

Innovative Methoden zur Bewässerungssteuerung

BEWÄSSERUNGSMANAGEMENT AUF BASIS DES WASSERBEDARFS

Bewässerungsanlagen können in Zeiten des Klimawandels helfen, Trockenstress bei Reben zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren. Gleichzeitig muss mit der Ressource Wasser sparsam umgegangen werden. In der Wachau wurde im Rahmen einer Studie die Eignung verschiedener Messgeräte und Parameter für die Erfassung von Trockenstress und das Ableiten von Bewässerungsempfehlungen untersucht.

Ramler u.a.

Der fortschreitende Klimawandel hat auch großen Einfluss auf den Weinbau. Zwar soll in Österreich die Niederschlagsmenge pro Jahr in etwa gleich bleiben, laut Prognosen werden jedoch sowohl Starkregenereignisse als auch längere trockene Phasen häufiger. Im Zusammenspiel mit steigenden Temperaturen können Weinreben dadurch zunehmend in Trockenstress geraten. Dieser spiegelt sich in Verzögerungen im Wachstum, in Gewebeschädigungen und letztlich Einbußen in Qualität und/oder Ertrag wider. Abhängig von Region, Bodenbeschaffenheit und Sorte kann somit eine Bewässerung sinnvoll oder gar notwendig werden. Da es aber auch in Österreich in den Sommermonaten vermehrt zu niedrigen Grundwasserpegeln kommt, muss mit Wasser sparsam umgegangen werden. Das Bewässerungsmanagement sollte sich daher nach dem tatsächlichen Wasserbedarf der Weinpflanzen richten.

Abb. 1: Die im Versuch verwendete Sensorik zur Bewässerungssteuerung: Links oben Dendrometer zur Messung des Stammzuwachses (UP PDS40 S), links unten Messkopf des Wärmeimpuls-Saftfluss-Sensors (UGT SFM-4). Mitte: Einbau der Matrixpotenzialsensoren im Boden in zwei Tiefenstufen (METER TEROS-21). Rechts: Infrarot Radiometer zur Messung der Blattoberflächentemperatur (UP SI-431-SS).



Methoden, die bisher zur Anwendung kamen, wie etwa die Messung des frühmorgendlichen Blattwasserpotenzials (mittels Scholanderbombe), liefern zwar zuverlässige Ergebnisse, sind aber mit hohem Arbeitsaufwand verbunden und liefern zudem nur punktuelle Messwerte. Sensoren, die selbstständig und kontinuierlich Daten aufzeichnen, haben als Werkzeuge für die Bewässerungssteuerung ein hohes Potenzial. Da die Preise für die entsprechenden Messgeräte stetig sinken, werden diese auch für Personen außerhalb der Forschung zunehmend interessant. Die hier dargestellten Ergebnisse und Empfehlungen stammen aus einer dreijährigen Versuchsreihe (2022 – 2024) in der Wachau und sollen dazu beitragen, den Wasserverbrauch im Weinbau zu optimieren.

STANDORT UND MESSAUFBAU

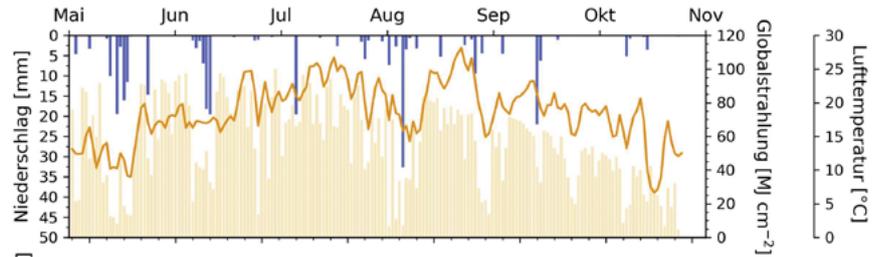
In Unterloiben bei Dürnstein wurde innerhalb einer Riede an drei Standorten jeweils derselbe Versuchsaufbau errichtet. Zwei Standorte lagen am Weinberg (Loibenberg), wobei ein Teil der Rebfläche bewässert und ein Teil nicht bewässert wurde, ein weiterer Standort befand sich am Hangfuß. Pro Standort bestand die Messeinrichtung aus einer Wetterstation, zwei Matrixpotenzialsensoren im Boden (15 und 30 cm Tiefe) und einem Infrarot-Radiometer zur Messung der Blattoberflächentemperatur. An je drei Weinstöcken pro Standort wurden zudem ein Dendrometer zur Messung des Stammdurchmessers und ein Saftflussmessgerät installiert. Alle Standorte und Messjahre flossen in die Bewertung ein, exemplarisch werden hier die Ergebnisse von 2023 am Loibenberg (unbewässert) gezeigt.

