 cm Tiefe versickerte und damit über die Hauptwurzelzone (30–50 cm bei Junganlagen) hinausgelangte. Die Konsequenz: Die Bewässerungsgabenhöhe konnte reduziert werden.

UNTERSUCHUNGEN

Neben den Klimadaten (Wetterstation & Bodenfeuchtemessungen) wurden physiologische Parameter erfasst. Stammdurchmesser, Blühintensität, Triebwachstum und Fruchtgrößenentwicklung sowie Ertrags- und Qualitätsparameter wie Erntemenge, Fruchtgewicht, Ausfärbung und Packout (Anteil vermarktungsfähige Früchte). Parallel zu den Feldversuchen stand die Weiterentwicklung der ALB-Bewässerungs-App für Apfelanlagen im Fokus. In den folgenden Artikeln wird der aktuelle Wissensstand wiedergegeben, der im bisherigen Verlauf des Projektes bereits generiert wurde. ●

Eine einzelbaumweise Beerntung gibt genauen Aufschluss über die Bewässerungseffekte.



Silas Föll, KOB Bavendorf,
Schuhmacherhof 6,
88213 Ravensburg,
Tel.: 0751 7903 400,
E-Mail: silas.foell@kob-bavendorf.de

www.obstbau.org

Bewässerung im Apfelanbau – Notwendigkeit in Zeiten des Klimawandels?

PROF. DR. PETER BRAUN

Das etwas provozierende Fragezeichen im Titel ist natürlich nicht immer richtig. Es gibt in Deutschland viele Anbauggebiete und Witterungssituationen, in denen eine Zusatzbewässerung nötig ist. Aber vielleicht nicht ganz so oft, wie es scheint. Viel Wasser – viel gut? Da ist das Fragezeichen auf jeden Fall angebracht. Der folgende Artikel soll die Grundlagen und die Rahmenbedingungen für die Notwendigkeit einer Bewässerung aufzeigen.

Der Autor hat sowohl im Institut für Obstbau der Universität Bonn als auch in seiner Zeit an der Hochschule Geisenheim zahlreiche Versuche zur Bewässerung durchgeführt. Es wird im Folgenden grundsätzlich von einer Tröpfchenbewässerung ausgegangen. Allein die Schorfproblematik sorgt dafür, dass selbst beim Vorhandensein einer Frostschutzberegnung die normale Bewässerung immer über die Tröpfchenbewässerung läuft. Sollte jemand eine Vollflächenüberkronenberegnung für die normale Bewässerung nutzen (z. B. bei extrem heißem Wetter zur Kühlung), dann sind die Mengen maximal zur Hälfte für die Bewässerung anzurechnen. In intensiven Untersuchun-

gen mit dem Institut für Meteorologie der Universität Bonn hat sich gezeigt, dass die Apfelbäume in einer Vollertragsanlage

bei guter Wasserversorgung genau so viel Wasser verbrauchen wie der Fahrstreifen.

MESSTECHNIK

Abb. 1 zeigt Messtechniken in der Anlage: Die Installation ermöglicht es, direkt am Baum den Transpirationsstrom durch den Stamm zu messen. Ebenfalls zu sehen ist ein Sensor, der zur kontinuierlichen Messung des Fruchtwachstums dient. So kann der aktuelle Wasserverbrauch direkt in Relation zum Fruchtwachstum gesetzt werden.

Abb. 2 und 3 zeigen Messsysteme, die zur Messung der Gesamttranspiration einer Obstanlage und zur Trennung von Grasstreifen und Baumreihe genutzt werden. Insgesamt haben diese Messungen ein detailliertes Verständnis vom Wasserbedarf der Apfelbäume ermöglicht.

EINFLUSSFAKTOREN AUF DEN WASSERVERBRAUCH

Der Wasserverbrauch der Bäume reagiert sehr schnell, vor allem auf Licht. Bewölkung reduziert den Wasserverbrauch deutlich. Neben Licht sind natürlich auch Temperatur, Luftfeuchte und Wind wei-

Abb. 1: Stammflussmessung an einem Apfelbaum mit entsprechendem Strahlungsschutz sowie Fruchtwachstumsmessung



Abb. 2: Meteorologische Messstation in einer Apfelanlage zur Messung des Gesamtwasserverbrauchs



Abb. 3: Energiebilanzmessung (Bowen Ratio) in einer Apfelanlage zur Messung des Wasserverbrauchs des Grasstreifens

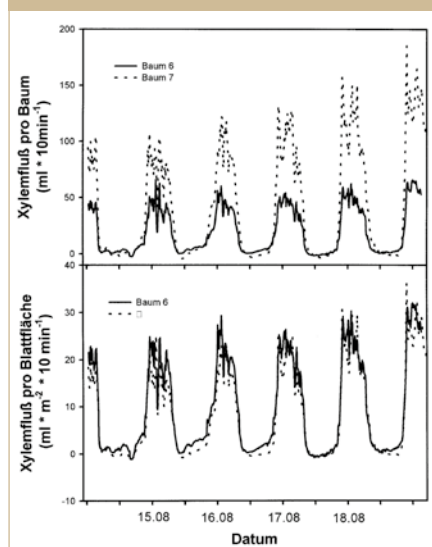


tere Einflussfaktoren, aber Licht ist der Entscheidende.

In Abb. 4 ist der Wasserverbrauch von zwei Bäumen über eine Fünf-Tages-Periode zu sehen. Bis auf den ersten Tag (15. 8.), an dem gelegentlich Wolkenfelder vorbeigezogen sind, steigt der Wasserverbrauch der Bäume mit Aufgang der Sonne an, erreicht ein Tagesmaximum und bleibt dort mit geringen Veränderungen, bis am Abend die Spaltöffnungen wieder geschlossen werden und der Wasserverbrauch auf null sinkt.

In der oberen Grafik sind zwei Bäume mit sehr unterschiedlicher Blattfläche zu sehen. Bei ihnen unterscheidet sich der Wasserverbrauch folglich deutlich. Wenn man aber den Wasserverbrauch auf die Blattfläche bezieht, stimmen die beiden Verläufe überein. Der Wasserverbrauch ist in unseren Anlagen direkt proportional zur Blattfläche und steigt linear mit der Blattfläche an. Dies bedeutet auch, dass am Anfang der Saison, mit der sich gerade entwickelnden Blattfläche, oft deutlich weniger Wasser verbraucht wird als angenommen. Wenn man in der oberen Grafik einmal die Spitzenwerte ansieht, dann liegen wir je Baum zwischen 100 und 150 ml Wasser je 10-Minuten-Intervall, also 600–900 ml je Stunde und damit bei ca. 8–11 l je Baum und Tag. Das sind die Spitzenwerte bei voller Blattentwicklung (hier im August) und bei Vollertragsanlagen, bei vollem Sonnenschein und an war-

Abb. 4: Stammwasserfluss bei zwei Bäumen in einer Vollertragsanlage mit der Sorte Braeburn auf M9. In der oberen Grafik sind die 10 min Werte über einen 5 Tageszeitraum dargestellt. In der unteren als Wasserfluss je m² Blattfläche je 10 min.



men bis heißen Tagen. Diese Werte sind jedoch sehr vorsichtig zu betrachten, da wir es mit einer Dauerkultur und einem sehr großen Wurzelsystem zu tun haben.

FRUCHTWACHSTUM ODER HOLZPRODUKTION?

Das Ziel der Produktion ist ein hoher Ertrag qualitativ hochwertiger Früchte. Dazu benötigen wir ein gutes Blatt-Frucht-Verhältnis. Aber wir brauchen den „ruhigen Baum“, also ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Triebwachstum und Fruchtwachstum. Exzessives Triebwachstum bringt zwar viel Blattfläche, ist aber unproduktiv und führt zu schlechter belichteten Blütenknospen – was dann auch zu weniger und kleineren Früchten im nächsten Jahr führt.

Ziel ist keine Produktion von Holz, das mühsam im Winter wieder herausgeschnitten werden muss, sondern die Fruchtproduktion. Wesentlich ist die Erkenntnis, dass Triebwachstum viel schneller auf Wassermangel reagiert und verringert oder ganz eingestellt wird als die Photosynthese und damit die Versorgung der Früchte mit Zucker. Solange das Triebwachstum im Frühjahr bis in den Sommer hinein sehr stark ist, liegt niemals ein Wassermangel vor.

FRUCHTWACHSTUM BEGINNT MIT DER BLÜTENBILDUNG

Beim Fruchtwachstum unterscheidet man die erste Phase, die Zellteilungsphase, und die darauf folgende Zellwachstumsphase. Oft vergessen wird dabei, dass die erste Phase mit dem Beginn der Blütenknospenentwicklung beginnt, also schon im vorherigen Jahr. Die wesentlichen Entwicklungsschritte sind mit der Blüte schon passiert. Angesichts der mit der Blüte erst beginnenden Blattflächenentwicklung wird daher der Wasserbedarf der Bäume in den ersten Entwicklungsstadien oft überschätzt.

WANN HAT WASSERMANGEL EFFEKTE?

