

# **Bewässerungshandbuch Landwirtschaft**

**Wasser ist die Grundlage allen Lebens auf der Erde. Unser Trinkwasser ist für uns überlebenswichtig. Auch das Wasser zur Tränkung des Viehbestandes ist unverzichtbar um Viehzucht zu betreiben. Dies gilt ebenso für den Ackerbau. Mit der richtigen Mischung aus Sonne, Erde, Temperatur und Wasser kann pflanzliches Leben gedeihen. Manchmal jedoch kann die Natur aber auch eine helfende Hand gebrauchen.**

Hilfe in Form von Bewässerung wird schon seit Tausenden von Jahren praktiziert. Eine Bewässerung kann den Ertrag und auch die Qualität der Ernte steigern – auch in Gebieten, wo natürliche Niederschlagsmengen bereits Landwirtschaft ermöglichen. Bei Grünflächen, die zur Erholung und für Freizeitaktivitäten genutzt werden, sorgt die künstliche Bewässerung dafür, dass der Rasen immer saftig grün und für den Erholungssuchenden attraktiv bleibt.

Auf die einzelnen zu berücksichtigenden Punkte wird an anderer Stelle in diesem Handbuch ausführlich eingegangen. Alle Punkte zusammen beeinflussen die Entscheidung, welche Bewässerungsmethode eingesetzt werden soll. Wenn das Wasser für Tränkung und Bewässerung aus einem Brunnen kommen soll, muß dafür natürlich erst einmal ein Brunnen gebohrt werden.

Zuerst müssen Sie jedoch eine Genehmigung der örtlichen zuständigen Behörden (untere Wasserbehörde) einholen!

In der Genehmigung ist normalerweise die Wassermenge festgeschrieben, die Sie entnehmen dürfen. Diese Entnahmemenge darf nicht überschritten werden.

Dabei wenden die örtlichen Behörden zur Überwachung der Entnahmemenge ganz unterschiedliche Methoden an, die jeweils eine spezielle technische Ausrüstung erfordern: Durchflussmesser, Wasseruhr, Betriebsstundenzähler, usw.

Dem Leser sei geraten sich genau an die Vorgaben der wasserrechtlichen Genehmigung zu halten, denn bei nicht Einhaltung der Auflagen drohen empfindliche Strafen welche schnell in die zehntausende Euro gehen können.

## **1. Bewässerungsmethoden**

Vor der Errichtung eines Bewässerungssystems für ein bestimmtes

Objekt sind verschiedene grundlegende Betrachtungen anzustellen:

- Wie groß ist der zu tränkende Viehbestand
- welche Kulturen sollen angebaut werden
- wie sind die klimatischen Bedingungen
- wie viel Wasser ist verfügbar
- wie gut ist das Wasser verfügbar
- ist die Anbaufläche eben oder hügelig
- ist der Boden lehmig oder sandig
- an wie vielen Monaten im Jahr ist eine Bewässerung nötig
- nach welchen Kriterien wird die Bewässerungspumpe ausgewählt

- welche Folgen hat ein längerer Ausfall des Bewässerungssystems

## **1.1 Fluten**

Die einfachste Form der Bewässerung ist das Fluten der Anbaufläche. Das Fluten kommt häufig auch ohne Pumpe aus. Die an der häufigsten verwendeten Art des Flutens ist die Rinnenbewässerung, bei der das Wasser in mehrere Rinnen geleitet oder gepumpt wird.

Diese Art der Bewässerung erfordert Flächen mit natürlichem Gefälle, wo das Wasser einfach von einem bis zum anderen Ende der Rinne fließen kann, ohne über die Rinnenkanten zu treten. Die Rinne sollte über die ganze Länge gleichmäßig mit Wasser gefüllt sein.

Eine Bewässerung durch Fluten erfordert eine Menge Wasser und ist nicht sehr effizient, weil der größte Teil des Wassers nicht an die Wurzeln der Pflanzen gelangt. Diese Art der Bewässerung wird deshalb nur dort eingesetzt, wo viel Wasser zur Verfügung steht. Voraussetzung ist natürlich auch, dass die Anbaufläche eben ist. Wo dies nicht der Fall ist, werden die Flächen in Terrassen aufgeteilt. Diese Form der Anordnung von landwirtschaftlich genutzten Flächen kann in vielen Ländern der Welt beobachtet werden. Das Fluten wird typischerweise in tropischen Gebieten zur Bewässerung eingesetzt.

## **1.2 Beregnung**

Die Beregnung von landwirtschaftlichen Flächen und Grünflächen ist weltweit die am häufigsten anzutreffende Bewässerungsmethode. Beregnungssysteme werden von vielen verschiedenen Herstellern angeboten und für alle Arten von Anwendungen eingesetzt.

Damit eine ausreichende Funktion gewährleistet ist, benötigt jeder einzelne Regner ein Mindestmaß an Druck und Förderstrom. Deshalb ist immer eine Pumpe für diese Art der Bewässerung erforderlich. Sehr große Regner können mehr als 100 m<sup>3</sup> Wasser pro Stunde in einem Radius von mehr als 70 m versprühen und werden als Regenkanonen bezeichnet.

Regner können rotierend oder feststehend ausgeführt sein. Die einfachste Regnerform sind Düsen oder Sprühköpfe, die das Wasser direkt auf den Boden sprühen. Der größte Vorteil für den Betreiber ist, dass Düsen keine beweglichen Teile enthalten. Beachten Sie aber, dass Düsen immer einen Mindestdruck benötigen, um vernünftig zu funktionieren.

Deshalb ist stets eine Pumpe erforderlich.

Der Nebelsprühkopf ist eine spezielle Düsenvariante und wird häufig dort verwendet, wo der Wasserbedarf relativ gering ist und große Wassertropfen unbedingt zu vermeiden sind.

Diese Wassertropfen können die Pflanzen beschädigen oder beim Auftreffen Schmutz auf die Pflanzen spritzen. Nebelsprühköpfe decken einen Radius von ungefähr 5 m ab.

Aufgrund ihrer Funktionsweise sind sie sehr windempfindlich und sollten deshalb nicht in windiger Umgebung eingesetzt werden.

Ein typisches Anwendungsgebiet für Nebelsprühköpfe ist die Bewässerung in Gewächshäusern. Hier weht kein Wind und die angebauten Pflanzen sind häufig sehr empfindlich.

Rotierende Regner werden durch den Wasserdruck angetrieben und können um die vertikale Achse in einem voreingestellten Sektor rotieren. Dadurch kann die für eine bestimmte Fläche vorgesehene Wassermenge gleichmäßig verteilt werden. Die Regner werden durch Stoßwirkung oder durch ein integriertes Getriebe in Rotation versetzt.

Berechnungssysteme können fest installiert oder auf einem beweglichen Fahrgestell montiert sein.

### **1.2.1 Stationäre Berechnungssysteme**

Diese Systeme sind über die gesamte Saison fest im Boden installiert. Eine bestimmte Anzahl an Regnern pro Hektar stellt sicher, dass jeder Quadratmeter der Anbaufläche eine Mindestmenge an Wasser erhält. Diese Art der Bewässerung erfordert eine hohe Anzahl an Regnern. Zudem wird das Wasser nicht sehr gleichmäßig auf die Pflanzen verteilt. Fest installierte Berechnungssysteme finden vorzugsweise an Hängen und in hügeligen Gebieten Verwendung, wo fahrbare Berechnungssysteme nicht einsetzbar sind.

Der Versenkregner gehört zu den fest installierten Regnern. Er ist unterhalb des Bodens versteckt angeordnet, solange er außer Betrieb ist und fährt erst aus, wenn er benötigt wird. Für das Ausfahren sorgt der Wasserdruck. Durch diese Eigenschaft sind diese Regner bestens geeignet zur Bewässerung von Grünflächen, die zur Erholung dienen und deshalb häufig gemäht werden. Ansonsten arbeitet dieser Regnertyp nach demselben Funktionsprinzip wie die anderen.

### **1.2.2 Fahrbare Berechnungssysteme**

Regner, die auf beweglichen Fahrgestellen montiert sind, werden als fahrbare Berechnungssysteme bezeichnet. Diese mobilen Einheiten können zur Bewässerung verschiedenster Flächen eingesetzt werden.

#### **1.2.2.1 Berechnungsmaschinen**

Das am flexibelsten einsetzbare fahrbare Berechnungssystem ist die Berechnungsmaschine, die auf ein Feld gezogen und hier mit der Wasserversorgung verbunden wird. Sie verfügt nur über einen Regner. Dabei handelt es sich normalerweise um eine Regenkanone, die einen großen Bereich abdeckt.

#### **1.2.2.2 Kreisregner**

Ein weit verbreitetes Berechnungssystem für große Flächen ist der Kreisregner. Dieser Regnertyp rotiert um einen festen Punkt in der Mitte und kann Flächen mit einem Durchmesser von bis zu 2 km beregnen. Kreisregner bewegen sich um einen Mittelpunkt und können nicht an eine andere Stelle verfahren werden, ohne vollständig demontiert zu werden. Kreisregner sind mit einem Arm (angeordnet wie der Radius in einem Kreis) oder mit 2 Armen (angeordnet wie der Durchmesser in einem Kreis) erhältlich.

