

4.2 Bewässerungstechnik

Warum muss Bewässerung gesteuert werden?

Die Bewässerungssteuerung ist eine gute Möglichkeit, Beregnungswasser sparsam und grundwasserschonend einzusetzen. Je nach Kultur und Entwicklungsphase unterscheidet sich der Wasserbedarf. Trockenstress durch Wassermangel kann zu erheblichen Qualitäts- und Ertragseinbußen führen. Aber auch Sauerstoffmangel durch zu viel Wasser wirkt sich negativ auf das Pflanzenwachstum aus. Eine Bewässerung über 80 % der nutzbaren Feldkapazität kann zur Förderung von Sickerwasserbildung beitragen und somit mögliche Nährstoffauswaschungen ins Grundwasser verursachen.



Foto: INBW, Ostfalia

Beregnungssteuerung bedeutet:

Wann und für welche Kultur muss beregnet werden?

In welchem Abstand erfolgen weitere Gaben?

Wie viel Wasser muss pro Gabe ausgebracht werden?



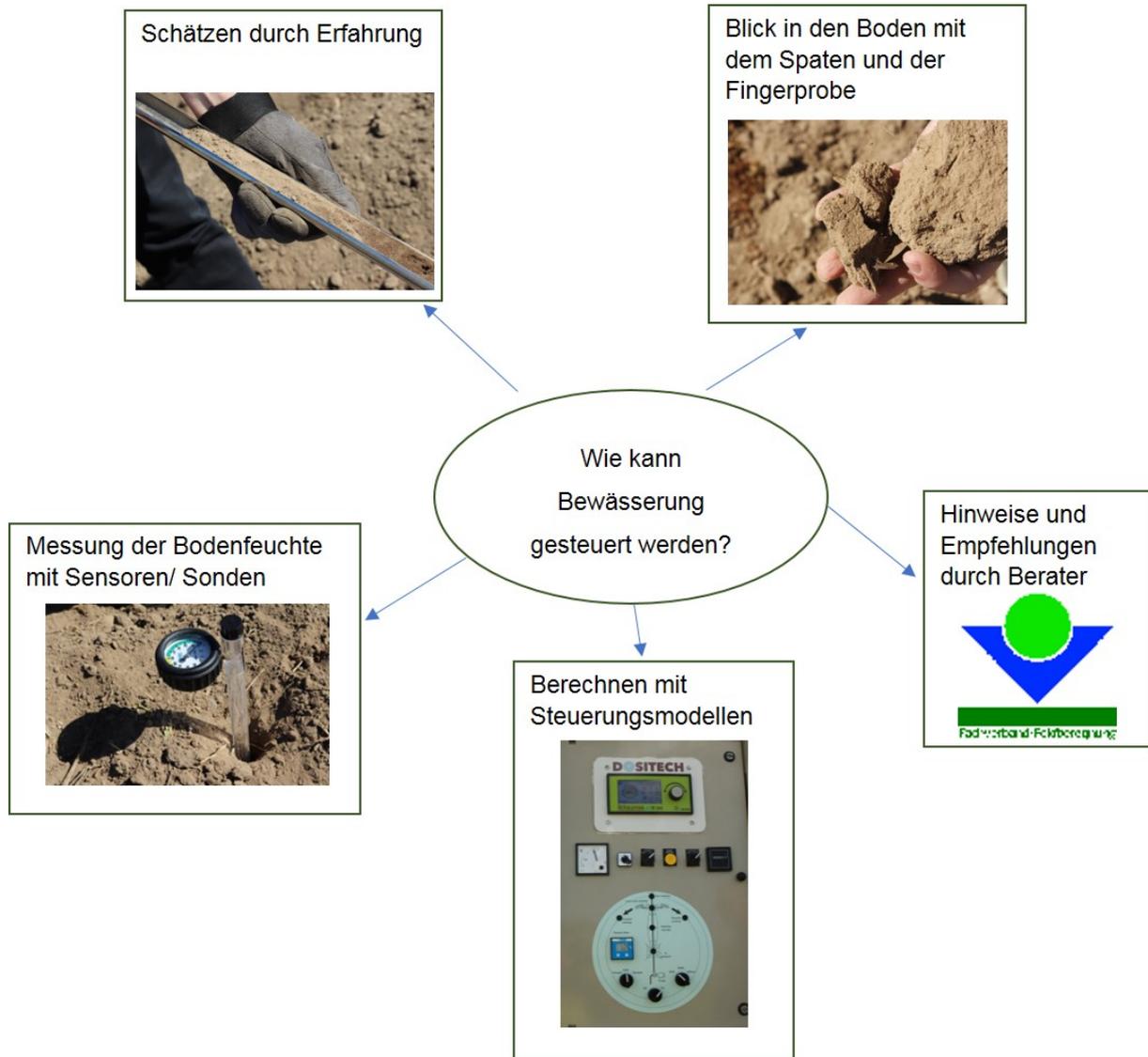
Foto: INBW, Ostfalia

Welche Fragen muss ich mir in Bezug auf die Beregnungssteuerung an meinem Standort stellen?

Boden: Wie viel Wasser kann mein Boden pflanzenverfügbar speichern? Wie hoch ist der aktuelle Bodenwassergehalt? (Siehe Kapitel "Pflanze und Boden")

Wetter: Wie viel hat es geregnet? Wie hoch ist die Verdunstung? Wie ist die Wettervorhersage für die nächste Woche? (Daten vom Wetterdienst oder über eine eigene Wetterstation)

Pflanze: Wie viel Wasser benötigen meine Pflanzen? Wie tief sind sie in den Boden verwurzelt? Besteht Trockenstress und wenn ja, befinden sich die Pflanzen gerade in einer ertragssensiblen Phase? Für welche Kultur ist eine Beregnung am wirtschaftlichsten?



Fotos: C. Schröder, Georgsanstalt

Wie kann Bewässerung gesteuert werden?