Nach der Phase der Zellteilung kommt das Zellwachstum in den Früchten. Während in der Zellteilungsphase das Wachstumspotenzial der Früchte gesetzt wird, wird es danach nur noch erfüllt. Und das Zellwachstum ist bei den Früchten sehr tolerant gegenüber Wassermangel. Selbst eine kurzfristige Reduktion des Fruchtwachstums über zwei bis drei Tage kann

Abb. 5: Schematische Darstellung des Fruchtwachstums von Apfelfrüchten bei einem nur kurz andauernden Wassermangel (obere Grafik) und über einen längeren Zeitraum. Jeder Teilstrich auf der X-Achse entspricht einem Tag

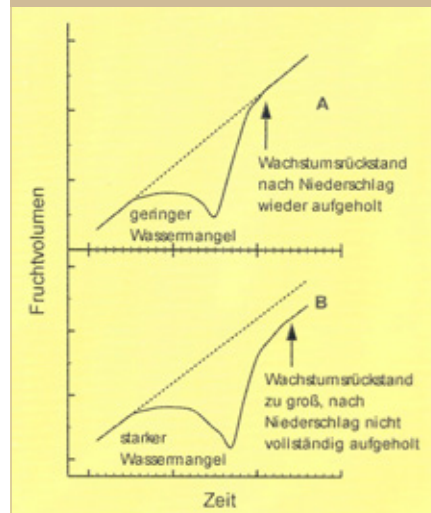
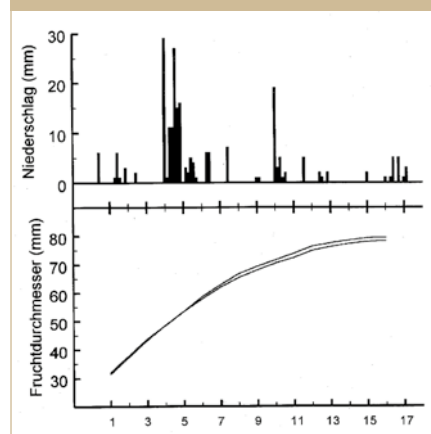


Abb. 6: Fruchtwachstum von bewässerten und unbewässerten Apfelbäumen der Sorte Golden Delicious in einer Vollertragsanlage in Sachsen-Anhalt. Die beiden Linien in der unteren Grafik sind die jeweiligen Mittelwerte von 50 gemessenen Früchten. In der oberen Grafik sind die entsprechenden Niederschläge dargestellt. Auf der X-Achse sind die Wochen ab Anfang Juni dargestellt.



dann bei Wasserzufuhr direkt wieder ausgeglichen werden und das Fruchtwachstum kommt auf die ursprüngliche Linie zurück. Dies ist schematisch in Abb. 5 dargestellt. Erst bei länger anhaltendem Wassermangel kommt es tatsächlich zu einem Verlust an finaler Fruchtgröße.

AUFPUMPEN GEHT NICHT

Auch kann man Früchte nicht aufpumpen – also mit übermäßigem Wasserangebot das Fruchtwachstum über die Normallinie hinaus fördern. Das ist in Abb. 6 dargestellt. Gezeigt werden Daten aus

Sachsen-Anhalt, wo das Fruchtwachstum von bewässerten und unbewässerten Apfelbäumen wöchentlich gemessen wurde. Zu sehen ist kein Unterschied. In Woche vier (ca. Ende Juni) hat es über mehrere Tage einen Gesamtniederschlag von ca. 150 mm gegeben. Das Fruchtwachstum hat auf diese sehr großen Wassermengen überhaupt nicht reagiert und ist normal vorangeschritten. Aufpumpen geht nicht und viel Wasser – viel gut, das trifft nicht zu.

FAZIT

Eine Bewässerungsempfehlung für Apfelanlagen (im Vollertrag) sieht also so aus, dass der Wasserbedarf zur Blüte und kurz danach noch gering ist, mit der steigenden Blattfläche aber zunimmt.

Das Triebwachstum reagiert schnell auf Wassermangel, sollte aber sowieso nicht so groß sein bzw. im Juni wirklich abschließen. Gleichzeitig sollte die Photosynthese aber in vollem Umfang stattfinden, um das Fruchtwachstum nicht dadurch zu limitieren. Deshalb muss die Wasserversorgung zu dieser Zeit auf einem mittleren Niveau gehalten werden. Zur Ernte sollte die Bewässerung dann auf jeden Fall komplett abgestellt werden, um den Triebabschluss und die sich entwickelnde Frosthärte zu sichern.

Da das Wurzelsystem der Bäume deutlich größer ist, als wir es vermuten, zieht der Baum aus einem großen Bodenvolumen sein Wasser. Konkret hat sich ergeben, dass in den meisten Anlagen mit mittleren und guten Böden und einer guten Tiefgründigkeit eine Zusatzbewässerung mit Mengen von ca. 2 l je Baum und Tag – natürlich mit entsprechenden Unterbrechungen bei Niederschlag – die Wasserversorgung ausreicht, um die Photosynthese sicherzustellen, ohne das vegetative Wachstum zu sehr anzuregen.

Die im Folgenden vorgestellte Bewässerungs-App der ALB basiert auf diesen Überlegungen und gibt einen sehr guten Rahmen. Letztendlich muss der Anbauer aber seine Bäume beobachten und sehen, wie sich das Wachstum entwickelt und dann die Standardempfehlungen nach unten oder oben anpassen. ●



Prof. Dr. Peter Braun,

Institut für Obstbau,
Hochschule Geisenheim,
Von Lade Str. 1, 65366 Geisenheim,
E-Mail: Peter.Braun@hs-gm.de

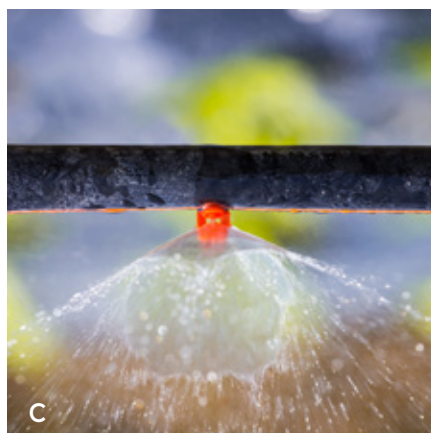
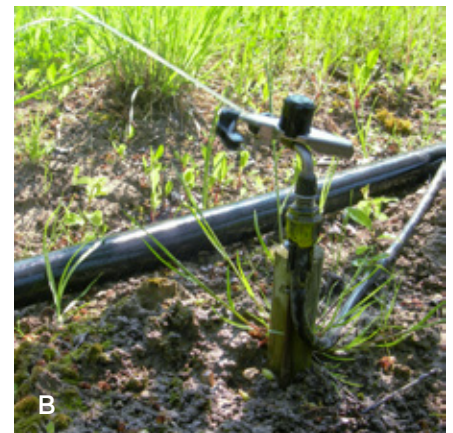
Bewässerung: Material und Technik

JEAN-CHARLES MOUCHET

Im Obstbau werden die Bewässerungstechniken in zwei Kategorien eingeteilt: Die Flächenbewässerung und die Präzisionsbewässerung. Die Über- und Unterkronenberegnung gehören zur ersten Kategorie, die Mikrosprinkler- und die Tropfbewässerung zur Zweiten. Jede Methode hat ihre Vor- und Nachteile.

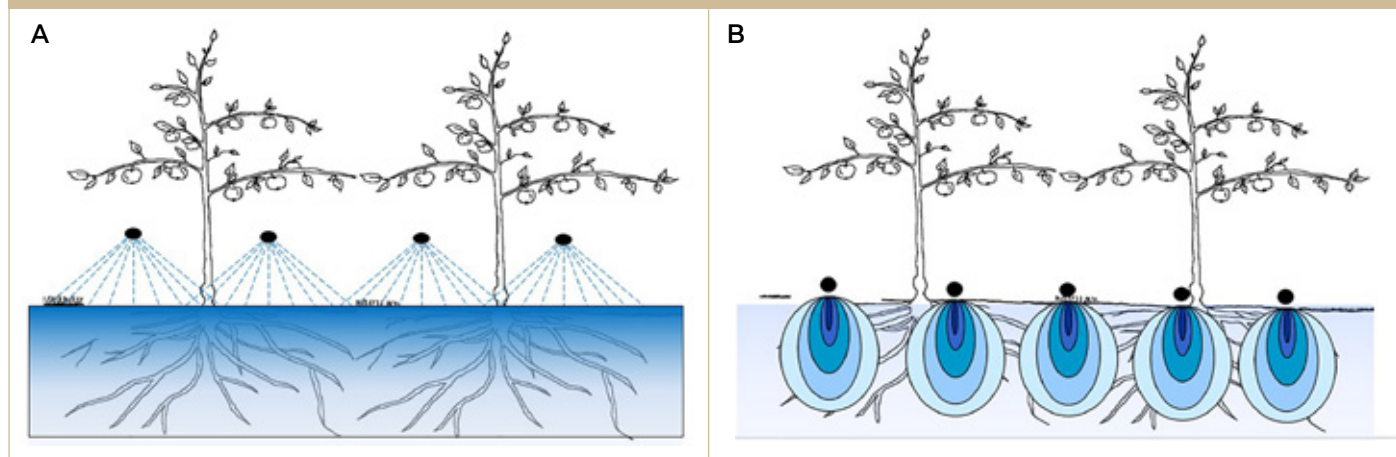
Die Beregnung erfordert im Allgemeinen große Mengen an Wasser. Sie dient allerdings nicht nur zur Bewässerung, sondern sorgt in Trockenperioden auch für eine höhere Luftfeuchtigkeit, führt jedoch gleichzeitig zu einer stärkeren Bodenerosion. Zudem geht ein Teil des Wassers in den Fahrgassen „verloren“, wenn es dort von der Bodenbedeckung aufgenommen wird.