Um eine gleichmäßige Wasserverteilung pro Quadratmeter zu gewährleisten, ist in der Regel jeder Sprühkopf dieses Berechnungssystems mit einem Druckregler ausgestattet. Die Sprühköpfe variieren zudem auch in der Größe. Je größer der Abstand zur Mitte ist, desto größer sind die Sprühköpfe und desto höher muss der Druck sein.

Kreisregner können nur dort eingesetzt werden, wo die Landschaft eben ist.

### 1.2.2.3 Linearregner

Linearregner sind mechanisch häufig genauso aufgebaut wie Kreisregner. Aber anstatt um einen Mittelpunkt zu rotieren, bewegt sich der gesamte Rahmen parallel von einem Ende des Feldes zum anderen. Linearregner decken eine rechteckige statt einer kreisförmigen Fläche ab und können deshalb dort effizienter eingesetzt werden, wo wirklich jeder Quadratmeter bewässert werden muss.

Außerdem ist es einfacher, den Linearregner an einem anderen Ort einzusetzen, weil der Aufstellungsort nicht von der Verfügbarkeit eines geeigneten Rotationsmittelpunktes abhängig ist.

Der Nachteil ist, dass nur die Mitte des Feldes in regelmäßigen Abständen mit einer gleichmäßigen Wassermenge versorgt wird, während an den Enden des Feldes mehr oder weniger die doppelte Menge an Wasser bei einem kürzeren Intervall ausgebracht wird. Die einzige Möglichkeit, diesen Umstand zu kompensieren, besteht in der Regelung der ausgebrachten Wassermenge und/oder in der Regelung der Geschwindigkeit, mit der sich der Regner bewegt.

Auch Linearregner erfordern eine ebene Landschaft, um ordnungsgemäß zu arbeiten.

Wasserverbrauch und Reichweite verschiedener Regnertypen

<b>Regnertyp</b>	<b>Radius (m)</b>	<b>Förderstrom (m<sup>3</sup>/h)</b>
Düsen/Sprühköpfe	0,6 - 5,5	0,1 - 1,2
Versenkregner	4 - 30	>1 - 15
Rotierende Regner	4 - 35	>1 - 30
Regenkanonen	30 - 70	30 - 120
Tropfbewässerung, pro Austritt		0,001 - 0,025m

### 1.2.2.4 Tropfbewässerung

Diese Bewässerungsmethode, die häufig auch als Mikrotropfbewässerung bezeichnet wird, kommt weltweit immer häufiger zum Einsatz - hauptsächlich wegen ihrer hohen Effizienz bezogen auf den Wassereinsatz. Denn bei dieser Methode geht nur wenig Wasser durch Verdunstung oder unkontrolliertes Abfließen verloren.

Weil es keiner fahrbaren Vorrichtungen zum Wassertransport bedarf und das Wasser nicht durch Abfließen über die Oberfläche verloren gehen kann, ist die Tropfbewässerung bestens geeignet zur Bewässerung hügeliger und abschüssiger Flächen.

Als Nachteil ist die kosten- und zeitintensive Installation zu nennen.

Außerdem erfordert diese Bewässerungsmethode eine sehr genaue Regelung des Wasserdruckes, wodurch zusätzliche Investitionen erforderlich sind.

## **2. Verfügbarkeit von Wasser**

Eine genaue Kenntnis der Eigenschaften Ihrer Wasserressource ist äußerst wichtig für die spätere Qualität der Bewässerung. Unterschiedliche Ressourcen müssen natürlich auch auf unterschiedliche Art erschlossen werden. Die Auslegung der Pumpenleistung stützt sich ebenfalls hauptsächlich auf eine systematische Analyse der Wasserressource und auch die richtige Auswahl von weiteren Ausrüstungsgegenständen hängt natürlich von diesen Daten ab.

### **2.1 Grundwasser**

Grundwasser ist weltweit eine wichtige Ressource für die Versorgung von Bewässerungssystemen. Es ist möglicherweise die zuverlässigste Wasserquelle, die wir haben. Dennoch sollten wir das Grundwasser verantwortungsvoll einsetzen. Denn wir müssen die Wasserversorgung auch für die Zukunft sicherstellen und das empfindliche Gleichgewicht unserer Umwelt, in und von der wir leben, bewahren.

Die Reserven an Oberflächenwasser sind für uns leicht nachvollziehbar, weil es an der Oberfläche sichtbar und volumenmäßig leicht zu erfassen ist. Grundwasser fließt hingegen im Verborgenen. Das erschwert die Mengenerfassung.

Die häufigsten Probleme bei der Verwendung von Grundwasser sind:

- Einschränkungen hinsichtlich der verfügbaren Wassermenge
- Pumpenverschleiß
- Verstopfen
- Überlastung des Grundwasserleiters

Dieser Abschnitt zeigt Lösungsmöglichkeiten für die angeführten Probleme auf.

#### **2.1.1 Einschränkungen hinsichtlich der verfügbaren Wassermenge**

Die Überlastung eines Brunnens kann zu Trockenlauf und damit zu einem erheblichen Schaden an der Pumpe und ggf. am Brunnen führen. Der daraus resultierende Ausfall verursacht hohe Kosten durch die Reparatur und eine Ertragsreduzierung durch die fehlende Bewässerung.

Um das Pumpensystem vor Trockenlauf zu schützen, ist es sehr wichtig, vorab zu untersuchen, wie viel Wasser der Brunnen liefern kann. Dies erfolgt durch einen Leistungspumpversuch. Mit dem Ergebnis können Sie die Leistungsfähigkeit bezogen auf den Spitzenbedarf abschätzen.

Bevor Sie aber einen aussagefähigen Brunnentest durchführen können, müssen Sie:

- eine Pumpe mit passender Förderleistung installieren
- die Absenkung des Wasserspiegels bei unterschiedlichen Fördermengen feststellen
- den Förderstrom bei unterschiedlichen Drosselstellungen des druckseitigen Ventils messen

Vorgehensweise beim Brunnentest (Pumpversuch):

Nach Einbau der Pumpe, Montage der Messeinrichtung, bestehend aus Rückschlagventil, Stellventil, Wasserzähler und Probenahmestelle und Verlegen der Abflussleitung aus dem unmittelbaren Einzugsbereich des Grundwasserleiters, wird zunächst der Ruhewasserspiegel eingemessen.

Der Brunnentest erfolgt danach mit mindestens drei Leistungsstufen. Während des Pumpens muss der Wasserspiegel kontinuierlich eingemessen und protokolliert werden. Parallel dazu sollten Wasserproben am Ende jeder Leistungsstufe zur Begutachtung der Wasserqualität und zur Abschätzung des mitgeförderten Sandgehaltes genommen werden.

#### 1. Leistungsstufe

Die Förderleistung der Pumpe wird auf ca. 1/3 der geforderten Maximalleistung des Brunnens eingeregelt und konstant gehalten, bis sich ein Beharrungszustand des Wasserspiegels über 12 Stunden einstellt.

#### 2. Leistungsstufe

Erhöhung der Förderleistung auf ca. 2/3 der geforderten Maximalleistung des Brunnens, wiederum muss sich über Konstant halten der Förderleistung ein Beharrungszustand des Wasserspiegels über 12 Stunden einstellen.

#### 3. Leistungsstufe

Nach einer weiteren Leistungssteigerung auf Maximalleistung des Brunnens wird solange gepumpt, bis wieder ein Beharrungszustand des Wasserspiegels über 12 Stunden eintritt. Im Beharrungszustand des Wasserspiegels stellt sich bei kontinuierlicher Wasserförderung ein abgesenkter Wasserspiegel ein, der in ungefähr gleicher Höhenlage verharrt. Tritt bei einem Pumpversuch kein Beharrungszustand ein, übersteigt die Wasserentnahme die Schüttungsleistung des Brunnens. In diesem Fall kann nur unter Verringerung der Förderleistung ein Beharrungszustand erreicht werden. Ist der Grundwasserleiter räumlich eingengt oder er hat nur einen geringen Zufluss, so wird sich unter Umständen kein Beharrungszustand einstellen. Nach Beendigung des Pumpversuchs wird der Wiederanstieg des Wasserspiegels im Brunnen eingemessen bis der Ruhewasserspiegel wieder erreicht wird.

Auswertung:

Die genaue Erfassung des Beharrungszustandes beim Pumpversuch und Abschätzung des Sandgehaltes im Brunnenwasser hat großen Einfluss auf die Wahl der Unterwasserpumpe und damit auf die Wirtschaftlichkeit der gesamten Anlage.

Brunnentest und Endsandung sollten unter Beachtung der DVGW-Arbeitsblätter W 111 und WW 119 durchgeführt werden sowie unter Berücksichtigung der TGL 23864: Pumpversuche

(Durchführung und Auswertung) und LAWA 1979: Pumpversuche in Porengrundwasserleitern.