Manche Landwirte schätzen den Beregnungsstart aufgrund ihrer Erfahrung ab. Es gibt jedoch genauere Möglichkeiten den Zeitpunkt für die Beregnung zu bestimmen. Über die Spatendiagnose und die Fingerprobe lässt sich der Bodenwassergehalt grob abschätzen, aber nicht genau bestimmen. Eine weitere Möglichkeit sind Hinweise und Empfehlungen von Beratern. Zum Beispiel verschickt in Niedersachsen der Fachverband Feldberegnung e. V. wöchentlich Hinweise mit Niederschlags- und Verdunstungswerten an seine Mitglieder. Der Bodenfeuchteverlauf wird in Kurven dargestellt, sowie Beregnungsempfehlungen und Wasserbedarfsvorhersagen für die jeweiligen Kulturen unterbreitet.



Foto: INBW, Ostfalia

Es gibt aber auch die Option, den Bodenfeuchtegehalt direkt mithilfe von Sensoren/ Sonden zu messen. Nachteilig ist, dass mit Sensoren nur eine punktuelle Messung der Bodenfeuchte möglich ist. Bodenunterschiede und eine ungleichmäßige Wasserverteilung können zu Fehlinterpretationen führen. Daher sollte ein möglichst repräsentativer Standort für den Sensor gewählt werden.



Foto: INBW, Ostfalia



Foto: C. Schröder, Georgsanstalt

Tensiometer

Ein Tensiometer bestimmt den Bodenwassergehalt über die Saugspannung. D.h. es misst, wie viel Saugspannung eine Pflanze aufbringen muss, um dem Boden Wasser zu entziehen. In den Boden wird eine poröse Keramikkerze, die mit einem Drucksensor verbunden ist, eingesetzt. Im porösen Körper wird Wasser eingefüllt. Trocknet der Boden um das Tensiometer herum aus, wird Wasser aus der Keramikkerze in den umgebenden Boden gesogen. Dies geschieht solange, bis ein Gleichgewicht zum umgebenden Bodenwasser erreicht ist.



Foto: Tensiometer, Georgsanstalt

Durch den Wasserverlust in der Keramikkerze entsteht ein Unterdruck, der mittels des Drucksensors gemessen wird. Bei einer Spannung von 1 hPa ist der Boden mit Wasser gesättigt. Bei einer Spannung von 15 000 hPa ist der permanente Welkepunkt erreicht und die Pflanzen können kein Wasser mehr aufnehmen. Der für Pflanzen optimale Bereich liegt zwischen 60 und 500 hPa. Der Messbereich eines Tensiometers liegt zwischen 1 bis 800 hPa, d.h. bei starker Trockenheit findet keine Messung mehr statt.