Die Überkronenberegnung hat den Nachteil, dass sie, je nach Obstart, bestimmte Krankheiten wie z. B. Schorf beim Apfel begünstigt und Pflanzenschutzmittel abwäscht. Sie ermöglicht jedoch auch Frostschutz und die Bekämpfung bestimmter Schädlinge wie Blattsauger, Milben etc., die feuchte Bedingungen nicht mögen. Die Präzisionsbewässerung erfordert geringere Wassermengen, insbesondere die



Fotos 1A-D: Die Bewässerungsmöglichkeiten im Obstbau sind vielfältig: Ob Überkronenbewässerung (A), Unterkronenbewässerung (B, Foto: Immik), Mikrosprinkler (C, © Foto: Fotolia/ pingpao) oder Tropfbewässerung (D), jede Form hat ihre Vor- und Nachteile.

Abb. 1a und b: Wasserverteilung im Boden bei der Bewässerung mit Mikrosprinklern (A) und Tropfbewässerung (B) (Quelle: Immik)



Tropfbewässerung. Präzisionsbewässerung verringert Bodenerosion durch eine geringe, aber sehr gezielte Wassergabe und ermöglicht zusätzlich die Fertigation, die allerdings eine hohe Fachkompetenz bei der Durchführung erfordert. Sie ermöglicht jedoch weder den Frostschutz noch eine Erhöhung der Luftfeuchte bei großer Hitze.

PRÄZISIONSBEWÄSSERUNG IM FOKUS

In diesem Artikel wird es ausschließlich um Präzisionsbewässerungssysteme (Mikrosprinkler und Tropfbewässerung) gehen. Sie unterscheiden sich hauptsächlich in der Art der Wasserverteilung: Bei der Mikrosprinklerbewässerung (s. Abb. 1A) erfolgt dies durch eine punktuelle Beregnung, bei der Tropfbewässerung (s. Abb. 1B) durch die Bildung einer sogenannten Tropfzwiesel.

Dieser Unterschied in der Wasserverteilung führt zu einem großen Unterschied in der Bewässerungsführung: Während bei der Mikrosprinklerbewässerung die Bodenreserven im Baumstreifen genutzt werden, ermöglicht die Tropfbewässerung die Aufrechterhaltung einer Feuchtigkeitszone im Boden, aus der die Baumwurzeln Wasser beziehen. Damit erfordert die Tropfbewässerung deutlich geringere Wassermengen (etwa 5 bis 10 m³/ha/h) als die Mikrosprinkler-Bewässerung (je nach Konfiguration 30 bis 90 m³/ha/h).

Schließlich gibt es auch einen Preisunterschied: Für die Tropfbewässerung sind etwa 2.500 €/ha zu veranschlagen, für die Mikrosprinkler-Bewässerung zwischen 5.500 und 8.000 €/ha. Diese Schätzung

berücksichtigt nur die Kosten des tertiären Netzes. Es ist wichtig zu beachten, dass diese beiden Techniken eine Feinfiltration (120–130 Mikrometer) erfordern, die im Vergleich zur Flächenbewässerung ebenfalls Mehrkosten verursacht.

TROPFBEWÄSSERUNG ODER MIKROSPRINKLER?

Was die Tropfbewässerung betrifft, so ist die Ausrüstung bei Händlern leicht zu finden. Man kann zwischen Schläuchen mit integrierten Tropfern oder Schläuchen mit externen Tropfern wählen, die separat installiert werden müssen (zusätzliche Kosten). Systeme mit integrierten Tropfern bieten heute mehr Vorteile, insbesondere durch Tropfer mit einem System gegen Entleerung und Verstopfung. Generell ist es wichtig, auf bestimmte Merkmale zu achten:

- Den Abstand zwischen den Tropfern (im Obstbau wählt man 30 oder 50 cm),
- die Durchflussrate der Tropfer (≤ 2 l/h im Obstbau),
- druckausgleichende Tropfer, um Durchflussunterschiede zwischen Anfang und Ende der Leitungen zu vermeiden (Gefälle, Druckverluste),
- eine dicke Wandstärke, um eine lange Lebensdauer (mindestens 10 Jahre) zu gewährleisten.

Im Gegensatz dazu ist die Auswahl bei Mikrosprinklern nicht so einfach, da sich in diesem Fall eine Vielzahl von Marken den Markt teilen und das Angebot von Händler zu Händler stark variiert. Zudem ist die Anzahl der Modelle innerhalb einer Marke riesig, und es ist manchmal schwierig, sich zurechtzufinden.

- Man sollte Sprinkler wählen, die kopf-

über (pendelnd) montiert werden können und einen geringen Bewässerungsdurchmesser haben, damit nicht zu viel Wasser in die Fahrgassen gelangt (man kann immer mit der Höhe des Pendels spielen).

- Die Ausbringmenge pro Sprinkler sollte zwischen 25 und 40 l/ha liegen.
- Ein Druckausgleichssystem ist vorzuziehen, um Unterschiede in der Ausbringmenge zwischen dem Anfang und dem Ende der Leitungen zu begrenzen.
- Bei hartem Wasser sind zudem spezielle Sprinkler zu bevorzugen. Sprinkler mit rotierenden Teilen neigen dazu, schneller zu verstopfen; daher sollte man auch eine etwas höhere Durchflussrate wählen (>30 l/h).

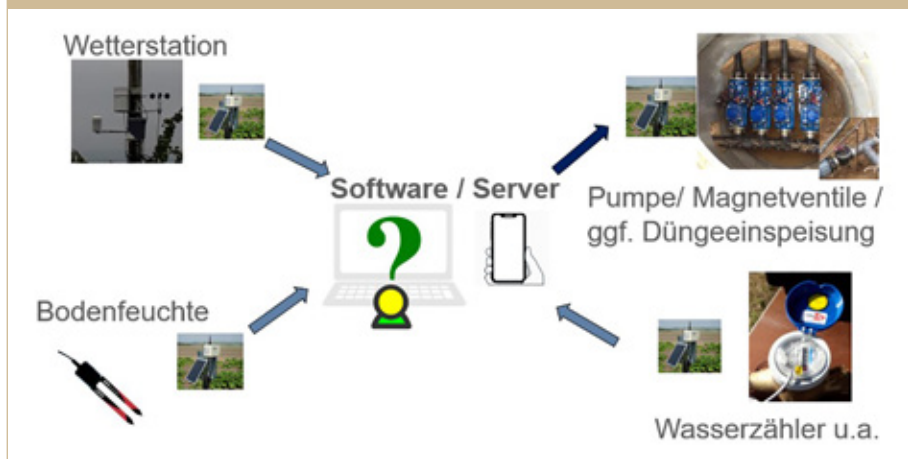
In jedem Fall sollte man sich bei der Auswahl Zeit nehmen und nicht zögern, Händler um Muster zu bitten, um die Variante zu testen, die den eigenen Anforderungen am besten entspricht.

AUTOMATISIERUNG DER BEWÄSSERUNG

Die Automatisierung ist eine wertvolle Ergänzung der Präzisionsbewässerung. Sie ermöglicht ein Programmieren der Bewässerungsmengen und entlastet den Produzenten während der Hauptsaison. Es gibt verschiedene Systeme, von batteriebetriebenen Steuergeräten, die zur Programmierung einen Besuch auf dem Feld erfordern, bis hin zu komplexeren vernetzten Systemen, mit denen zahlreiche Parameter vom Büro aus verwaltet werden können.

Die Systeme zur Programmierung können mitunter sehr komplex werden. Da-

Abb. 2: Beispiel für ein automatisiertes Bewässerungssystem (Quelle: Immik)



her lohnt es sich abzuwägen, welche Lösung betriebsspezifisch mehr entlastet. Es gibt auch eine Reihe von vernetzten Systemen, die kostengünstiger und wesentlich einfacher zu bedienen sind. Diese Systeme ermöglichen auch ein Programmieren und Überwachen der Bewässerung vom Büro aus und lassen sich zudem per Smartphone fernsteuern.

Jede Marke verwendet unterschiedliche Kommunikationsprotokolle. Meistens besteht ein System jedoch aus einem Modul, das mit dem Computer verbunden ist und über eine drahtlose Verbindung mit Modulen auf den verschiedenen Parzellen kommuniziert. Diese können an Mag-

netventile angeschlossen werden und meist auch verschiedene Arten von Wetersensoren, Bodenfeuchtesonden oder an den Pflanzen installierte physiologische Sensoren.

SENSORSYSTEME

Die Auswahl an verschiedenen Sensoren ist riesig. Nach dem derzeitigen Stand sind Sonden zur Messung des Bodenwasserpotenzials (auch: Saugspannung, meist in kPa) für Produzenten am relevantesten. Sie liefern einen Wert, der größtenteils bodentypunabhängig nutzbar ist, also ohne dass zuvor Bodenanalysen durchgeführt werden müssen. Physiologische

Sensoren sind hingegen schwieriger zu interpretieren, was sie derzeit für den Obstbau wenig relevant macht und ihren Einsatz auf technische Stationen und Forschungsinstitute beschränkt.