Zulässiger Feststoffgehalt bei Entsandungsmaßnahmen (DVGW Arbeitsblatt 119)

<b>Anforderung an den Brunnen</b>	<b>Feststoffgehalt beim Pumpen nach längerer Förderdauer</b>	<b>Feststoffgehalt kurz nach dem Einschalten der Pumpe beim Schocken</b>
Hoch	0,1 ml/m <sup>3</sup>	1,0 ml/m <sup>3</sup>
Mittel	1,0 ml/m <sup>3</sup>	10,0 ml/m <sup>3</sup>
Gering	2,0 ml/m <sup>3</sup>	20,0 ml/m <sup>3</sup>

### 2.1.2 Fehlersuche

<b>Ergebnis</b>	<b>Ursache</b>	<b>Abhilfe</b>
Es befindet sich Sand am Boden des Glases bei einer bestimmten Förderleistung.	Der Brunnen ist überlastet.	Falls Sie planen, die Pumpe im Dauerbetrieb einzusetzen, fördern Sie nie mehr als ungefähr die Hälfte der Wassermenge, bei der eine Sandmitförderung beginnt.
Die spezifische Leistung fällt ab und führt zu einer Abnahme der Förderleistung pro Meter Absenkung.	Sie haben die Grenze des bei Dauerbetrieb zulässigen Förderstromes überschritten.	Reduzieren Sie die Fördermenge.
Der Betriebswasserspiegel sinkt während der Förderung bei gleichbleibendem Förderstrom.	Ihre Wasserquellen sind begrenzt.	Schaffen Sie zusätzliche Speicherkapazität für die Versorgung bei Spitzenlast.
Der Betriebswasserspiegel fällt bei gleichbleibendem Förderstrom, wenn benachbarte Pumpstationen anlaufen.	Die Pumpstationen konkurrieren um eine begrenzte Wassermenge.	Schaffen Sie zusätzliche Speicherkapazität für die Versorgung bei Spitzenlast.

Der Gesamtwirkungsgrad ist kleiner 50 %.	Pumpenverschleiß oder falsche Pumpenauslegung.	Tauschen Sie die vorhandene Pumpe gegen eine Pumpe mit besseren Werkstoffen aus.
Übermäßig hoher Stromverbrauch oder ungenügende Bewässerungsleistung.	Die Pumpe ist mit Sand, Schlamm oder Rost verschmutzt, das verursacht hohe Strömungswiderstände.	Spülen Sie die Rohrleitungen Abschnitt für Abschnitt bei höchstmöglichem Förderstrom, so dass mindestens eine Strömungsgeschwindigkeit von 5-6 m/s erzeugt wird. Oder Setzen Sie einen Schwamm ein, um die Reinigungs- / Spülgeschwindigkeit zu erzeugen. Bauen Sie Sandabscheider oder Schlauchfilter an Ihrem Brunnenkopf ein, um zukünftige Verstopfungen zu vermeiden.

### 2.1.3 Pumpenverschleiß

Eine falsche Wahl der Pumpenwerkstoffe und der daraus resultierende Pumpenverschleiß verringern die Brunnenleistung. Die Wahl der richtigen Pumpe, bei der die entscheidenden Komponenten aus Bronze oder Edelstahl gefertigt sind, gleich von Anfang an, gewährleistet eine zuverlässige, energiesparende und praktisch wartungsfreie Pumpenanlage zur Grundwasserförderung. Rost in Graugusspumpen entsteht, wenn das Material des Laufrades bei Kontakt mit dem im Wasser enthaltenen Sauerstoff oxidiert. Durch die Rotation des Laufrades spült das schnell fließende Wasser (5-15 m/s) den Rost von der Laufradoberfläche. Dieser Korrosions-/Erosionsprozess führt zum Materialabtrag. Dadurch nehmen die Leistung und die Effizienz der Pumpe ab. Prüfen Sie die nachfolgend aufgeführten Punkte vor der Auswahl der späteren Pumpe und des dazugehörigen Laufrades.

Tipp: Wählen Sie die Pumpenausführung gemäß dem nachfolgenden Punkt. Beachten Sie aber, dass es sich hier nur um allgemeine Auswahlrichtlinien handelt.

<b>Grundwassertemperatur</b>	<b>pH-Wert</b>	<b>Sauerstoff im Wasser</b>	<b>Bewässerungsdauer</b>	<b>Laufradwerkstoff</b>
Niedriger als 10° C	höher als 7	Nein	Kurz	Edelstahl
Höher als 10° C	niedriger als 7	Ja	Lang	Bronze/Kunststoff oder Edelstahl

Überprüfung Ihrer Anlage:

Ungenügende Leistung wird häufig durch längere Stillstands Zeiten verursacht. Deshalb ist es wichtig, die Leistung Ihrer Anlage bei Übernahme einer bestehenden Anlage und einmal im Jahr vor Beginn der Bewässerungsperiode zu überprüfen.

Sobald Ihre Bewässerungsanlage wieder in Betrieb ist, sollten Sie die den Wirkungsgrad Ihrer Pumpenanlage überprüfen. Verwenden Sie hierzu die folgende Gleichung:

$$\frac{\text{(Manometeranzeige am Brunnenkopf + Absenkung in m) x Förderstrom in m}^3/\text{h}}$$

Wirkungsgrad= \_\_\_\_\_

$$365 * \sqrt{(x I x V x \cos \varphi)}$$

$\cos \varphi = 0,85$  I = Strom V = Spannung

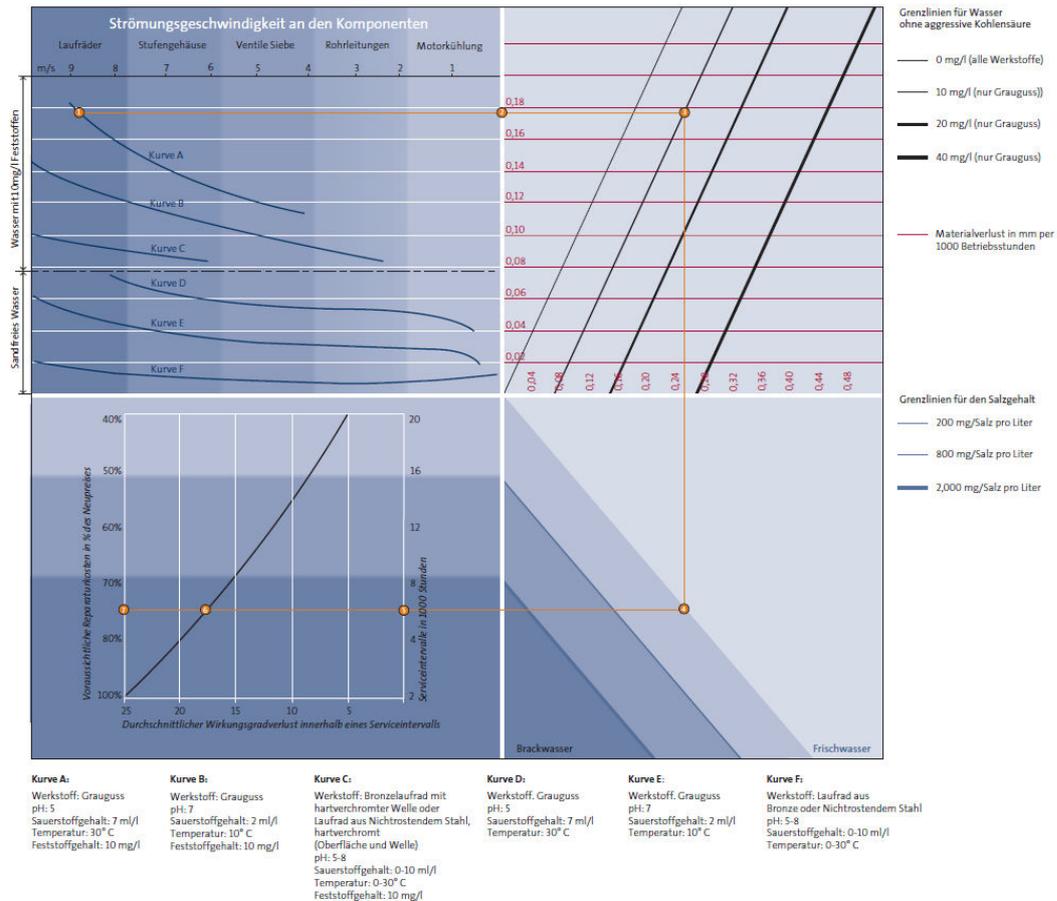
Serviceintervalle für Unterwasserpumpen

Serviceintervalle für Unterwasserpumpen unterliegen wie alle anderen Pumpen einem gewissen Verschleiß. Leider macht ihr Einbau tief unter der Erdoberfläche eine Überwachung dieses Verschleißes schwierig. Das nachfolgende Diagramm hilft Ihnen, verschiedene Fakten abzuschätzen:

- Wann sollte die Unterwasserpumpe gewartet werden?
- Wie stark ist der Wirkungsgrad seit der letzten Wartung gesunken?
- Was wird eine Überholung (überschlagsmäßig) kosten?

Vor Beginn müssen verschiedene Einsatzbedingungen festgestellt werden:

- Strömungsgeschwindigkeit an dem Objekt, das Sie testen wollen
- Pumpenwerkstoffe und Förderbedingungen
- Vorhandensein von Feststoffen und aggressiver Kohlensäure



Siehe Punkt 1 auf der Kurve A. Pumpenwerkstoff und Medienbedingungen wie in der Legende festgelegt.