DIE METHODEN IM DETAIL

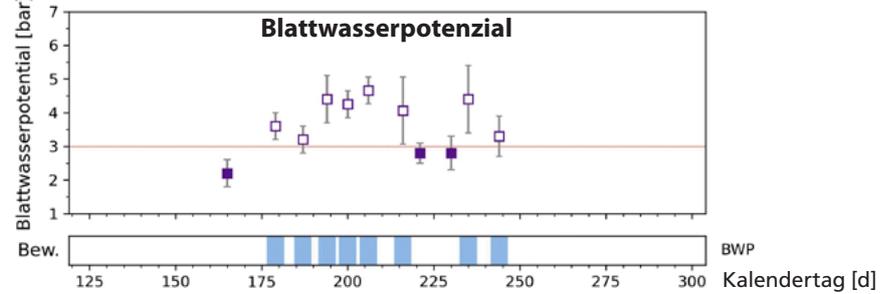
Allgemein gilt für alle dargestellten Methoden, dass eine höhere Anzahl von Sensoren belastbarere Ergebnisse liefert, da dadurch individuelle und standortspezifische Unterschiede ausgeglichen werden. Ebenso sollten die Sensoren, insbesondere bei bekannten inhomogenen Bodenbeschaffenheiten, in der Fläche verteilt werden.

Abb. 2: Gegenüberstellung der Ergebnisse der einzelnen Messverfahren zur Bewässerungssteuerung inkl. Bewässerungsempfehlungen (Loibenberg 2023)

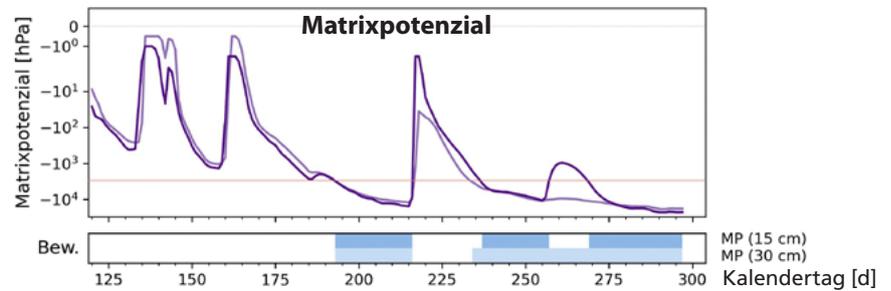
Saisonale klimatische Bedingungen.
 Blaue Balken: tägl. Niederschlagsmenge;
 Orange: tägliche Summe der Sonneneinstrahlung;
 orange Linie: mittlere Tagestemperatur.



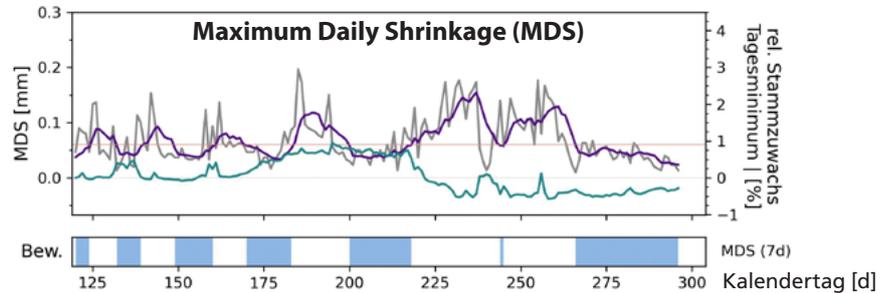
Blattwasserpotenziale per Scholanderbombe.
 Rote Linie: vorgeschlagener Richtwert (3 bar) für Trockenperioden. Graue Balken: Standardabweichung. Unten (Blau): schematische Darstellung des Zeitraumes, für den eine Bewässerung angezeigt ist.