Die Kosten für die verschiedenen Sensoren variieren stark: Während eine Sonde zur Messung des Wasserpotenzials (Watermark-Tensiometer) mit etwa 200 Euro zu Buche schlägt, können es bis zu mehreren Tausend Euro für bestimmte kapazitive Sonden werden.

FAZIT

Die Präzisionsbewässerung ist im Allgemeinen anspruchsvoller als die Flächenberechnung. Sie erfordert Kenntnisse über den eigenen Boden und das Verhalten des Wassers darin. Hinzu kommen Kenntnisse zur Handhabung der technischen Ausrüstung. Dieses Wissen erfordert Zeit und Geduld – aber der Aufwand lohnt sich. Denn die Wassereinsparungen können beträchtlich sein und die präzise Bewässerung ist gleichbedeutend mit einer gesunden Obstanlage. ●

✉ **Jean-Charles Mouchet,**
Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstr. 113,
5070 Frick, Schweiz,
Tel.: 0041 62 865 63 79, E-Mail:
jean-charles.mouchet@fibl.org

TERMIN · TERMIN · TERMIN · TERMIN · TERMIN · TERMIN · TERMIN · TERMIN · TERMIN

Thüringer Kirschentag

Termin: 1. Juli 2026, von 14:00–17:00 Uhr

Veranstalter: Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum

Veranstaltungsort: Lehr- und Versuchszentrum Gartenbau, Leipziger Straße 75 a, 99085 Erfurt

Programm

Eröffnung und Begrüßung

Dr. Martin Penzel, TLLLR

Rundgang durch die Sortensichtung bei Süßkirschen am LVG Erfurt

Dr. Martin Penzel, TLLLR

Präsentation und Verkostung von neuen Süßkirschensorten vom Julius Kühn-Institut (JKI)

Dr. Susan Schröpfer, JKI-Institut für Züchtungsforschung an Obst

Erntedemonstration „Hermes Fruit Picker“ mit Ernteplattform und Erfahrungsberichten aus der Praxis

Peter Thaler, Hermes Service & Sales, Lana, Südtirol, Alexander Müller, Obsthof Müller, Querfurt, Lars Triebe, Obstgut Triebe, Schönglein

Einsatz von Prohexadion-CA zur Reduzierung vom Triebwachstum bei Süßkirschen

Clara Biermann, FH Erfurt, und Dr. Martin Penzel, TLLLR

Innovative Lösungen zur biologischen Kontrolle von Fruchtfliegen

Somasundar Arumugam, Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Jena

UFO-System bei Süßkirschen

Dr. Martin Penzel, TLLLR

Anschließend: Gemeinsames Kaffeetrinken/Kirschenverkostung

Die Veranstaltung findet im Rahmen der mitteldeutschen Kooperation Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt statt.

Kosten:

Die Veranstaltung ist kostenfrei.

Anmeldung:

Melden Sie uns Ihre Teilnahme bitte bis spätestens 26. Juni 2026 per E-Mail an: obstbau@tlllr.thueringen.de

Weitere Informationen:

Dr. Martin Penzel, Tel.: 0361 574157-722, E-Mail: martin.penzel@tlllr.thueringen.de

Digital unterstützte Bewässerung – Sensoren im Überblick

Chancen und Grenzen digitaler Bodenfeuchtemesstechnik

PROF. DR. MICHAEL BECK, JOHANNES WERTH UND PROF. DR. DOMINIKUS KITTEMANN

Eine effiziente Wasserversorgung ist im Obstbau von zentraler Bedeutung, um regelmäßige Erträge mit guten Qualitäten zu erzielen. Dabei zeigte sich in den letzten Jahren klimawandelbedingt, dass die natürlichen effizienten Niederschläge immer häufiger ausbleiben. Auf der anderen Seite nehmen Starkregenereignisse zu – mit der Folge des Wasserverlustes durch Oberflächenabfluss.

Vor allem in den Sommermonaten häufen sich längere Trockenperioden, sodass in diesem Zeitraum eine Bewässerung immer notwendiger wird. Für den Produzenten ist eine Investition in Bewässerungssysteme daher von zunehmender Bedeutung. Tropfbewässerungssysteme verteilen das Wasser mit einer hohen Genauigkeit und bringen das Wasser direkt in den Wurzelraum, um ihn optimal zu versorgen.

WANN UND WIE VIEL BEWÄSSERN?

Um den richtigen Zeitpunkt der Bewässerung und die richtige Bewässerungsmenge pro Bewässerungsgabe herauszufinden, ist das Bodenfeuchtemonitoring

ein Schlüssel zum Erfolg. Es werden dabei zwei grundlegende Messprinzipien unterschieden: Die Wasserspannungsmessung und die Messung des Wassergehaltes.

– Messung des Wassergehaltes

Bei der Wassergehaltmessung wird die prozentuale Wassermenge im Boden erfasst, ohne eine Aussage darüber zu treffen, wie stark das Wasser im Boden gebunden ist, es also leicht oder schwer pflanzenverfügbar ist. Die dafür vorhandenen Messtechnologien sind das TDR- bzw. FDR-Verfahren oder das kapazitive Messprinzip, auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen wird.

– Messung der Wasserspannung

Für den Obstanbauer ist die Wasserspannungsmessung die bedeutendere Methode, da mit dieser erkennbar ist, wie stark das Wasser an den Boden gebunden ist und welche Kraft die Pflanze aufbringen muss, um dem Boden das Wasser zu entziehen.

Bei dieser Messmethode gibt es die klassischen Tensiometer, die einen Messbereich von null bis 800 hPa und eine hohe Messgenauigkeit im feuchten Messbereich haben. Jedoch sind sie sehr wartungsintensiv, da die im Steigrohr notwendige Wasserfüllung regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf nachgefüllt werden muss. Besser geeignet sind deshalb Watermark-Sensoren. Sie sind weitgehend wartungsfrei und haben einen Messbereich von Null bis 2.000 hPa. Allerdings ist die Messung im feuchten Bereich bis 100 hPa ungenau. Da der Schwellenwert zum Auslösen der Wasserversorgung jedoch im Bereich von 300–500 hPa liegt, kann dieses Manko vernachlässigt werden.

DATENÜBERTRAGUNG VOM FELD

Damit die Messungen der verschiedenen Sensoren für den Anbauer gut nachvollziehbar sind, gibt es am Markt verschiedene Anbieter von Software, die die Messverläufe der Sensoren visualisieren und auch Hilfestellung dabei leisten, den richtigen Zeitpunkt für eine Bewässerung zu bestimmen. In der Tabelle 1 ist eine Auswahl an Herstellern aufgeführt, deren Sensoren im Rahmen eines Forschungsprojektes an der Versuchsstation für Obstbau in Schlachters eingesetzt wurden.

Um eine optimale Datenanalyse zu gewährleisten, ist eine kontinuierliche Datenerfassung und -weitergabe notwendig.

Tab. 1: Produktbeispiele digitaler Bodenfeuchtemesstechnik

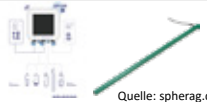
Hersteller		
Weenat 	• Watermarksensor • Kapazitiver Sensor 60 cm, 6 Meßtiefen • Regensensor incl. Temperatur • Vertrieb über Schwarz Landtechnik, Meyer • Cloudgebühr	 Quelle: www.weenat.de
mmm-Tech 	• IOT 4 water individuelle Bestückung ◦ Wasserspannung, Wassergehalt, Temperatur, pH, EC ◦ Regensensor, Wasseruhr, Schaltausgang (Act4H2O) • Diverse Datenschnittstellen • Cloudgebühren	 Quelle: www.mmm-tech.de
Pessl 	• Verschiedene Sensorkombinationen möglich ◦ MiniMetos mit SDI10 und Watermark ◦ Basic 6, SDI10, Watermark, Regen, Temperatur, Luftfeuchte • Vertrieb über Baywa, mmm-Tech, Step System • Keine Cloudgebühren	 Quelle: pessl-instruments.de
Spherag 	• Automatisierungsmodul mit Eingängen für Bodenfeuchte und Wasseruhr, Ventilschaltung, Drucksonde für Füllstandsüberwachung und Pegelmessung • Vertrieb über Baywa	 Quelle: spherag.com

Abb. 1: Darstellung der möglichen Übertragungswege der Messdaten vom Messort in der Obstanlage zur Software des Herstellers

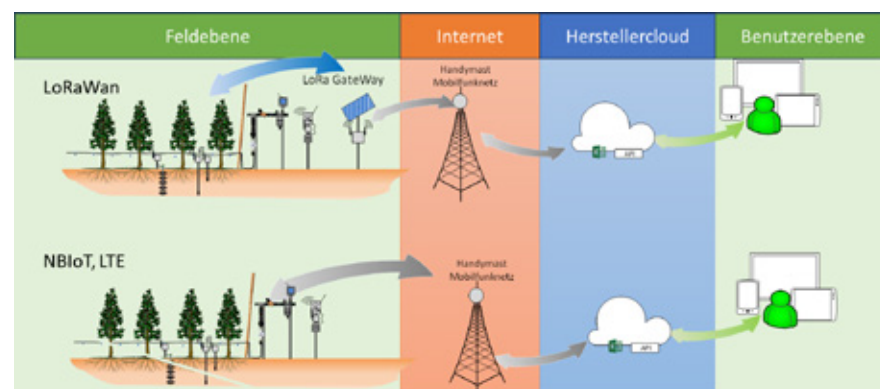


Abb. 2: Installationsanleitung eines Watermark-Sensors im Baumstreifen einer Obstanlage