1. Ziehen sie eine waagerechte Linie nach rechts. Der Abtrag an Laufradmaterial beträgt ungefähr 0,18 mm pro 1000 Stunden Betriebszeit (Punkt 2).
2. Folgen Sie der waagerechten Linie, bis Sie auf die Grenzlinie für aggressive Kohlensäure und den Komponentenwerkstoff stoßen. Beachten Sie die Bedingungen unseres Beispiels (Punkt 3).
3. Ziehen Sie von diesem Punkt eine Linie senkrecht nach unten. Die aggressive Kohlensäure hat den Materialverlust auf 0,25 mm erhöht. Beachten sie den Salzgehalt des Wassers (Punkt 4). Ziehen Sie eine horizontale Linie durch diesen Punkt, folgen ihr nach links und lesen Sie die Ergebnisse ab.
4. Empfohlene Serviceintervalle für Ihre Pumpe: Alle 6000 Betriebsstunden (Punkt 5).
5. Wirkungsgradverlust:
6. Ungefähr 18 % (Punkt 6).
7. Ungefähre Reparaturkosten für die Pumpe: 75 % des Preises für eine neue Pumpe (Punkt 7).

### 2.1.5 Überlastung des Grundwasserleiters

Manchmal führt das Fördern bei Spitzenlast zur Überlastung des Brunnens bis hin zum Eindringen von Sand. Schäden an der Pumpe können für diesen Fall durch den Einbau einer oder mehrerer der folgenden Vorrichtungen vermieden werden:

- Sandabscheider oder Stufenfilter: Dadurch wird die Schlamm- und Sandmenge im Wasser reduziert und damit auch der durch diese Verunreinigungen verursachte Verschleiß.
- Sanfter Pumpenanlauf mit einer Hochlauframpe von 3 Sekunden: Das Starten einer Pumpe bei noch nicht durch den Pumpbetrieb abgesenktem Grundwasserleiter führt zu einer überhöhten Förderleistung während der ersten Betriebssekunden. Diese hohe schlagartig einsetzende Anlaufleistung wirbelt Sand und Schlamm im Grundwasserleiter auf, die von der Pumpe mit angesaugt werden.

Dieses zu starke Saugen wird durch den Sanftanlauf über eine 3 Sekunden andauernde Hochlauframpe unterbunden.

*Spezielle Hinweise:*

- *Wenn ein Frequenzumrichter installiert ist, vergessen Sie nicht die Startfrequenz auf mindestens 30 Hz einzustellen. Die Frequenz darf dann von diesem Wert aus nur erhöht werden. Denn Unterwassermotoren sind mit wassergeschmierten Gleitlagern ausgestattet, die unterhalb von 25 Hz nicht ausreichend geschmiert werden.*
- *Wählen Sie Pumpen, die zum Schutz vor Eindringen von Sand/Schlamm in die Motorlagerung auf der Motorseite mit einer Sic/Sic Gleitringdichtung ausgerüstet sind. Der Anbau eines Kühlmantels mit einer Kühlgeschwindigkeit von mehr als 1 m/s verhindert zudem die Schlamm Bildung um den Motor herum.*

## **2.2 Oberflächenwasser**

Oberflächenwasser stammt aus Bachläufen, Seen und Flüssen. Deckt die Ergiebigkeit des Oberflächenwassers die Spitzenlast ab, ist diese Ressource in der Regel genauso gut für Bewässerungszwecke geeignet wie Grundwasser.

Oberflächenwasser ist gut zugänglich und sein Fließverhalten für uns deshalb einfach zu beurteilen und zu messen. Dennoch gilt es einige besondere Eigenschaften von Oberflächenwasser zu beachten, wenn es zur Wasserversorgung für die Bewässerung genutzt werden soll – und zwar vor Auswahl der Pumpe.

Wenn Sie den Zulauf Ihres Bewässerungssystems mit einer natürlichen, oberirdisch

fließenden Wasserquelle verbinden, sollten die folgenden Punkte besonders bedacht

werden:

- die Gestaltung des Zulaufes
- die Überbrückung von Trockenperioden und Dürren
- das Absinken des Wasserspiegels durch andere Nutzer (z.B. öffentliche Wasserversorgung)
- die Zerstörung von Anlagenteilen durch Überflutung
- die Gefahr des Diebstahls (vor allem bei öffentlich zugänglichen Flächen)

### **2.2.1 Gestaltung des Zulaufs**

Wenn Sie den Zulauf für Ihre Bewässerungsanlage planen, sollten Sie beachten, dass Oberflächenwasser in Regenzeiten und zur Schneeschmelze große Mengen Schlick, Schlamm und Schwebstoffe mit sich führt. Der Bau eines Absetzkanals vor dem Pumpensaugstutzen kann ein Eindringen dieser Substanzen in Ihr Pumpensystem verhindern, die ansonsten zu einem erhöhten Verschleiß in der Pumpe führen könnten.

### **2.2.1.1 Absetzkanal**

Damit sich Feststoffpartikel absetzen können, muss der Kanal mindestens 6 Meter lang sein und einen Wasserstand ermöglichen, der die Strömungsgeschwindigkeit im Kanal auf unter 0,015 m/s reduziert, wenn die Fördermenge dem Nennförderstrom entspricht.

Wenn die Länge der Beruhigungsstrecke des Kanals weniger als 6 Meter beträgt, können Wind, Wellenbewegungen und die Pumpenleistung die Absetzfunktion beeinträchtigen.

$$W \times H = 0,015 \times Q/2826$$

**Q = Nennförderstrom in m<sup>3</sup>/h**

**W = Breite in Metern**

**H = Höhe in Metern**

Zusätzliche Hinweise:

- Der Kanal muss breit genug sein, um die Ablagerungen mechanisch entfernen zu können. Um eine ordnungsgemäße Funktion zu gewährleisten, muss der Kanal vor Beginn der Bewässerungssaison von Schlamm gereinigt werden.
- Während des Sommers kann heftiger Bewuchs durch Algen, Muscheln, Larven, Wasserpflanzen, usw. Probleme verursachen. Decken Sie den Absetzkanal ab, um zu verhindern, dass direkte Sonneneinstrahlung und Tageslicht das organische Wachstum fördern.

*Wasser aus dem Absetzkanal kann direkt verwendet werden*

*Absetzteiche sind in zwei Zonen unterteilt*

### **2.2.3 Zerstörung von Ausrüstungsgegenständen durch Überflutung**

Wenn die Gefahr der Überflutung besteht, sollten statt trocken aufgestellter Pumpen Unterwasserpumpen installiert werden. Die in der Abbildung dargestellten Brunnenköpfe sind nicht wasserdicht. Die Pumpen und Motoren, die im Innern aufgestellt sind, werden zerstört, wenn hohe Überschwemmungen auftreten.

### **2.2.4 Diebstahlrisiko (bei öffentlich zugänglichen Flächen)**

Falls die Gefahr besteht, dass Ihre im Freien aufgestellte Anlage gestohlen wird, ist es empfehlenswert eine spezielle Art der Konstruktion. Hier können abschließbare Unterwasserpumpen, die Teil dieser Konstruktion sind, Abhilfe schaffen. Um diese Pumpe und das montierte Zubehör auszubauen, ist Spezialwerkzeug erforderlich. Auch die Installation von Alarmeinrichtungen mit Funkübertragung ist mittlerweile Stand der Technik.

### **2.3.2 Wasseraufbereitung**

Aufbereitetes Wasser ist Brauchwasser, das einer speziellen Behandlung durch Mikrofiltration und Umkehrosmose unterzogen worden ist. Die Qualität der Membrantechnologie hat sich in den letzten Jahren stark verbessert. Es ist jetzt sogar möglich, Meerwasser in Trinkwasser bei einem Energieeinsatz von weniger als 3 kWh/m<sup>3</sup> zu verwandeln. Dieser niedrige Energieverbrauch macht die Umkehrosmose zu einem geeigneten Prozess für die Bewässerung hochwertiger Kulturen.

Membranen für die Umkehrosmose haben gegenwärtig eine Lebensdauer von 5 Jahren.

### **2.3.3 Aufbereitung von Wasser aus Quellen mit geringer Qualität**

Die Hauptkosten für die Bereitstellung von Wasser für die Bewässerung sind die Kosten für die Energie, die durch die Aufbereitung und Förderung der richtigen Wassermenge und Bereitstellung des richtigen Druckes entstehen. Die Bewässerung von weniger hochwertigen Kulturen ist deshalb nur sinnvoll, wenn Oberflächen- oder

Grundwasser von geeigneter Qualität in ausreichender Menge vorhanden ist.

In nur wenigen Jahren hat sich die Energieeffizienz der Membrantechnologie so sehr verbessert, dass der Energieverbrauch nun bei 3 kWh pro m<sup>3</sup> Bewässerungswasser liegt. Dadurch kann diese Technologie jetzt auch sinnvoll zur Aufbereitung von Abwasser aus allen möglichen Quellen niedriger Qualität zur Bewässerung

hochwertiger Kulturen eingesetzt werden – sogar die Entsalzung von Brackwasser und Meerwasser kann jetzt wirtschaftlich sein.