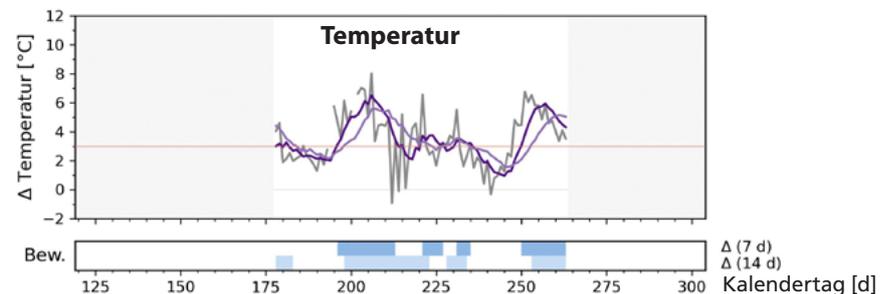
Saisonaler Verlauf des Matrixpotenzials.
 Dunkle Linie: 15 cm Tiefe; helle Linie: 30 cm Tiefe, rote Linie: vorgeschlagener Richtwert für Trockenperioden (-3.000 hPa). Blau: Bewässerungsempfehlung



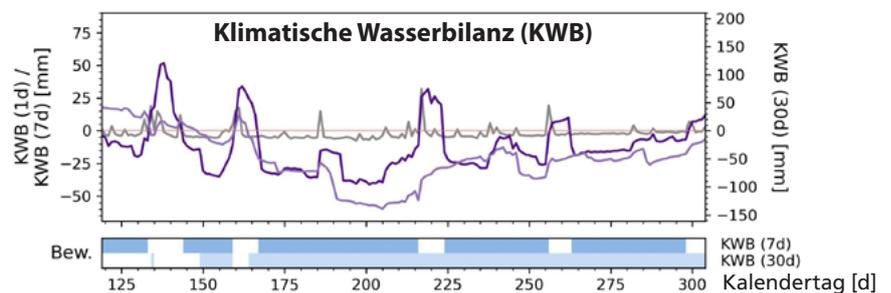
Saisonaler Verlauf MDS und Stammzuwachs relativ zum Stammdurchmesser zu Saisonbeginn. Graue Linie: MDS auf Tagesbasis; violett: gleitendes Mittel der MDS über 7 Tage; türkise Linie: Verlauf des relativen Stammzuwachses; rot: vorgeschlagener Richtwert für Trockenperioden (hier: 0,2% von ca. 30 mm Stammumfang = 0,06 mm). Blau: Bewässerungsempfehlung



Temperaturdifferenz (Blatt u. Luft). Differenz aus Blattoberflächen- und Lufttemperatur mit geschlossener Blattwand. Graue Linie: tägl. Differenz; dunkelviolette Linie: gleitendes Mittel über 7 Tage; hellviolette Linie: gleitendes Mittel über 14 Tage; rote Linie: vorgeschlagener Richtwert für Trockenperioden > 3 °C. Blau: Bewässerungsempfehlung



Klimatische Wasserbilanz (KWB) im Saisonverlauf. Graue Linie: Berechnung über 1 Tag; dunkelviolette Linie: Berechnung über 7 Tage; hellviolette Linie: Berechnung über 30 Tage; rote Linie: vorgeschlagener Richtwert für Trockenperioden (<math>< 0</math>). Blau: Bewässerungsempfehlung