Tab. 2: Nutzen und Grenzen der Bodenfeuchtemesstechnik

Nutzen einer Bodenfeuchtemessung	Grenzen der Bodenfeuchtemesstechnik
• Präzise und effiziente Bewässerungssteuerung • Ertrags- und Qualitätssicherung • Keine Nährstoffauswaschung, effektive Nährstoffverwertung • Geringere Energiekosten • Frühwarnsystem für Stresssituationen • Dokumentation und Nachweisführung bezüglich Effizienz	• Punktmessung • Kosten (Investitions- und Cloudnutzung) • Installations- und Betreuungsaufwand • Zusätzlicher Schutz bei mechanischer Unkrautbekämpfung notwendig • Lebensleistung der Batterien bzw. Akku • Netzabdeckung vor Kauf prüfen (auch in Kombination mit Hagelschutz)

Für die Übertragung der Messdaten vom Feld in die Software des Herstellers gibt es verschiedene Übertragungswege, die in Abb. 1 visualisiert werden.

WAHL DES SENSORSTANDORTES UND INSTALLATION

Die Wahl des Sensorstandortes ist entscheidend, um objektive Entscheidungen treffen zu können. Hierzu ist ein möglichst repräsentativer Standort in der Obstanlage zu wählen, der die Bodenstruktur

berücksichtigt. So muss auch auf den Abstand zur Tropfstelle einer Tröpfchenbewässerung geachtet werden, da sich unter jeder Tropfstelle eine Tröpfzwiebel ausbildet, die die Messung unmittelbar beeinflusst. Ebenso muss beachtet werden, dass die Tropfstelle durch Sonneneinstrahlung wandern kann, wenn sich der Tropfschlauch durch die Erwärmung ausdehnt. Optimalerweise liegt der Standort des Sensors 10–15 cm von der Tropfstelle entfernt.

Damit es im Boden bei der Installation der Sensoren zu keinen Lufteinschlüssen kommt müssen die Einbauhinweise der Hersteller bzw. die Besonderheiten der Sensoren beachtet werden. In Abb. 2 sind die einzelnen Schritte zur Installation eines Watermark-Sensors im Baumstreifen einer Apfelanlage dargestellt.

NUTZEN UND GRENZEN DER BODENFEUCHTEMESSTECHNIK

Als Obstanbauer sollte man sich vor der Entscheidung eines Messprinzips und der dafür optionalen Softwarelösung den Nutzen und die Grenzen der Bodenfeuchtemesstechnik vor Augen führen. In Tabelle 2 sind diese kurz und prägnant aufgeführt.

EMPFEHLUNG UND AUSBLICK

In einem modernen zukunftsorientierten Obstbaubetrieb sollten digitale Techniken wie die Bodenfeuchtemessung, digitale Wasserzähler und auch digitale Regensensoren in die Optimierung der Entscheidungsprozesse integriert werden, um die knappe Ressource Wasser nachhaltig zu nutzen und Nutzungskonflikte zu vermeiden. Aktuell ist das Entwicklungspotenzial bezüglich der Mess- und Übertragungssysteme noch nicht vollständig ausgeschöpft. Deshalb sollte mit der digitalen Messtechnik zunächst in einem kleinen Umfang gestartet werden, um sich an das Thema heranzutasten. So können Erfahrungen gesammelt werden und es besteht die Möglichkeit, gegebenenfalls auch auf andere Messtechnik zu wechseln.

In naher Zukunft wird die Digitalisierung auch im Obstbau weiter zunehmen und neue KI-Technologien werden die verschiedenen Prognosemodelle zur Bewässerungssteuerung noch genauer und präziser machen. Dies wird dann allerdings sehr wahrscheinlich den Transfer noch größerer Datenmengen notwendig machen.



Prof. Dr. Michael Beck,
Johannes Werth und
Prof. Dr. Dominikus Kitemann,
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf,
Versuchsstation für Obstbau
Schlachters, Burgknobelweg 1,
88138 Sigmarszell,
Tel.: 08389 9237-45,
E-Mail: johannes.werth@hswt.de

Von der Theorie zur Praxis: Bewässerungs- steuerung mit Modell und Bodensensoren

THOMAS KUSTER

Foto 1: Versuchspartzele von Agroscope mit Regendach, kurz vor der Ernte Ende August 2024. (Foto: Kuster)

Steigende Temperaturen, längere Trockenperioden und veränderte Niederschlagsmuster erhöhen den Bewässerungsbedarf von Obstkulturen. Besonders in bereits trockenen Regionen, aber zunehmend auch in traditionell niederschlagsreichen Gebieten wie im Bodenseeraum, gewinnt die Bewässerung im Obstbau daher an Bedeutung. Entsprechend wird bei Neupflanzungen immer häufiger in Bewässerungsinfrastruktur investiert, um Ertrags- und Qualitätsverluste in Trockenjahren zu vermeiden.

In Trockenjahren kommt es allerdings immer häufiger zu Einschränkungen der Wasserverfügbarkeit. Wasser wird damit zur knappen Ressource und muss möglichst effizient genutzt werden. Im Rahmen des Interreg-Projekts (s. Seite 265) wurde untersucht, inwiefern modell- und sensorbasierte Entscheidungshilfen eine effiziente und praxistaugliche Bewässerungssteuerung ermöglichen. Sie wurden an sechs Standorten in Deutschland (KOB, HSWT, HS Geisenheim, LWG) und in der Schweiz (FiBL, Agroscope) getestet und mit einer Intervallbewässerung sowie einer unbewässerten Kontrolle verglichen.

VERSUCH: AGROSCOPE

Am Standort Wädenswil werden seit 2024 Apfelbäume der Sorte 'Gala' Buckeye unterschiedlich bewässert:

- (i) unbewässerte Kontrolle,
- (ii) Intervallbewässerung (2/Woche),
- (iii) sensorgesteuert (Tensiometer, Schwellenwert 30–40 kPa) und
- (iv) modellbasiert (Wasserbilanzmodell ALB).

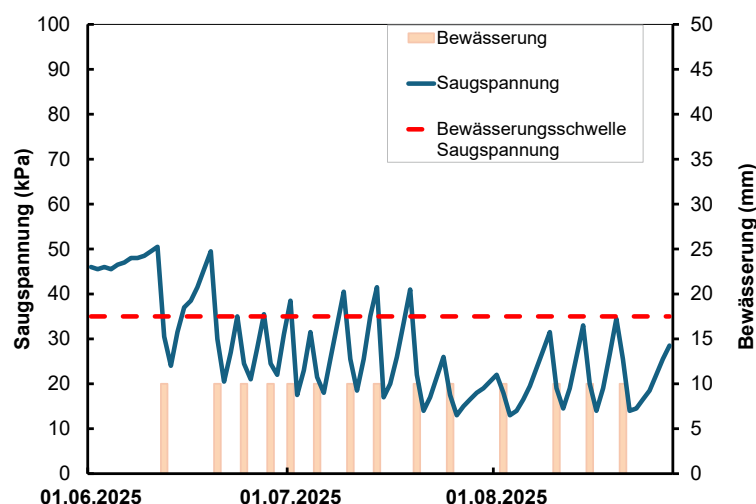
mittels druckkompensierter Tropfbewässerung versorgt.

BODENSENSOREN: OBJEKTIVE MESSUNG MIT EINSCHRÄNKUNGEN

Tensiometer messen die Saugspannung im Boden und liefern damit direkte Informationen zur Wasserverfügbarkeit. Im Versuch reagierten die Bodensensoren auf Trockenphasen und Bewässerungsgaben (s. Abb. 1, Tiefe 25 cm), sodass bei Erreichen definierter Schwellenwerte Bewässerungen ausgelöst werden konnten. Allerdings tra-

Um auch Trockenstress in niederschlagsreichen Jahren zu simulieren, wurde die Hälfte der Parzelle mit einem Regendach abgedeckt (s. Foto 1). Alle Varianten werden blockweise separat angesteuert und

Abb. 1: Saugspannung in 25 cm Tiefe in der Variante ALB-Modell mit Regendach. Die Bewässerung in der Variante Saugspannung wurde gestartet, sobald die Bewässerungsschwelle überschritten wurde.



ten wiederholt Messfehler und Ausfälle auf, so dass falsche Bewässerungsempfehlungen die Folge waren. Dies zeigt, dass Sensordaten regelmäßig auf Plausibilität geprüft werden müssen. Hinzu kommen – je nach System – hohe Investitions- und Betriebskosten, der Wartungsaufwand sowie das Risiko mechanischer Beschädigungen, etwa bei Mulcharbeiten.