Auch die Reinigung und Aufbereitung von Wasser kann eine gute Möglichkeit darstellen, um Ihr Bewässerungssystem mit Wasser zu versorgen.

### **2.4.2 Wasserbehälter oder unterirdische Kavernen**

Es werden andere Speichermethoden empfohlen, wenn Sie die oben aufgeführten Nachteile nicht akzeptieren können. Der Bau solcher Alternativen erfordert allerdings unterschiedlich hohe Investitionen.

Wassertank: Kann aus Trapezblechen oder vorgefertigten Betonelementen errichtet werden.

Unterirdische Kavernen: Ausspülen von Hohlräumen bei geeigneten geologischen Verhältnissen.

Vorteile:

- Keine finanziellen Verluste durch verminderte Ernteerträge

- Sicherstellung des Pflanzenwachstums
- Verluste durch Verdunstung sind gering
- nur geringes Algen- und Mooswachstum
- Geringe Salzkonzentration wegen geringer Verdunstungsrate
- Schutz vor Verunreinigungen durch Tiere und Pflanzenreste
- Kann mit einem Dach abgedeckt und auch für andere Zwecke verwendet werden
- Keine Gefahr des Ertrinkens

Nachteile:

- Hohe Baukosten
- Hohe Kosten bei Abriss
- Baurechtliche Genehmigung erforderlich

Hier ist eine wirtschaftliche Betrachtung erforderlich. Die Gegenüberstellung der Herstellungs- und Betriebskosten des Speicherbehälters gegenüber den zu erwartenden ausbleibenden Ernteerträgen bei ausbleibender oder unzureichender Beregnung.

### **2.4.3 Einsatz von parallel betriebenen Pumpen zur Druckerhöhung**

Wenn das Pumpensystem zur Wasserversorgung geplant wird, ist es in der Regel sinnvoll, sich für ein System mit mehreren parallel betriebenen Pumpen zur Druckerhöhung zu entscheiden, weil diese Lösung kleinere Motoren erfordert.

Weitere Vorteile sind:

- Reduzierung des Anlaufstroms
- Reduzierung von Druckstößen/Wasserschlag beim Ein- und Ausschalten
- Möglichkeit einer Förderstromanpassung in Abhängigkeit von der Pflanzenart und dem Bewässerungsbedarf ohne zusätzliche Kosten

## **3. Kulturen und deren Wasserbedarf**

Alle Kulturpflanzen benötigen Nährstoffe, Wasser, Luft und Sonne, um zu gedeihen.

Die richtige Mischung aus allem trägt zum Erfolg der Ernte bei. BPK Brunnen und Pumpen Service kann dabei Hilfestellung leisten – und zwar durch die Lieferung geeigneter Bewässerungspumpen.

Sich auf natürliche Niederschläge zu verlassen, ist vielleicht die einfachste Form, die Kulturen mit Wasser zu versorgen. Aber wenn mehr Wasser benötigt wird, als durch Niederschläge zur Verfügung steht, kommt man um eine künstliche Bewässerung nicht herum.

Die zur Bewässerung benötigte Menge hängt von drei Hauptfaktoren ab, die unbedingt zu beachten sind:

- natürlich vorhandene Wassermenge (effektiver Niederschlag)
- von den Anbaupflanzen benötigte Wassermenge
- klimatische Bedingungen.

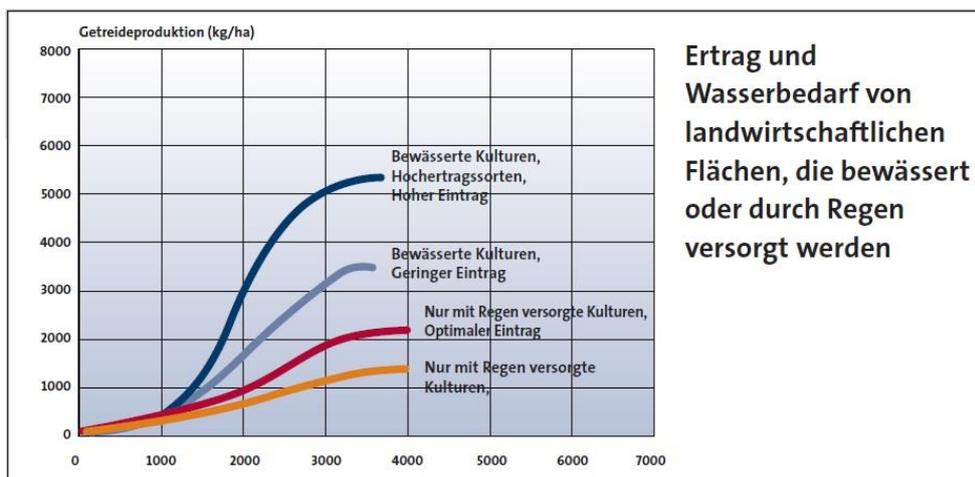
Diese drei Punkte werden in diesem Kapitel ausführlich behandelt. Sie vernünftigmite inander zu verknüpfen, ist der Schlüssel zu einem effektiven Einsatz von Bewässerungssystemen.

### 3.1 Jährliche Niederschlagsmenge

Die erforderliche Bewässerungsmenge hängt von der jährlichen Niederschlagsmenge und deren Verteilung ab. In Abhängigkeit von der jährlichen Niederschlagsmenge kann man eine Einteilung in unterschiedliche Klimazonen

vornehmen.

- Feucht: über 1200 mm Niederschlag im Jahr. Diese Menge deckt den Wasserbedarf für viele Kulturpflanzen vollständig ab. Eine Bewässerung ist in der Regel nicht erforderlich, kann aber den Ertrag in manchen Jahren erheblich steigern.
- Halb feucht und halb trocken: zwischen 400 und 1200 mm Niederschlag im Jahr. Diese Menge reicht für viele Kulturpflanzen nicht aus. Eine Bewässerung erhöht den jährlichen Ertrag und macht den Anbau in trockenen Perioden erst möglich.
- Halb trocken, trocken und Wüsten: weniger als 400 mm Niederschlag im Jahr. Eine Bewässerung ist unumgänglich.



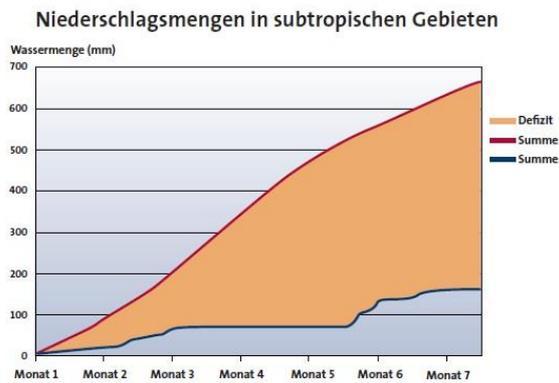
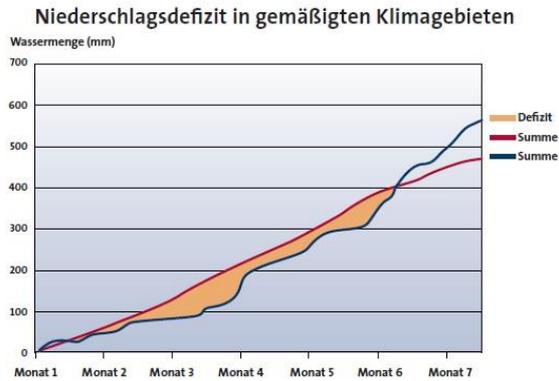
*Eine Bewässerung kann den Ertrag merklich steigern, verbraucht aber auch erheblich mehr Wasser. (nach Crops and Drops: der optimale Einsatz von Wasser in der Landwirtschaft, FAO, 2002)*

#### 3.1.1. Die Notwendigkeit zur Bewässerung

Eine Bewässerung ist erforderlich, wenn ein Mangel an Niederschlag auftritt. Sogar in Gebieten, wo die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge ausreicht, um den durchschnittlichen Wasserverlust der Pflanzen durch Verdunstung auszugleichen, ist zu bestimmten Zeiten eine Bewässerung erforderlich.

Diese Situation tritt jedes Jahr in trockenen und halbtrockenen Gebieten ein, wie z.B. den Mittelmeerregionen von Europa. In feuchten und halb-feuchten Gebieten, wie z.B.

Nordeuropa, treten Niederschlagsdefizite nur in manchen Jahren und dann auch nur zeitlich begrenzt während der Wachstumszeit der Anbaupflanzen auf.



*Kritische jährliche Niederschlagsmengen*

### 3.1.2. Gesammelte Daten

Der Wasserbedarf für Kulturpflanzen und die Bewässerungsmenge sind in einigen Ländern genau bekannt und werden vom Landwirtschaftsministerium, dem Bewässerungsamt oder anderen örtlichen Behörden herausgegeben. Falls dies nicht der Fall ist, müssen die benötigten Daten an Ort und Stelle berechnet werden.

Die Grundgleichung zur Berechnung des Bedarfs an Bewässerungswasser ist:

#### Berechnung des Bewässerungsbedarfs



### 3.2 Wasserbedarf von Kulturpflanzen

Die Wurzeln der Pflanzen entziehen dem Erdboden Wasser, damit die Pflanzen wachsen und überleben können. Der größte Teil des Wassers verdunstet wieder über die Blattoberflächen.