Foto: Tensiometer, Georgsanstalt

Vorteile	Nachteile
preisgünstig	misst nicht mehr bei starker Trockenheit
keine Beeinflussung durch Bodenart oder Salzgehalt (Düngersalze)	wartungsintensiv, da das Wasser in der Keramikkerze regelmäßig nachgefüllt werden muss
direkte Messung der Bodensaugspannung	frostempfindlich

TDR – Sensoren

Bei TDR-Sensoren wird der Bodenfeuchtegehalt über elektromagnetische Impulse erfasst. Die Laufzeit des Signals wird über die Elektrodenstäbe gemessen und die Werte in Bodenwassergehalt (Vol.%) umgerechnet. Von Vorteil ist, dass die Sensoren wartungsfrei sind und im Gegensatz zu Tensiometern auch in sehr trockenen Böden Messwerte liefern. Jedoch zeigen sie das gesamte Wasser im Boden an, inklusive des Totwasseranteils. Daher geben TDR-Sensoren keine genaue Auskunft über das pflanzenverfügbare Wasser im Boden. Die Messwerte müssen deshalb im Zusammenhang mit der Bodenart interpretiert werden.

Vorteile	Nachteile
wartungsfrei	Anzeigewert alleine liefert keine genaue Angabe über den pflanzenverfügbaren Wasseranteil
Bodenfeuchte wird in Vol.% angezeigt	hoher Preis

Watermark – Sensoren

Ähnlich wie bei einem Tensiometer messen Watermark-Sensoren den Bodenwassergehalt über die Saugspannung. Der Sensor besteht aus zwei Elektroden, die von einem Matrixmaterial (gipsgetränkte Gewebeschichten) umgeben sind. Die Umhüllung ist ein gelochter Edelstahlmantel. Das Matrixmaterial stellt mit dem Boden ein Gleichgewicht der Saugspannung ein. Dadurch wird von dem Matrixmaterial, je nach Wassergehalt, ein Wechselstrom ein Widerstand entgegengesetzt. Dieser Wert wird von einem Auslesegerät in Saugspannung angegeben.

Vorteile	Nachteile
frostsicher und wartungsfrei	reagiert langsam auf Veränderungen der Bodenfeuchte
Angabe der Saugspannung auch in einem trockenen Boden	
kostengünstig	

Die Geisenheimer Steuerung

Neben der direkten Messung der Bodenfeuchte ist es möglich, die klimatische Wasserbilanz nach der Geisenheimer Steuerung zu berechnen. Die Berechnung des Wasserbedarfs erfolgt über die aus Wetterdaten ermittelte Verdunstungsmenge und den kultur- und entwicklungsabhängigen Koeffizienten (kc-Wert) der jeweiligen Pflanzenart. Die Forschungsanstalt Geisenheim hat die kc-Werte für viele Gemüsesorten bestimmt. Die kc-Werte sind an das Entwicklungsstadium der Pflanzen, sowie die Einzelwasserabgabe - in Abhängigkeit von der Bodenart - und der Durchwurzelungstiefe angepasst.

Stadium 1	Stadium 2	Stadium 3
		
ab Pflanzung	ab 8. Blatt	70 % des Pflanzendurchmessers
kc 0,7	kc 1,1	kc 1,6

Die Geisenheimer Steuerung umfasst vier Schritte:

1. Bodenwasservorräte auffüllen:

Als Ausgangspunkt dient ein durch Winterniederschläge oder Beregnung wassergesättigter Boden (nFK 80 - 100 %). Dies wird für die Berechnung als Startwert verwendet.

2. Beregnungsmenge pro Gabe bestimmen:

Im zweiten Schritt wird die Beregnungsmenge je Gabe festgelegt. Das bedeutet, die Wassergabe muss so hoch sein, dass der durchwurzelte Bereich des Bodens durchfeuchtet wird.

3. Berechnung der täglichen Wasserbilanz:

Dafür wird die tägliche Verdunstungsmenge (mm) mit dem kc-Wert der jeweiligen Kultur multipliziert. Falls es geregnet hat, wird noch die Regenmenge abgezogen. Auf diese Weise erhält man die Tageswasserbilanz.

Verdunstung (mm) * kc-Wert - Regenmenge (mm) = Tagesbilanz (mm)

4. Gesamtbilanz berechnen:

Die täglichen Bilanzen aus Schritt 3 werden so lange summiert, bis die vorgegebene Beregnungsmenge erreicht ist. Dann wird der Schlag beregnet.