MODELLBASIERTE BEWÄSSERUNG: DAS ALB-MODELL

Wasserbilanzmodelle berechnen die Bodenwasserverfügbarkeit aus Einträgen (Niederschlag, Bewässerung) und Verlusten (Verdunstung, Versickerung, s. Abb. 2). Je nach Modell gibt es zusätzliche Einstellungsmöglichkeiten wie Bodeneigenschaften, Wurzeltiefe oder das Vorhandensein eines Hagelschutznetzes. Im Projekt wurde das Modell ALB getestet. Die daraus abgeleiteten Bewässerungsempfehlungen (s. Abb. 2) stimmten gut mit den Messungen der Bodensensoren überein (s. Abb. 1).

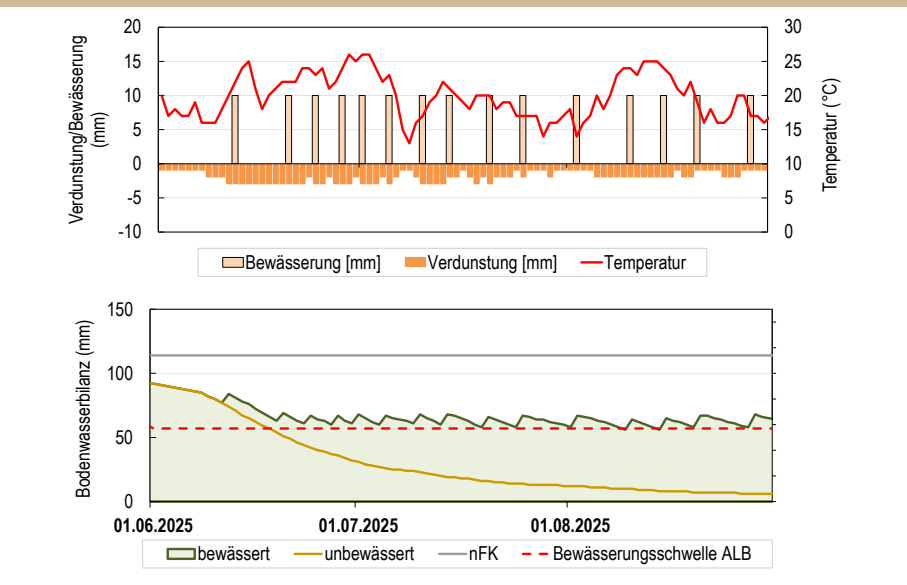
Zu den Vorteilen des ALB-Modells zählen der Verzicht auf teure Sensorik, der kostenlose Betrieb sowie die Möglichkeit, Bewässerungsempfehlungen ohne tägliche Datenkontrolle generieren zu lassen. Zudem wird das Modell kontinuierlich weiterentwickelt und kann mit eigenen Wetterstationen oder Wasserzählern kombiniert werden (aktuell eingeschränkte Auswahl an Herstellern). Dem stehen modellbedingte Unsicherheiten gegenüber, etwa bei lokal stark variierenden Niederschlägen sowie eine gewisse Komplexität bei Einrichtung und Bedienung. Eine vollautomatische Bewässerung ist derzeit noch nicht möglich.

AUSWIRKUNGEN AUF WASSER-VERBRAUCH UND ERTRAG

In der Versuchsparzelle in Wädenswil zeigte sich, dass mit sensor- oder modellbasierten Entscheidungshilfen deutlich gezielter und wassersparender bewässert werden kann als mit einer starren Intervallbewässerung (s. Tab. 1). Ähnliche Ergebnisse wurden an weiteren Standorten erzielt, etwa am KOB, wo bis zu 60 % Wasser eingespart wurde.

In den bisherigen Versuchsjahren ergaben sich weder in Wädenswil noch an den anderen Standorten klare Unterschiede bei Ertrag und Fruchtqualität zwischen den Bewässerungsvarianten. Unbewässerte Bäume unter dem Regendach in Wädens-

Abb. 2: Oben: Witterungsverlauf und Bewässerung 2025 in der Variante ALB-Modell mit Regendach in Wädenswil (Niederschläge wurden im Modell ausgeschlossen, keine Versickerung während der dargestellten Periode). **Unten:** Modelloutput mit Bodenwasserbilanz. Sobald sich die dunkelgrüne Linie der Bewässerungsschwelle annäherte, wurde die Bewässerung gestartet. Ockerfarbige Linie: Verlauf falls nicht bewässert worden wäre. Beide Grafiken nachgezeichnet mit Daten aus dem ALB-Modell.



Tab. 1: Bewässerungsmengen 2025 in Wädenswil und Einsparung im Vergleich zur Intervallbewässerung. Bewässerungsperiode: 23. 5.–29. 8. 2025.

	Ohne Regendach		Mit Regendach	
	m³/ha	Einsparung	m³/ha	Einsparung
Kontrolle	0		0	
Intervall	636		636	
Saugspannung	197 ¹⁾	– 69 %	417	– 34 %
ALB-Modell	44	– 93 %	329	– 48 %

1) Bewässerungsmenge aufgrund von Messfehlern der Bodensensoren zu hoch.

wil konnten ihren Wasserbedarf offenbar aus tieferen, feuchteren Bodenschichten decken. Teilweise führte eine zu intensive Bewässerung zu stärkerem vegetativem Wachstum oder zu übergroßen Früchten.

DAS WICHTIGSTE FÜR DIE PRAXIS

- Modellbasierte Ansätze wie das ALB-Modell sind kostengünstige und wartungsarme Entscheidungshilfen für eine effiziente Bewässerung im Obstbau.
- Bodensensoren liefern zwar direkte Messwerte, sind jedoch teurer in der Anschaffung und aufwändiger im Unterhalt. Speziell der Aufwand für die Plausibilitätskontrolle der Daten sollte nicht unterschätzt werden.
- Es lohnt sich daher, robuste und bewährte Systeme anzuschaffen.
- Diese beiden Entscheidungshilfen können zukünftig durch weitere Systeme auf Basis von Stamm- und Fruchtendrometern, Saftflussmessungen oder Kamera- oder Satellitenbildern ergänzt werden.

- Das neue Ressourcenprojekt Integrales Wassermanagement Thurgau greift sowohl etablierte als auch neue Systeme auf und prüft sie hinsichtlich Praxistauglichkeit, Akzeptanz und Kosten-Nutzen-Verhältnis.

DANK

Die Versuche in Wädenswil konnten dank Unterstützung durch Maiara Bastos, Salome Gebendinger, Patrick Delévaux, Monti Spinas, Daniel Hauser sowie des Versuchsbetriebs Obstbau Wädenswil durchgeführt werden. Das Projekt wurde durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und Schweizer Interreg-Fördermittel kofinanziert (Interreg Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein).



Thomas Kuster, Agroscope,
Müller-Thurgau-Straße 29,
8820 Wädenswil, Schweiz,
Tel.: 0041 58 460 62-43, E-Mail:
thomas.kuster@agroscope.admin.ch



Seit über zehn Jahren unterstützt die Bewässerungs-App der ALB Betriebe dabei, Zusatzwasser effizient einzusetzen.

Planen mit der Bewässerungs-App

DR. MARTIN MÜLLER

Bei zunehmenden Wetterextremen und begrenzten Wasserressourcen wird eine präzise Bewässerung immer wichtiger. Die Bewässerungs-App hilft dabei, verlässlicher zu planen.

KNAPPE WASSERMENGEN OPTIMAL EINSETZEN

Die App ist eine Online-Anwendung, die dabei unterstützt, dass der Wassereinsatz möglichst bedarfsgerecht, sparsam und damit effizient erfolgt. Dies geschieht zum Beispiel mit passenden Terminen und angemessenen Wassermengen. Die Empfehlung der App basiert auf Messdaten von 680 Wetterstationen, außerdem werden die Bodengüte sowie Kennzahlen zur Verteiltechnik und zur Kultur berücksichtigt.

Ziel ist es, den Wassereinsatz so zu steuern, dass nur dann bewässert wird, wenn der zur Verfügung stehende Bodenvorrat aufgebraucht ist. Nur der von den Pflanzen durchwurzelte Bodenraum soll Wasser erhalten, nutzloses Versickern ist zu vermeiden. Auf diese Weise lassen sich Ernteerträge und Qualitäten sichern, während zugleich der Wasserverbrauch auf das erforderliche Maß begrenzt wird.

AUTOMATIKMODUS

Die App als webbasiertes Entscheidungsinstrument ist im Automatikmodus bei der Anwendung schlicht gehalten. Durch Anklicken der regionalen Wetterstationen können sich Nutzer in ihrer Region einen schnellen Überblick zu Wasserverbrauch, Vorrat im Boden und dem bisherigen Bewässerungsbedarf verschaffen. Dabei wird automatisch die im Gebiet übliche Bodengüte zugrunde gelegt und die Pflanzenentwicklung mit Wachstums-

Durch die Einbindung digitaler Wasserzähler lassen sich Bewässerungsarbeiten automatisch erfassen und für nachfolgende Empfehlungen berücksichtigen.



modellen automatisch kalkuliert. Auf Tagesbasis wird

- der tägliche Wasserverbrauch der Pflanzen kalkuliert,
- die Wassermenge berechnet, die den Pflanzen im Boden zur Verfügung steht und
- die Größe des Wasserspeichers im Boden bewertet – dabei wird der Speicher größer, solange die Wurzeln in die Tiefe wachsen.