Für eine grobe Einschätzung kann eventuell auch ein einzelner Sensor bereits ausreichen. Zu beachten ist, dass eine dauerhafte Stromversorgung benötigt wird, Messgeräte mit Batterien oder Akkus sind zurzeit noch eher die Ausnahme. Die Daten werden in der Regel über ein Kabel auf einen Computer überspielt oder können bei entsprechender Ausrüstung übers Internet übertragen werden. Manche Anbieter bieten auch bereits Apps an. Es ist anzunehmen, dass die Benutzerfreundlichkeit der Sensorik bzgl. Stromversorgung und Datenübertragung in Zukunft noch weiter verbessert wird. Die hier angegebenen Schwellenwerte wurden empirisch aus den Untersuchungsdaten ermittelt, stellen aber nur Richtwerte dar, die unter Umständen an den jeweiligen Standort angepasst werden müssen. Es wurde versucht, für die jeweiligen Methoden möglichst allgemein gültige Aussagen zu treffen. Es ist jedoch möglich, dass sich durch die Verwendung von qualitativ minder- oder hochwertigeren Messgeräten die Eignung verschlechtert oder verbessert.

BLATTWASSERPOTENZIAL

Die frühmorgendliche Blattwasserpotenzialmessung ist vielerorts die Standardmethode, um den Status der Wasserversorgung der Pflanze zu ermitteln. Bei dieser Methode wird ein Blatt in eine Druckkammer (sog. Scholanderbombe) eingespannt und der Druck solange erhöht, bis an der Blattwurzel Flüssigkeit austritt. Je höher der Druck, der dafür nötig ist, umso schlechter ist die Pflanze mit Wasser versorgt.

Die Methode liefert solide Daten, die direkt die Wasserversorgung der Pflanze abbilden. Sie muss jedoch händisch und noch vor Sonnenaufgang durchgeführt werden. Sie ist somit mit einem nicht unerheblichen Arbeits- und Zeitaufwand verbunden. Ein Wert von über 3 bar gilt dabei als Richtwert für eine Bewässerungsempfehlung. Die Messung sollte an mehreren Blättern wiederholt werden.

MATRIXPOTENZIAL

Das Matrixpotenzial des Bodens entsteht durch Adhäsions- und Kapillarkräfte und beschreibt die Arbeit, die verrichtet werden muss, um dem Boden Wasser zu entziehen. Sie entspricht also bildlich gesprochen der Spannung, die Pflanzenwurzeln zur Wasseraufnahme aufbringen müssen. Je trockener der Boden, umso höher (negativer) das Matrixpotenzial.

Für den Einbau der Sensoren muss ein Loch ausgehoben werden. Dabei sollten mindestens zwei Tiefenstufen im maßgeblichen Wurzelbereich simultan gemessen werden, um sehen zu können, ob Niederschläge, v.a. im Sommer, auch tiefere Schichten erreichen (siehe z.B. Peak Mitte September in Abb. 2). Diese Methode liefert direkt wertvolle Daten über die tatsächliche Wasserverfügbarkeit im Boden, der Einbau ist jedoch nicht ganz einfach und es bleibt oft fraglich, ob die für die Wasserversorgung relevantesten Bodenbereiche abgebildet werden (v.a. bei tiefwurzelnenden Pflanzen). Als Schwellenwert für eine indizierte Bewässerung kann ein Wert von etwa -3.000 hPa verwendet werden, was 3 bar entspricht und somit dem Grenzwert zum Blattwasserpotenzial gegenübergestellt werden kann.

STAMMDURCHMESSER

Mittels Dendrometer kann der Tagesgang des Stammdurchmessers mit seinen charakteristischen Quell- und Schrumpfvorgängen aufgezeichnet werden. Üblicherweise beginnt am Vormittag ein Schrumpfvorgang, der mittags bzw. am frühen Nachmittag sein Maximum erreicht. Gegen Abend hin dehnt sich der Stamm wieder aus. Dieser Vorgang ist umso ausgeprägter, je besser eine Pflanze mit Wasser versorgt ist. Ein Kennwert für die Wasserversorgung einer Pflanze ist die sog. Maximum Daily Shrinkage (MDS), der Unterschied zwischen dem Tagesmaximum und -minimum. Ebenso kann über ein Dendrometer das Dickenwachstum gemessen werden.