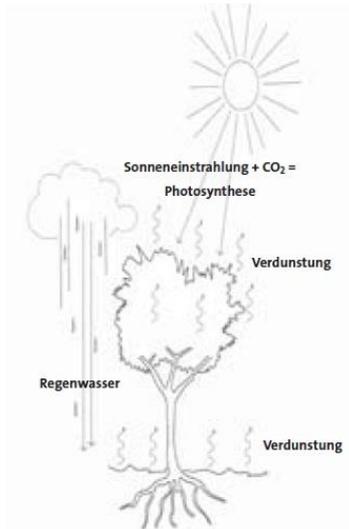
Von einer offenen Wasseroberfläche, die sich auf dem Erdboden oder auch auf den Blättern der Pflanzen befinden kann, verflüchtigt sich das Wasser direkt durch Verdunstung.

Der Wasserbedarf von Pflanzen wird deshalb als "Evapotranspiration" bezeichnet – eine Wortschöpfung bei der die englischen Worte Transpiration und Evaporation zusammengefügt wurden. Dieser Wasserbedarf wird im Allgemeinen in mm/Tag, mm/Monat oder mm/Saison angegeben.

Für Pflanzen sind die Wasseraufnahme und die Abgabe durch Evapotranspiration lebenswichtig. Sie sorgen für das Erreichen eines hohen Ertrages von guter Qualität.

Die Wasserzufuhr erlaubt den Pflanzen:

- das Sonnenlicht zu nutzen, um durch Photosynthese organisches Baumaterial herzustellen
- wichtige Nährstoffe aus dem Boden zu ziehen
- die Temperatur auf der Blattoberfläche zu steuern



*Bei der Photosynthese wandeln die Pflanzen Wasser, Kohlendioxid und Sonnenlicht in organische Substanzen und Sauerstoff um.*

Beispiele für den Wasserbedarf von Kulturpflanzen Sie haben Kulturen in einer warmen, sonnigen Umgebung mit einem Wasserbedarf von 10 mm/Tag angebaut. Bedenken Sie, dass diese 10 mm nicht jeden Tag zugeführt werden müssen. So können auch 50 mm Bewässerungswasser alle 5 Tage bereitgestellt werden. Denn der Wurzelbereich speichert das Wasser solange, bis die Pflanzen es brauchen.

Die drei Hauptfaktoren, die den Wasserbedarf der Kulturpflanzen bestimmen, sind:

- das Klima: Kulturen, die in heißen Klimazonen wachsen, benötigen mehr Wasser pro Tag als Kulturen in wolkenreichen und kalten Klimazonen
- die Pflanzenart: Reis oder Zuckerrohr benötigen mehr Wasser als Karotten oder Oliven
- der Fruchtstand: voll entwickelte Anbaupflanzen benötigen mehr Wasser als neu gepflanzte.

### **3.2.1 Das Klima**

Kulturpflanzen, die in sonnigen, warmen Klimazonen wachsen, benötigen selbstverständlich mehr Wasser pro Tag als z.B. Mais, der in wolkenreichen und kalten Klimazonen gedeiht. Aber auch die Feuchtigkeit und die Windgeschwindigkeiten fließen in diesen Vergleich mit ein.

### **3.2.2 Die Pflanzenart**

Zwei Faktoren beeinflussen den Wasserbedarf der Kulturpflanzen bezogen auf die Pflanzenart – zum einen die Pflanzengröße nach vollständiger Entwicklung und zum anderen die Dauer der Wachstumsphase.

- Pflanzengröße: Maispflanzen ziehen sehr viel mehr Wasser als Weizen.
- Dauer der Wachstumsphase: Kulturen mit kurzer Wachstumsphase wie z.B. Erbsen

benötigen 90-100 Tage bis zur Reife; Kulturen mit langer Wachstumsphase wie z.B. Melonen benötigen 120-160 Tage bis zur Reife.

Während zum Beispiel der tägliche Wasserbedarf von Melonen kleiner als der von Erbsen ist, ist der Wasserbedarf über die gesamte Saison (Vegetationsperiode) bei Melonen höher als bei Erbsen, weil die gesamte Wachstumsphase von Melonen länger dauert.

Nach der Hälfte der Wachstumszeit benötigen einige Kulturen nicht mehr die gleiche Menge Wasser wie zu den Spitzenzeiten. Frischgemüse und Frischobst, wie z.B. Kopfsalat, Tomaten und Melonen haben bis zur Erntezeit einen gleichmäßig hohen Wasserbedarf.

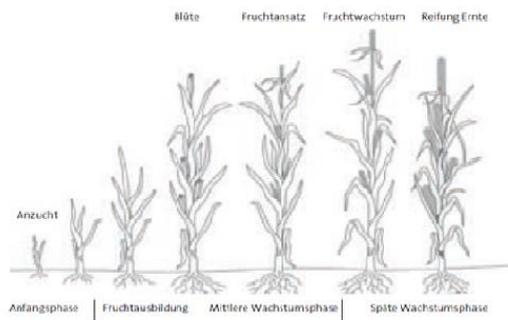
Der Einfluss der Pflanzenart auf den täglichen wie auch auf den auf die Wachstumszeit bezogenen Wasserbedarf wird im folgenden Abschnitt behandelt.

### **3.2.3 Fruchtstand**

Evapotranspiration bezeichnet die Verdunstung der Pflanzen zusammen mit der Verdunstung von Wasser von der Boden- und der Pflanzenoberfläche. Kleine Pflanzen benötigen weniger Wasser als voll entwickelte. Andererseits ist die Verdunstung vom Erdboden größer, wenn die Pflanzen noch klein sind, weil ein größerer Bodenbereich der Sonne und dem Wind ausgesetzt ist.

Beachten Sie, dass die Kulturen normalerweise ungefähr 50% weniger Wasser benötigen als zu den Spitzenzeiten während der mittleren Wachstumsphase, wenn die Pflanzen blühen und Frucht ansetzen. Zu diesem Zeitpunkt ist der Wasserbedarf am höchsten. Beachten Sie, dass Ihr Bewässerungssystem auf diesen Bedarf ausgelegt sein sollte.

Wieder spielen die klimatischen Verhältnisse eine wichtige Rolle für den Wasserbedarf von Kulturpflanzen. Beachten sie die Unterschiede, die bei denselben Kulturen auftreten, wenn sie in verschiedenen Klimazonen angebaut werden.



### 3.2.4 Effektiver Niederschlag

Im Gegensatz zur vielleicht vorherrschenden Meinung kann nicht das gesamte Niederschlagswasser von den Pflanzen aufgenommen werden. Vieles versickert tief im Boden, ein anderer Teil fließt über wasserundurchlässige Oberflächen ab. Der Wurzelbereich speichert das verbleibende Regenwasser. Diese Niederschlagsmenge – angegeben in Millimetern - wird als effektiver Niederschlag bezeichnet.

Das Klima, der Bodenaufbau, die Bodenbeschaffenheit und die Bewurzelungstiefe haben Einfluss auf die effektive Niederschlagsmenge. Wo der Niederschlag kräftig ausfällt, geht ein hoher Prozentsatz durch Versickerung und Abfließen verloren. Der gesättigte Boden kann dann kein Wasser mehr aufnehmen.

Ein anderer Faktor, der bei der Einschätzung der effektiven Niederschlagsmenge berücksichtigt werden muss, ist die Verteilung der Niederschlagsmengen über die Jahre. Besonders in Gebieten mit geringen Niederschlagsmengen fällt der wenige Regen auch häufig unregelmäßig. Ein Jahr kann ziemlich trocken ausfallen, das andere dafür verhältnismäßig feucht.

Die Abschätzung des effektiven Niederschlags erfolgt – soweit verfügbar – anhand gemessener Niederschlagsmengen und durch Informationen von örtlichen Behörden.

Die Angaben beziehen sich in der Regel auf einen Monat.

Wenn der effektive Niederschlag zu gering ausfällt, nimmt der Gehalt an Mineralien und Salzen in Ihrem Bewässerungswasser zu. Dadurch erhöht sich der Salzgehalt im Boden und das hat negative Folgen für die Pflanzen.

### 3.3 Andere Anwendungen

### **3.3.1 Luftverbesserung**

Um die Luftqualität in großen Städten zu verbessern, lassen besonders Regierungen in Asien einen grünen Gürtel aus Bäumen und Sträuchern rund um die Stadt anpflanzen, um einen Schutzwald gegen Stürme zu schaffen. Diese Windbrecher dämpfen den Wind und reduzieren damit den Staubanfall. Zusätzlich verbessern

sie allgemein das Mikroklima in der geschützten Zone. In Wüstengebieten verhindern großflächige Anpflanzungen die weitere Ausbreitung der Wüste, indem sie Sand und Staub binden.

Um diese Vegetationen gedeihen zu lassen und so einen ausreichenden Schutz gegen Sand und Staub sicherzustellen, sind geeignete Bewässerungssysteme erforderlich – ganz besonders während der Trockenperioden.