EXPERTENMODUS

Der Expertenmodus bietet zusätzliche Möglichkeiten. Nutzer können sich hier registrieren, Schläge anlegen, Ergebnisse abspeichern oder exportieren. Auch kann der Nutzer ein bestimmtes Versorgungsniveau einstellen, die sogenannte Bewässerungsschwelle. Nur wenn das pflanzenverfügbare Bodenwasser die Schwelle unterschreitet, empfiehlt das System, zu bewässern. Per E-Mail kann man sich zudem zu anstehenden Arbeiten informieren lassen.

ZUGRIFF AUF REGIONALE WETTERDATEN

Die App verrechnet alle Daten, die im Einzelfall verfügbar sind. Sie stammen auch von Drittanbietern, dem Deutschen Wetterdienst, von Geologischen Diensten der Länder oder auch vom Input der Nutzer. Je genauer diese Daten die tatsächlichen Verhältnisse vor Ort seit Saisonbeginn widerspiegeln, desto präziser lässt sich die Wasserversorgung der Pflanzenbestände bewerten und um so treffender sind die Bewässerungsempfehlungen.

ERFASSUNG LOKALER NIEDERSCHLÄGE

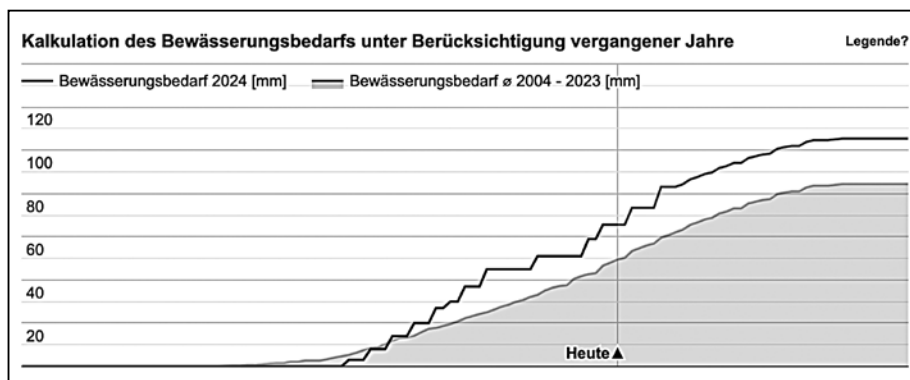
Vor allem im Sommer variieren Niederschläge häufig bereits auf geringe Distanzen erheblich. Sie beeinflussen den lokalen Bewässerungsbedarf deutlich mehr als Temperatur, Globalstrahlung, Luftfeuchte und Wind. Daher wird empfohlen, speziell die Niederschläge immer möglichst vor Ort zu messen und fortlaufend in die App einzupflegen. Dies geschieht entweder von Hand oder automatisch, indem ein lokaler Niederschlags-sensor eingebunden wird.

BERÜCKSICHTIGUNG DER BODENGÜTE

Wählt der Anwender eine Wetterstation aus, werden die dem Standort zugeordneten Bodendaten vom System übernommen. Allerdings sinkt der Bewässerungsbedarf mit zunehmender Wasserspeicherfähigkeit der Böden und erhöht sich, wenn ungünstige Eigenschaften die Durchwurzelbarkeit begrenzen. Deshalb besteht für den Anwender der App auch die Möglichkeit, in der Karte seine Fläche anzuklicken, um die Bodendaten im Bereich der ausgewählten Fläche zu übernehmen. Liegen präzisere Informationen vor, kann der Nutzer jederzeit von Hand korrigieren.

RECHNEN MIT VERGANGENEN JAHREN

Um das Ergebnis weiter zu optimieren, kann der Nutzer die App gemäß seinen Erfahrungen im Betrieb kalibrieren. So wird empfohlen, zunächst durch Überprüfung der Sollwerte festzulegen, auf welchem Versorgungsniveau bewässert werden soll. Dann wählt der Anwender ein zurückliegendes Jahr aus, das ihm noch gut in Erinnerung ist. In der Ergebnisdarstellung werden dann die Bewässerungsempfehlungen für dieses Jahr angezeigt. Wurde zu viel Bewässerung empfohlen oder war teilweise der Zeitabstand zwischen zwei aufeinander folgenden Maßnahmen zu gering, kann der Anwender dann das Mindestintervall entsprechend anpassen. Alternativ kann er den Boden auch weiter austrocknen lassen, bis es eine Empfehlung gibt, und die Bewässerungsschwelle dann etwa von 50 auf 40 Prozent der nutzbaren Feldkapazität (nFK) zu senken. Auch die maximale Einzelgabenhöhe oder die kulturartspezifischen Verdunstungsfaktoren lassen sich anpassen.



Um den Wasserbedarf zu optimieren, kann mit der App auf die vergangenen 20 Jahre zurückgeschaut und entsprechend angepasst werden.

Systemkomponenten der Bewässerungs-App

- Jeder kann die App in vollem Funktionsumfang kostenlos nutzen. Der Link lautet: www.alb-bayern.de/app
- Wetterdaten von DWD, LfL und Meteotest: 680 Stationen in Deutschland und der Schweiz. Niederschlagskorrekturen und regionale 8-Tage-DWD-Wettervorhersage sowie Daten für die zurückliegenden 20-30 Jahre optional
- Hochauflösender Niederschlag: Mehr als 350.000 virtuelle RADOLAN-Niederschlagsstationen (DWD) im 1 km-Raster deutschlandweit
- Automatisierte regionale Einstufung der Böden zu Wasserspeicherfähigkeit und nutzbarer Feldkapazität
- Grasreferenzverdunstung nach Penman-Monteith: FAO Irrigation and Drainage paper 56; erweitert für oberflächlich trockene und austrocknende Böden
- Automatische Berechnung der Pflanzenentwicklung anhand von Temperatursummenmodellen sowie Berechnung von Start und Ende der Bewässerungsperiode
- Verdunstungsfaktoren kultur- und stadienspezifisch: nach Geisenheimer Steuerung oder Erarbeitung in Projekten
- Wurzelwachstumsmodell kultur- und bodenspezifisch
- Bodenwassermodell mit Sickerwassermodell
- Einzelgabenmodell mit Berücksichtigung der Bewässerungstechnik (Beregnung oder Tropfbewässerung)
- Optional: Einbindung von lokalen Niederschlagssensoren und digitalen Wasserzählern
- Weiterführende Informationen aus dem Bewässerungsforum Bayern und der Fachgruppe Bewässerung von ALB, DLG, KTBL

Der Nutzer kann die Parameter so lange verändern, bis die Empfehlungen ein Versorgungsniveau erreicht haben, das ihm angemessen erscheint. Für ein fundiertes Ergebnis wird empfohlen, mehrere zurückliegende (und vor allem trockene) Jahre zu betrachten. Mit diesen Einstellungen lässt sich dann je nach verfügbarem Wasser die Versorgungssicherheit abschätzen.

BEDARF AN ZUSATZWASSER

Um den zusätzlichen Wasserbedarf zu ermitteln, berechnet man mit der App den jeweiligen Zusatzwasserbedarf für beispielsweise die vergangenen 20 Jahre. Der Rückblick ermöglicht dann Schlüsse auf den zu erwartenden Bedarf für die kommenden Jahre. Dieser wird ähnlich, oder, aufgrund des Klimawandels, auch um bis zu 25 % höher sein. Reicht das

verfügbare Zusatzwasser in 50 oder 80 % der Jahre aus, um entsprechend der berechneten Höhe bewässern zu können, ergibt sich eine Versorgungssicherheit von 50 oder 80 %.

FORTLAUFENDE WEITERENTWICKLUNG

Die Bewässerungs-App wird fortlaufend geprüft und weiterentwickelt. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Deutschland und der Schweiz. ●



Dr. Martin Müller,

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB),
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising,
Tel.: 08161 887-5560,
E-Mail: martin.mueller@alb-bayern.de



Verschiedene Sensortechnik
im Versuch. (Foto: Killer)

Effizient bewässern im Apfelanbau

Versuchsergebnisse aus dem Jahr 2025

ANNIKA KILLER

Für ein gesundes Pflanzenwachstum und eine gute Fruchtentwicklung müssen Pflanzen ausreichend mit Wasser versorgt sein. Wasser wird durch die oftmals fehlenden Niederschläge speziell im Sommer mittlerweile immer öfter zu einer knappen Ressource, die gezielt eingesetzt werden muss. Bei einer effizienten Bewässerung kann die Bewässerungs-App von der

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB, s.vorheriger Artikel) genutzt werden. Die kostenlose App steht bereits für verschiedene Kulturen zur Verfügung, im Projekt „Effiziente Bewässerung im Obst- und Weinbau“ sollen die Bemessungsfaktoren für die Kulturen Apfel und Wein ermittelt und hinzugefügt werden.