Die Installation ist einfach, gegebenenfalls muss überschüssige Rinde entfernt werden. Im Versuch hat sich diese Methode als bedingt brauchbar herausgestellt. Zwar spiegelt die MDS prinzipiell trockene bzw. feuchte Phasen wider, sie ist aber auch beeinflusst von Temperatur und Sonneneinstrahlung. So kann die MDS an kalten und bewölkten Tagen trotz guter Wasserversorgung niedrig sein. Etwas Abhilfe schafft die Berechnung eines gleitenden Mittelwerts, z.B. über eine Woche. Als Richtwert für Trockenperioden kann man einen MDS heranziehen, der unter 2 ‰ des Stammumfangs liegt. Es hat sich jedoch auch gezeigt, dass die Messwerte den klimatischen Bedingungen teilweise hinterherhinken, d.h., noch hohe MDS-Werte gemessen werden, obwohl im Boden bereits das verfügbare Wasser knapp wird (siehe Abb. 2, Ende August). Gewisses Potenzial besteht in Kombination mit anderen Methoden. Der (relative) Stammzuwachs eignet sich nicht zur Bewässerungssteuerung. Die Zuwächse pro Saison waren mit 0 bis 4 % sehr gering und folgten einem stark saisonalen Verlauf, der sich als praktisch unabhängig von tages- oder wochenaktuellen Wettereinflüssen erwies. Diese Methode ist vermutlich besser für Bäume und andere Pflanzen mit ausgeprägtem Dickenwachstum geeignet.

SAFTFLUSS

Zur Messung des Saftstroms wird eine Wärmeimpulsmessung durchgeführt. Dazu wird von der mittleren von drei im Stamm eingebrachten Nadeln ein Wärmeimpuls ausgesendet. Die beiden äußeren Nadeln messen die Ausbreitung der Wärme, die vom Durchfluss des Pflanzensaftes abhängt. In der Theorie sollten gut wasserversorgte Pflanzen höhere Saftstromraten aufweisen als Pflanzen unter Trockenstress.

Die Berechnung der tatsächlichen Saftstromraten aus den Messdaten ist nicht trivial und erfordert mehrere Rechenschritte. Manche Hersteller liefern zwar vorgefertigte Auswertetools mit, die Daten müssen trotzdem händisch kontrolliert, ggf. korrigiert und eingepflegt werden. Für ein genaues Ergebnis sind zusätzliche Messungen an der Rebe sowie eine Holzkernentnahme erforderlich. Für den Einbau der Sensoren muss der Stamm angebohrt werden. Zudem ist auch der Saftstrom abhängig von der Temperatur und Sonneneinstrahlung, was die Aussagekraft der Ergebnisse einschränkt. Nicht zuletzt aufgrund der begrenzten Benutzerfreundlichkeit kann die Messung der Saftstromraten für Weinbaubetriebe ohne Forschungshintergrund noch nicht empfohlen werden.

BLATTEMPERATUR

Ein wesentlicher Effekt des Wasserflusses durch die Pflanze ist die Kühlung des eher dunkelfarbigem Gewebes bei Sonneneinstrahlung durch den physikalischen Effekt der Verdunstungskälte. Die Differenz aus Blattoberflächen- und Lufttemperatur sollte daher umso kleiner sein, je besser wasserversorgt die Pflanze ist und umso mehr Kühlung durch die Verdunstung von Wasser entsteht. Über Infrarot-Radiometer kann eine kontaktlose Messung der mittleren Blattoberflächentemperatur über einem Ausschnitt erfolgen.

Da für die Messung eine geschlossene Blattwand notwendig ist, eignet sich diese Methode nicht für die ganze Saison, sondern ist auf etwa Ende Juni bis Mitte September beschränkt. Durch die Berechnung eines gleitenden Mittels, z.B. über sieben oder 14 Tage, liefert die Temperaturdifferenz brauchbare Messwerte, die sich für eine Bewässerungssteuerung durchaus eignen. Die Temperaturdifferenzen können bis zu 10 °C betragen, als Schwellenwert für eine angezeigte Bewässerung können etwa 3 °C herangezogen werden. Da die Blatttemperatur von der Sonneneinstrahlung und auch der absoluten Temperatur abhängig ist, kann eine niedrige Differenz auch dem Wetter geschuldet sein. Die aussagekräftigsten Daten sind somit an klaren sonnigen Tagen zu erwarten.