### **3.3.2 Brandschutz**

Ein Beregnungssystem zum Brandschutz dient nicht zum aktiven Feuerlöschen. Es sorgt vielmehr dafür, dass Grünflächen in der Umgebung von Krankenhäusern, Schulen, usw. feucht gehalten werden und so als Pufferzone oder Schutzraum bei Großbränden dienen.

Totes Gestrüpp, abgestorbene Bäume und trockenes Gras sind gefährliche Brennstoffe, die die Ausbreitung eines Feuers fördern. Saftige Rasenflächen und Olivenhaine haben sich dagegen als feuerhemmend erwiesen – vorausgesetzt sie sind ausreichend bewässert und großflächig genug.

## **4. Qualität des Bewässerungswassers**

Wasser für die Bewässerung stammt im Allgemeinen aus folgenden Quellen:

- Regenwasser
- Oberflächenwasser
- Grundwasser

In vielen Fällen enthält das Wasser verschiedene Metalle, Mineralien, Salze und manchmal sogar Biozide oder Krankheitserreger. Diese müssen vor Nutzung des Wassers entfernt werden. Dazu können verschiedene Methoden eingesetzt werden.

### **4.1 Schlauchfilterung**

Dieses mechanische und biologische Filtersystem entfernt gelöste Mineralien, Salze, Keime und Biozide, die im Wasser enthalten sind.

Die Durchlässigkeit des gewählten Schlauchfilters muss direkt auf die Substanz abgestimmt sein, die entfernt werden soll. Der Feinheitgrad, der für jeden Schlauchfilter in  $\mu\text{m}$  angegeben ist, wird durch die Größe der offenen Maschenweite bestimmt, die während des Webprozesses entsteht. Je kleiner der Wert ist, umso kleinere Partikel werden zurückgehalten.

Vorgeschaltete Schlauchfilter entfernen zunächst groben Schmutz, Sedimente, Öle usw. aus dem Wasser. Sehr feine Schlauchfilter mit kleiner Mikrorate können dann gelöste Substanzen über einen Prozess entfernen, der der Umkehrosmose ähnelt.

Falls das Wasser säurehaltig, alkalihaltig, gasend oder aggressiv ist, muss es durch herkömmliche Filtration behandelt und chemisch stabilisiert werden. Für diesen Prozess werden offene Behältersysteme mit effizienter Belüftung empfohlen.

#### **4.2 Karbonisierung**

In verschiedenen sehr nährstoffreichen Böden verbessert eine Karbonisierung des verrieselten Wassers das Pflanzenwachstum um 10 – 20 %. Hauptsächlich wird komprimiertes CO<sub>2</sub> und/oder CO<sub>3</sub> aus Gasflaschen zugesetzt.

#### **4.3 Direkte Düngung**

Einige Nährstoffe, die für das Pflanzenwachstum erforderlich sind, können direkt in das Bewässerungswasser gemischt werden. Die Düngemittelzufuhr über das Bewässerungswasser reduziert die Arbeitskosten und auch die Gefahr, dass das Düngemittel bei starken Regenfällen ausgewaschen wird, wird deutlich gemindert.

#### **4.4 Ionenaustausch**

Ein hoher Salzgehalt des Wassers kann ein Problem für das gesunde Pflanzenwachstum darstellen. Der Einbau eines Ionenaustauschers zur Reduzierung des Salzgehaltes ist eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen. Chemikalien, wie z.B. Harnstoff (46% Stickstoff) und Mikromineralien, die Ca<sup>++</sup> und Mg<sup>++</sup> enthalten, können dem Bewässerungswasser zugefügt werden, um das Wasser für die

Pflanzen verträglicher zu machen.

Die Methode des Ionenaustausches kann auch zur Enthärtung von Wasser verwendet werden. Der effektivste Weg, um hartes Wasser für den Hausgebrauch zu behandeln, ist der Einbau eines Harz-Ionenaustauschers. Dieser Enthärter arbeitet am wirkungsvollsten bei pH-Werten zwischen 7,0 und 8,0 und bei Wassertemperaturen unterhalb von 32°C. Wenn das harte Wasser durch den Enthärter strömt, werden Calcium und Magnesium durch Natrium ersetzt.

#### **4.5 Regelung des pH-Wertes**

Der pH-Wert Ihres Bewässerungswassers beeinflusst direkt die Verfügbarkeit der meisten Elemente - besonders der Mikronährstoffe – für die Pflanzen.

- Ein zu niedriger pH-Wert kann erhöhtes Wachstum von Mikronährstoffen zur Folge haben und so zu phytotoxischen Reaktionen bei einigen Pflanzenarten führen.
- Ein zu hoher pH-Wert kann verschiedene Elemente binden, die dann für die Pflanzen nicht mehr zur Verfügung stehen.

#### **Probleme bei Nichteinhaltung des optimalen pH-Bereiches:**

Ein niedriger pH-Wert führt zu:

- Toxizität durch Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn), Kupfer (Cu)
- Mangel an Calcium (Ca), Magnesium (Mg)

Ein hoher pH-Wert führt zu:

- Mangel an Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn), Kupfer (Cu), Bor (B)

Wenn der pH-Wert zum Beispiel zu hoch ist, könnte Eisen nicht mehr in ausreichender Menge verfügbar sein. Auch wenn Ihre Nährstofflösung einen optimalen Eisengehalt besitzt, können die Pflanzen das Eisen nicht aufnehmen. Dies führt zu Eisenmangelerscheinungen. Die Pflanzenblätter werden gelb und welk.

Verschiedene Kulturen bevorzugen spezielle Härtebereiche (siehe Beispiele):

<b>Kultur</b>	<b>Bevorzugter pH-Wert</b>
Kartoffeln	5,25 – 6,0
Wassermelonen	6,0 – 6,75
Luzerne	6,75 – 7,5

Falls das zur Verfügung stehende Wasser nicht den erforderlichen pH-Wert aufweist, kann dieser durch Zugabe eines entsprechenden Wirkstoffes direkt in den Bewässerungsstrom eingestellt werden. Dazu können folgende Mittel eingesetzt werden:

Zur Erhöhung des pH-Wertes: Kalkmilch, Natronlauge

Zur Senkung des pH-Wertes: Salpetersäure

## **5. Drainage**

Für Kulturpflanzen ist die Wasseraufnahme und die Evapotranspiration lebenswichtig, um einen hohen Ertrag bei bestmöglicher Qualität zu liefern. Zudem nutzen die Pflanzen die Evapotranspiration, das Sonnenlicht und die CO<sub>2</sub>-Aufnahme zur Produktion von organischen Substanzen aus den im Boden oder im Bewässerungswasser befindlichen Nährstoffen.

Außerdem wird die Pflanzenoberfläche auf einer für das Wachstum optimalen Temperatur gehalten.

Evapotranspiration, Photosynthese und Temperaturregulierung sind beeinträchtigt, wenn sich Metalle, Salze, oder auch Mineralien im Boden im Wurzelbereich anreichern. Für die meisten landwirtschaftlich genutzten Kulturen beträgt der maximal zulässige Salzgehalt ungefähr 0,1 %.

### **Salzanreicherung**

Eine Bewässerung mit 100 mm Wasser, das einen Salzgehalt von 0,1% aufweist, bedeutet einen Salzeintrag von 1,000 kg/ha. Wenn dieser zusätzliche Salzgehalt nicht durch natürlichen Niederschlag, der in den Zeiten fällt, wenn keine Bewässerung stattfindet, ausgewaschen wird, wird die Ertragskraft des Bodens drastisch vermindert.

Falls eine natürliche Versickerung während der bewässerungsfreien Zeiten unterbleibt, beträgt der maximal tolerierbare Salzgehalt 0,05%. Er ist abhängig von:

- dem Bodentyp

- den angebauten Pflanzen
- der Bewässerungsmethode

Einige Kulturpflanzen, wie z.B. Baumwolle vertragen eine Salzkonzentration von bis zu 0,3 % entsprechend 3000 T.D.S.

## Sättigung

Der Nährstoffgehalt kann erheblich absinken, wenn der Boden für lange Zeit mit Feuchtigkeit durchtränkt bleibt. Das Abdecken des Bodens ist dann eine Möglichkeit, eine Sättigung mit Feuchtigkeit zu vermeiden, wenn noch keine Nebeneffekte wie Faul- und Bodenzeretzungsprozesse aufgetreten sind. Diese Nebeneffekte entstehen nämlich dann, wenn dem Boden die Luft entzogen wird.

Eine effiziente Drainage ist deshalb äußerst wichtig, um einen optimalen Effekt durch die Bewässerung zu erzielen.

## Drainagegrad in Abhängigkeit von der Bodenart

Bodenart	Lösung	Tiefe	Positionierung
sandig	Gräben	ca. 120 cm	Um bewässerte Felder herum
verschlammte/lehmig	Unterirdisch verlegte Rohre	ca. 120-150 cm	Im Boden von bewässerten Feldern

## 6. Pumpenauswahl

Dieses Kapitel enthält grundsätzliche Informationen zu den Pumpen, die normalerweise zur Bewässerung eingesetzt werden.