DER VERSUCH

Im Jahr 2023 startete das Forschungsprojekt, gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus. Im Obstbau besteht das Versuchsfeld aus 300 Bäumen (Pflanzung Februar 2023) der Sorte 'Topaz' auf M9 T337. Die Anlage wird biologisch bewirtschaftet. Sie ist aufgeteilt in vier verschiedenen stark bewässerte Varianten, die nach der nutzbaren Feldkapazität (70 %, 50 %, 35 %, 25 %) über die ALB-

App gesteuert werden. Somit ist die Variante 1 mit einer Schwelle bei 70 % der nutzbaren Feldkapazität die am stärksten bewässerte Variante und die Variante 4 mit einer Schwelle bei 25 % die Variante mit der geringsten Zusatzbewässerung. Zur Überprüfung der Wasserverfügbarkeit im Boden in Hinblick auf die von der ALB-App empfohlenen Bewässerungsstrategien wurden verschiedene Sensoren im

Versuch eingesetzt. Dies war zum einen Sensorik zur Messung der Saugspannung von Weenat, die nur im ersten Versuchsjahr eingesetzt wurde, sowie zum anderen Sensorik zur Messung des volumetrischen Wassergehalts von Stevens (Hydra Probe) und Sentek (Diviner). Untersucht wurden außerdem vegetative Entwicklungsparameter (Triebblängen & Stammdurchmesser) sowie die generative Entwicklung (Ertragsmengen & Fruchtgrößenverteilung) der Bäume bei unterschiedlicher Wasserverfügbarkeit.

Tab. 1: Bewässerungsgaben in den verschiedenen Varianten im Jahr 2025 mit einem Jahresniederschlag von 515 mm

Monat	Gegebene Wassermenge [Liter pro Baum]				Niederschlag [mm]
	V1 (70 %)	V2 (50 %)	V3 (35 %)	V4 (25 %)	
Mai	13.8	4			30.5
Juni	44.9	40	28.8	16.8	28.8
Juli	30.8	32	24	11.2	78.3
August	27.6	20	14.4	5.6	45.4
September		4			82.8
Gesamt	117.1	100	67.2	33.6	265.8

Wassermenge pro Bewässerungsgabe:

Variante 1: 2,3/(3,2) Liter pro Baum, Variante 2: 4,0 Liter pro Baum, Variante 3: 4,8 Liter pro Baum, Variante 4: 5,6 Liter pro Baum

UNTERSCHIEDE

IN TROCKENJAHREN

Im Jahr 2024 konnten aufgrund der hohen Niederschläge (737 mm) die Varianten nicht unterschiedlich stark bewässert werden. Im Jahr 2025 war es mit 515 mm trockener als im langjährigen Jahresdurchschnitt in Unterfranken (550 mm). Hier ergaben sich Bewässerungsvarianten, die sich in den Wassermengen deutlich unterscheiden lassen (s. Tab. 1).

Die Sensordaten (s. Abb.1) zeigen einen nachvollziehbaren Verlauf mit einem zu-

nächst gut aufgefüllten Bodenwassergehalt, der dann über das Jahr abnimmt und in der Vegetationsperiode durch Bewässerungsgaben relativ konstant gehalten wird. Aus den verschiedenen Offsets der Sensordaten wird aber auch klar, dass eine absolute Aussage aus den Daten nicht möglich ist. Trotz präziser Kalibrierung blieben diese Offsets in den Sensordaten bestehen. Messungen des Triebwachstums im Mai und Juni im Jahr 2025 zeigten keine Unterschiede im Zuwachs zwischen den Varianten. Nach dem Junifruchtfall wurde der Fruchtbehang gleichmäßig je Baum eingestellt.

ERTRAGSDATEN

Bei der Auswertung der Erträge konnte statistisch signifikant festgestellt werden, dass Variante 4 mit der geringsten Bewässerung klar gegenüber den Varianten V1 bis V3 abfällt (s. Abb. 2). Die Fruchtgrößenverteilung zeigt in allen Varianten überwiegend gut vermarktbare Ware (s. Abb. 3, pinkfarbener Seitenstreifen der Säulen). Auffällig ist, dass, obwohl die Bäume gleichmäßig ausgedünnt waren, in der schwach bewässerten Variante zur Ernte im Schnitt etwa 15 Äpfel weniger am Baum hingen.

Die Ergebnisse aus 2025 lassen vermuten, dass eine reduzierte Zusatzbewässerung, wie in Variante 3 umgesetzt, keine Ertragsverschlechterung im Vergleich zu den Varianten mit höherer Zusatzwassergabe bewirkt. Insgesamt stand den Bäumen in Variante 3 mit Niederschlag und Bewässerung eine Wassermenge von 363 Liter pro Baum in der Vegetationsperiode zur Verfügung.

ZIEL: PROGNOSE OHNE SENSOREINSATZ

Im Projekt werden Witterungsbedingungen und Wassergaben weiterhin in Bezug

Abb. 1: Verlauf des volumetrischen Wassergehalts 2025 in den unterschiedlichen Varianten bei einer Sensortiefe von 40 cm

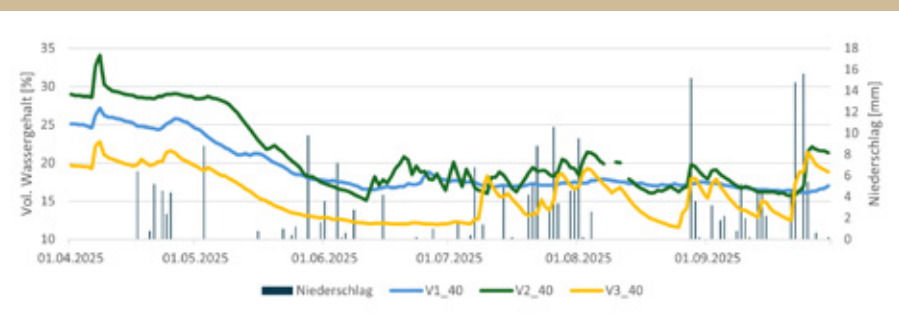


Abb. 2: Ertragsauswertung mit Bewässerungsmengen

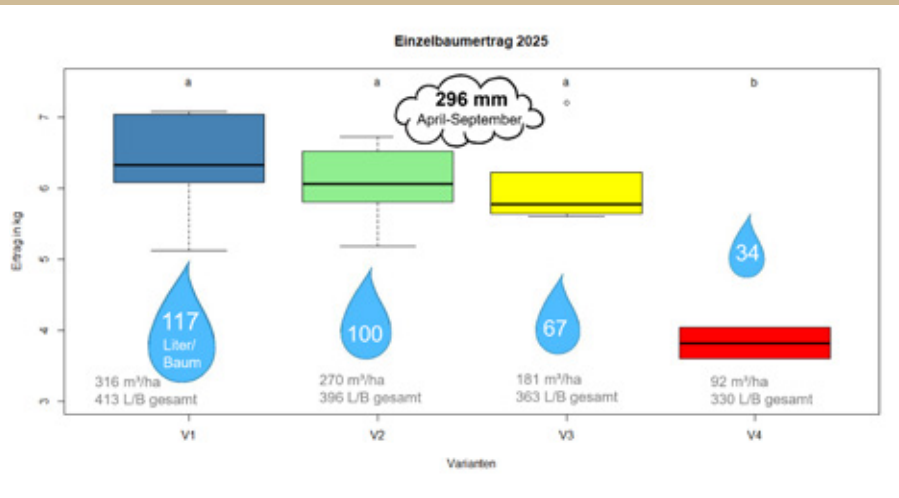
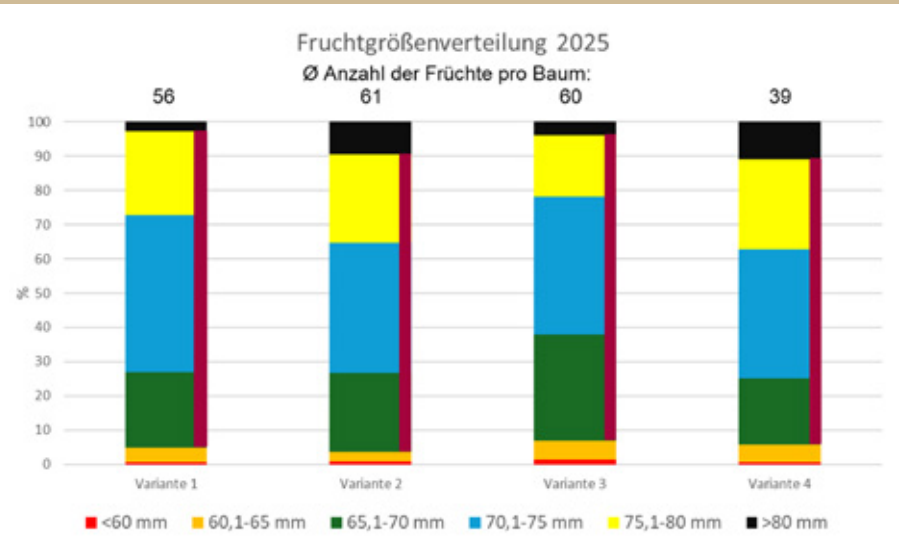


Abb. 3: Fruchtgrößenverteilung ausgemessen von sechs Bäumen pro Variante



auf vegetative und generative Effekte beurteilt. Ziel ist es, durch die intensive Sensordatenerhebung die ALB-App so weiterzuentwickeln, dass die Bewässerungsempfehlung in Zukunft auch ohne Sensoren vor Ort ausgeführt werden kann.



Annika Killer, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG), An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim, Tel.: 0 931 9801-5304, E-Mail: Annika.Killer@lwg.bayern.de



Im Herbst 2026 findet in Veitshöchheim eine Infoveranstaltung zur ALB-App statt. Sie haben Interesse? Dann scannen Sie einfach den QR-Code.