KLIMATISCHE WASSERBILANZ

Die Klimatische Wasserbilanz wird über einen gewissen Zeitraum berechnet und gibt die Differenz aus Evapotranspiration (also Wasserverlust) und Niederschlägen an. Diese Methode hat den Vorteil, dass man gegebenenfalls keine eigenen Sensoren anbringen muss, sondern auf das bestehende Netz an Messstationen zurückgreifen kann – sofern diese nicht zu weit entfernt sind. Entsprechende meteorologische Daten werden z.B. kostenfrei von der GeoSphere Austria (<https://data.hub.geosphere.at/dataset/>) oder über meist kostenpflichtige Wetter-Apps bereitgestellt. Genauere Ergebnisse liefert natürlich eine eigene Wetterstation, die allerdings kostspielig sein kann. Benötigte Parameter sind Temperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windgeschwindigkeit, Niederschlag und Globalstrahlung.

Die Berechnung der Klimatischen Wasserbilanz ist relativ aufwendig, es empfiehlt sich die Verwendung eines Tabellenkalkulationsprogramms bzw. einer Vorlage. Prinzipiell liefert diese Methode jedoch valide Daten, aus denen sich gut eine Bewässerungsempfehlung ableiten lässt. Eine Bewässerungsempfehlung könnte erfolgen, sobald die Wasserbilanz unter null fällt, es also, bezogen auf den Berechnungszeitraum, ein Wasserdefizit gibt. In Abhängigkeit von der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens reichen sinnvolle Betrachtungszeiträume von der vorangegangenen Woche bis zu etwa einem Monat. Eine weitere Verbesserung der Aussagekraft kann erzielt werden, wenn der Bodenwasserspeicher mit einbezogen und täglich bilanziert wird.

FAZIT

Von den untersuchten Methoden können drei für eine Bewässerungssteuerung empfohlen werden: **die Messung des Matrixpotenzials, des Blattwasserpotenzials sowie die**

Berechnung der Klimatischen Wasserbilanz. Parameter, die direkt an der Pflanze gemessen werden, zeigten oft eine Abhängigkeit von Sonneneinstrahlung und Temperatur. Trotzdem können die Differenz aus Blattoberflächen- und Lufttemperatur sowie die MDS, mit Einschränkungen, für eine Bewässerungssteuerung herangezogen werden. Als weniger praktikabel erwiesen sich Messungen des Saftstroms sowie des Stammdurchmessers. Sinnvoll kann auch eine Kombination von Messungen an der Pflanze und anderen Methoden sein. Jede dieser Methoden hat Vor- und Nachteile; welche davon zur Anwendung kommen sollte, ist auch abhängig von lokalen und betrieblichen Rahmenbedingungen. Trotz immer billiger werdender Messinstrumente stellt eine Ausstattung mit der entsprechenden Sensorik mitunter einen nicht unerheblichen finanziellen Aufwand dar. Die hier eingesetzten Methoden belaufen sich auf etwa 500 bis 1.000 € pro Pflanze. Bei annähernd homogenen Bedingungen kann eine Messeinrichtung jedoch brauchbare Daten für einen größeren Bereich und gegebenenfalls mehrere Weingärten liefern. Somit könnten auch die Kosten unter mehreren Betrieben aufgeteilt werden.

Ein angepasstes Bewässerungsmanagement wird in Zukunft noch weiter an Bedeutung gewinnen. Eine Bewässerung, die sich an tatsächlichen klimatischen, pflanzenphysiologischen oder bodenphysikalischen Messwerten orientiert, ist somit eine lohnende Investition. Mit ihr kann die Ressource Wasser geschont werden, ohne Ertragseinbußen zu riskieren. #

AUTOREN / MITARBEITER / INITIATOREN

D. Ramler, A. Zeiser, T. Weninger und Peter Strauss, Bundesamt für Wasserwirtschaft (Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt) sowie J. Moser, C. Gabler und Erhard Kührer, Landwirtschaftliche Fachschule Krems; david.ramler@baw.at



DIE IDEAL

DROP SAVE

IST JETZT ÖAIP-ZERTIFIZIERT





Jetzt kaufen & Förderung beantragen

+43 (0) 676 783 5665

Robert Schuster