Wir empfehlen deshalb zur Auswahl einer Pumpe, immer auch unser Pumpenauslegungsprogramm zu nutzen oder sich an den Pumpenhersteller zu wenden, um ausführliche Produktinformationen und Informationen zu Anwendungen zu erhalten, bevor Sie sich endgültig entscheiden. Die Pumpenauslegung ist zum Glück nicht so kompliziert wie die Wissenschaft zur Raketenentwicklung. Dennoch sind einige wichtige Dinge zu beachten, bevor die richtige Pumpe ausgewählt werden kann. Einige der im Folgenden aufgeführten Punkte sollten vor der Auslegung einer Pumpe bedacht werden.

### 6.1 Einflussfaktoren auf die Pumpenauslegung

#### 1) Korrekte Auslegung des Bewässerungssystems

Das Bewässerungssystem muss den Wasserbedarf der Kulturen decken können und eine wirtschaftliche Bewässerung ermöglichen.

Unterteilen Sie deshalb zunächst die zu bewässernde Fläche in Zonen mit unterschiedlichem Bewässerungsbedarf, um die oben genannten Vorgaben im Vorfeld optimal umzusetzen. Sie

können in den einzelnen Zonen z.B. unterschiedliche Kulturen anpflanzen oder vielleicht Einfluss darauf nehmen, welche Pflanzen der Sonne und dem Wind am meisten ausgesetzt sind. Sie können z.B. schattige oder geneigte Flächen für bestimmte Kulturen vorsehen.

## 2) Verschiedene Bewässerungssysteme

Die verschiedenen Bewässerungssysteme erfordern unterschiedliche Wassermengen und Förderdrücke. Deshalb muss das Bewässerungssystem vor der Pumpe ausgewählt werden.

Auch die Steuerung darf bei der Planung nicht vergessen werden. Sie regelt die Pumpenleistung und schaltet die Pumpe zu vorgegebenen Zeiten Ein und Aus. Denn Sie werden sicherlich Ihre kostbaren Wasserressourcen schonen wollen, indem Sie nicht bei direkter Sonneneinstrahlung oder starkem Wind bewässern. Eine Pumpensteuerung kann für einen optimalen Betrieb, der den Wasserbedarf der Kulturen und die Effizienz der Bewässerung berücksichtigt, programmiert werden.

Durch das zeitweilige Abschalten der Pumpe hat der Boden Zeit, das Wasser aufzunehmen. Beim späteren Wiedereinschalten der Pumpe hat sich das Aufnahmevermögen des feuchten Bodens verbessert und das kostbare Wasser wird besser genutzt.

## 3) Herkunft des Wassers

Die Herkunft des Wassers für die Bewässerung beeinflusst die Auswahl der Pumpe. So wurden Unterwasserpumpen speziell für Tiefbrunnen entwickelt, um Wasser aus bis zu mehreren hundert Metern Tiefe zu fördern. Wenn Sie hingegen Oberflächenwasser nutzen, können Sie verschiedene Pumpentypen verwenden.

## 4) Energieverbrauch

Pumpen und Motoren besitzen unterschiedliche Wirkungsgrade. Der Gesamtwirkungsgrad sollte vor der endgültigen Entscheidung für eine Pumpenanlage unbedingt berechnet werden. Denn Ihre Stromrechnung ist davon abhängig, wie viel Leistung Ihr Motor aufnimmt. Vergleichen Sie einfach den von der Pumpe gelieferten

Förderstrom und die Förderhöhe mit der vom Motor verbrauchten Energie.

Die Berechnung wird nach folgender Gleichung durchgeführt:

$$\text{Wirkungsgrad \%} = \frac{Q \times H}{P_1} \times 100$$

$$365 \times P_1$$

$$Q = \text{Förderstrom in m}^3/\text{h}$$

$$H = \text{Förderhöhe in m}$$

**$P_1$  = die Leistung in kW, die vom Motor benötigt wird.**

**Diese Leistungsaufnahme ist nicht mit der Leistungsangabe auf dem Typenschild des Motors zu verwechseln.**

Die meisten Pumpenhersteller können Ihnen die zur Berechnung erforderlichen Daten zur Verfügung stellen, so dass eine genaue Berechnung des Wirkungsgrades möglich ist.

## 5) Förderstrom

Zwei grundlegende Faktoren sind für den Förderstrom entscheidend:

- die Verfügbarkeit von Wasser
- der Wasserbedarf der Kulturpflanzen

Wenn Grundwasser zur Bewässerung verwendet wird, empfehlen wir häufig die Nutzung mehrerer Brunnen, um die Absenkung des Brunnenspiegels zu minimieren. Empfohlen wird auch der Einsatz mehrerer kleiner Pumpen statt einer großen Pumpe. Die Vorteile sind:

- Einfaches Zu- und Abschalten von Pumpen in Abhängigkeit vom Förderstrombedarf
- Minimierung von Leckagen, verursacht durch überhöhten Systemdruck
- Reduzierung des Energieverbrauchs, weil der Wasserspiegel nicht so stark absinkt
- eine negative Beeinflussung des Grundwasserleiters wird vermieden.

## 6) Druck

Der Systemdruck sollte so niedrig wie möglich gehalten werden, um:

- Leckagen zu reduzieren.
- mit Wasser sparsam umzugehen
- den Energieverbrauch zu senken

Aber ein bestimmter Mindestbetriebsdruck ist für eine ordnungsgemäße Funktion in der Regel erforderlich. Sonst ist die vom Hersteller des Bewässerungssystems angegebene Leistung nicht zu erreichen.

## 7) Zusätzliche Überlegungen

Unterwasserpumpen bieten zwei große Vorteile, wenn Wasser aus einem Becken oder See gefördert werden soll:

- Besserer Diebstahlschutz, weil sich die Pumpen unter Wasser befinden
- Die Geräuschemissionen beschränken sich auf Leitungen und Ventile

Bitte beachten Sie, dass bei einer horizontalen Aufstellung in einem Becken oder See ein Kühlmantel vorzusehen ist, um eine ausreichende Kühlung des Motors zu gewährleisten.

## 8) Variable Pumpenleistung

Die Drehzahlregelung ist die effizienteste Möglichkeit, um die Motorleistung an den Förderbedarf anzupassen. Weiterhin können zusätzliche Pumpen entsprechend zu- oder abgeschaltet werden.

BPK Brunnen- und Pumpen Service hat verschiedene Pumpen mit Drehzahlregelung im Programm und kann außerdem betriebsfertige Druckerhöhungspumpen mit einfach zu bedienenden Steuerungen anbieten. Verschiedene Hersteller von Bewässerungsausrüstung

haben ebenfalls Steuerungen entwickelt, die die Leistung von Einzelpumpen und Bewässerungszubehör optimieren.

## 9) Schutzeinrichtungen für Pumpen

BPK Brunnen- und Pumpen Service bietet Schalt- und Regelgeräte an, die Ihre Pumpe gegen die am häufigsten auftretenden Störungen schützen, wie z.B. Überlast, Über- oder Unterspannung, Phasenverschiebung (Stromasymmetrie) und unzureichende Kühlung.

## **Bewässerungshandbuch**

Wasser ist die Grundlage allen Lebens auf der Erde. Unser Trinkwasser ist für uns überlebenswichtig. Auch das Wasser zur Tränkung des Viehbestandes ist unverzichtbar um Viehzucht zu betreiben. Dies gilt ebenso für den Ackerbau. Mit der richtigen Mischung aus Sonne, Erde, Temperatur und Wasser kann pflanzliches Leben gedeihen. Manchmal jedoch kann die Natur aber auch eine helfende Hand gebrauchen.

Hilfe in Form von Bewässerung wird schon seit Tausenden von Jahren praktiziert. Eine Bewässerung kann den Ertrag und auch die Qualität der Ernte steigern – auch in Gebieten, wo natürliche Niederschlagsmengen bereits Landwirtschaft ermöglichen. Bei Grünflächen, die zur Erholung und für Freizeitaktivitäten genutzt werden, sorgt die künstliche Bewässerung dafür, dass der Rasen immer saftig grün und für den Erholungssuchenden attraktiv bleibt.

Auf die einzelnen zu berücksichtigenden Punkte wird an anderer Stelle in diesem Handbuch ausführlich eingegangen. Alle Punkte zusammen beeinflussen die Entscheidung, welche Bewässerungsmethode eingesetzt werden soll. Wenn das Wasser für Tränkung und Bewässerung aus einem Brunnen kommen soll, muß dafür natürlich erst einmal ein Brunnen gebohrt werden.

Zuerst müssen Sie jedoch eine Genehmigung der örtlichen zuständigen Behörden (untere Wasserbehörde) einholen!

In der Genehmigung ist normalerweise die Wassermenge festgeschrieben, die Sie entnehmen dürfen. Diese Entnahmemenge darf nicht überschritten werden.

Dabei wenden die örtlichen Behörden zur Überwachung der Entnahmemenge ganz unterschiedliche Methoden an, die jeweils eine spezielle technische Ausrüstung erfordern: Durchflussmesser, Wasseruhr, Betriebsstundenzähler, usw.

Dem Leser sei geraten sich genau an die Vorgaben der wasserrechtlichen Genehmigung zu halten, denn bei nicht Einhaltung der Auflagen drohen empfindliche Strafen welche schnell in die zehntausende Euro gehen können.

Quelle ist das Handbuch Bewässerungshandbuch der Firma Grundfos mit unseren Ergänzungen.