Webbasierte Systeme der Bewässerungssteuerung

Bewässerung kann auch über verschiedene webbasierte Systeme wie z. B. der ALB BewässerungsApp oder BOWAB gesteuert werden. Die ALB BewässerungsApp ist ein Werkzeug zur Entscheidung und Dokumentation der Bewässerung. An 640 Wetterstationen werden Wetterdaten deutschlandweit erfasst. Das Programm berechnet den Wasserbedarf anhand der Verdunstung über Gras. Auf der Webseite müssen Angaben über die Region, die Bodeneigenschaften, den Kulturen sowie der Bewässerungstechnik gemacht werden. Anhand dieser Daten wird eine Graphik erstellt, die den Verlauf der Temperatur, Verdunstung, Niederschlag und den nächsten Zeitpunkt sowie die Menge für die Bewässerung angibt. Die Nutzung ist kostenfrei und erfordert kein eigenes Nutzerkonto.

Bodenwasserhaushalt mit BOWAB

In Niedersachsen gibt es die Möglichkeit, den Bodenwasserhaushalt mit Hilfe von BOWAB (**BO**den**WA**sser**B**ilanzierung) zu ermitteln.

BOWAB ist ein Mehrschicht-Bodenwasserhaushaltsmodell zur standortbezogenen Berechnung des im Boden gespeicherten Wassers, des pflanzenverfügbaren Wassers und der täglichen Sickerwasserrate. Die Bodenwassergehalte können für verschiedene Tiefen berechnet werden. Als Grundlage für das Programm dienen die tägliche Berechnung des Bodenwasserhaushalts im effektiven Wurzelraum (mm) und die tägliche Sickerwasserrate (mm/d). Der Boden wird in drei Schichten 0-30cm, 30-60cm und 60-90cm unterteilt. Der Niederschlag trifft auf die erste Schicht und sickert in diese ein. Bei einer Sättigung der oberen Schicht, sickert das Wasser in die zweite Schicht. Ist die zweite Schicht gesättigt, sickert das Wasser in die dritte Schicht und sättigt diese auf. Die Entleerung der Schichten findet über Evapotranspiration statt. Das Wasser verdunstet über die Bodenoberfläche und bei bewachsenen Böden über die Transpiration der Pflanzen.

Die benötigten Eingangsdaten werden vom Nutzer teilweise selbst oder vom Programm automatisch standortbezogen eingetragen. Die aktuellen Wetterdaten werden über ISIP bezogen. Das Programm berechnet die Bodenwasserdaten und stellt die Ergebnisse in Form von Tabellen und Graphiken zur Verfügung.

Weitere Messverfahren zur Beregnungssteuerung – Zukunftsausblick

Bei den bisher vorgestellten Messmethoden, handelt es sich um Bodenfeuchtemessungen und webbasierte Systeme. Mit Hilfe von Pflanzensonden kann man den Versorgungszustand der Pflanze mit Wasser direkt an ihr messen.

Mit sogenannten Zim – Sonden wird der Druck innerhalb der Pflanzenzellen gemessen. Bei einem geringen Druck, leidet die Pflanze unter Trockenstress. Die Methode ist allerdings nicht feldtauglich, da bereits geringe Bewegungen des Blattes zu einem verfälschten Messergebnis führen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Messung der Bestandstemperatur mit Hilfe von Infrarotsensoren. Bei einem gut mit Wasser versorgten Pflanzenbestand, können die Pflanzen Wasser über ihre Spaltöffnungen in den Blättern verdunsten. Durch die Verdunstung wird der Pflanzenbestand gekühlt. Herrscht hingegen Trockenstress, findet weniger Verdunstung statt und die Temperatur im Pflanzenbestand steigt an. Über die gemessene Temperatur wird ein „Crop water stress index (CWSI)“ ermittelt. Daran lässt sich ablesen, wann die Pflanzen Wasser benötigen und kann so den Zeitpunkt für die Beregnung genau abpassen. Zu dieser Thematik gab es bereits ein Projekt namens „Sensorgestützte Beregnungssteuerung in Kartoffeln“ (kurz SeBeK). Nähere Informationen zu diesem Projekt finden Sie im Internet.