

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 78 (2016)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Anlageplanung und Verfahrenstechnik  
**Autor:** Hunger, Ruedi  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1082794>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Bewässerungsanlagen mit Grossflächenregner dominieren das Geschehen an der «Bewässerungsfront». Bilder: R. Hunger

# Anlageplanung und Verfahrenstechnik

**Die Bewässerungstechnik hat sich stark verändert. Insbesondere die Forderungen nach regulierbaren Verfahren, weniger arbeitsintensiven Methoden, effizientem Wassereinsatz und niedrigem Energiebedarf stehen heute im Vordergrund.**

**Ruedi Hunger**

Intensive Forschung auf pflanzenbaulichem, technischem und technologischem Gebiet hat verschiedene Entwicklungsschritte ausgelöst. Der erste Schritt war der Übergang von der Oberflächenbewässerung (Verrieselung) zur Rohrbewässerung. Seit mehr als zwanzig Jahren sind Beregnungsmaschinen Stand der Technik. Seit wenigen Jahren vollzieht sich aus Effizienzgründen und aufgrund kulturspezifischer Anforderungen der Übergang zur Tropfbewässerung.

Die Neuanschaffung einer kompletten Beregnungsanlage erfordert neben einer gründlichen Planung und einer fachgerechten Installation auch einen hohen Kapitaleinsatz. Bei ungünstigen Verhältnissen können die Investitionskosten für

die Wasserbereitstellung mehr als 50 % der gesamten Beregnungsanlage betragen. Auch die Betriebskosten können unterschiedlich hoch sein, weshalb alle Beregnungsmassnahmen für den jeweiligen Standort auf ihre Wirtschaftlichkeit berechnet werden sollen.

## Planung

Bei der Planung einer Beregnungsanlage sind eine Vielzahl von Faktoren zu berücksichtigen, entsprechend viele Fehler können daher gemacht werden. Wer nicht auf bereits vorhandene oder regionale Erfahrungen zurückgreifen kann, soll die Planung oder Teilplanung Fachleuten überlassen. Da zunehmend Genehmigungsverfahren erforderlich sind, müssen

vorerst folgende Abklärungen oder Berechnungen angestellt werden:

- Bewässerungsbedürfnis und Bewässerungswürdigkeit abklären
  - Ermittlung und Deckung des Wasserbedarf
  - Hydraulische Berechnungen anstellen (lassen)
  - Wichtige Bauteile und maschinell notwendige Anlagen planen
  - Kostenvoranschlag und Wirtschaftlichkeitsberechnung erstellen
- Hinsichtlich der Art von Beregnungsverfahren wird unterschieden zwischen ortsfesten, teilortsfesten und beweglichen Anlagen.
- Ortsfeste Anlagen bestehen aus fest verlegten Rohrleitungen (Pumpe bis Regner). Der Betrieb kann weitgehend





Teilortsfeste ist eine Anlage dann, wenn sie zwar beweglich, aber nicht ohne grösseren Aufwand versetzt werden kann.



Ortsfeste Bewässerungsanlagen gibt es vorwiegend in Dauerkulturen wie dieser Obstanlage im Südtirol.

automatisiert werden, daher kann der Arbeitszeitbedarf tief gehalten werden. Andererseits sind diese Anlagen kapitalintensiv. Sie werden vorwiegend in Dauerkulturen verwendet oder sind Teil von Meliorationsprojekten.

- Teilortsfeste Anlagen haben eine feste Pumpstation und einen festen Wasserbezugsort sowie eine unterirdisch verlegte Hauptleitung mit Hydranten. Solche Anlagen eignen sich für Einzelbetriebe mit arrondierten Flächen.
- Die beweglichen Beregnungsanlagen werden oberirdisch eingesetzt und müssen daher während der Bewässerungsperiode auf- und abgebaut werden. Entsprechend gross ist der Arbeitszeitbedarf. Die Anschaffungskosten sind aber geringer als bei anderen Anlagen.

### Beregnungsintensität

Bei der künstlichen Beregnung sind die optimale Beregnungsintensität und die Infiltrationsgeschwindigkeit des Wassers (Boden) von besonderer Bedeutung. Dabei werden die Einsatzgrenzen durch die Bodenbedeckung (Kultur), die Hangneigung und die Bodenart bestimmt.

- **Schwachregner:** Es kommen Düsenweiten von 4 bis 7 mm mit einem Volumendurchfluss von 1 bis 4 m<sup>3</sup>/h zum Einsatz. Daraus ergibt sich eine Beregnungsintensität von 3 bis 7 mm/h (bei 2–4 bar).
- **Mittelstarkregner:** Die Düsengrössen schwanken zwischen 8 und 20 mm. Bei einem betriebsdruck von 2,5 bis 6 bar, ergibt sich daraus eine Beregnungsintensität von 7 bis 20 mm/h.
- **Starkberegnung:** Bei der Starkberegnung werden Düsendurchmesser über 16 mm bei einem Betriebsdruck von 4 bis 6 bar eingesetzt. Dabei liegt der Volumendurchfluss über 20 m<sup>3</sup>/h, und die Beregnungsintensität beträgt mehr als 20 mm/h.

### Wasserverteilung/Verteiltechnik

Bewässerungsverfahren lassen sich in vier Gruppen unterteilen. Flächendeckende Verfahren werden in erster Linie in Intensivkulturen eingesetzt. Mobile versetzbare Verfahren werden vorwiegend für landwirtschaftliche Kulturen verwendet.

- Mikrobewässerung ermöglicht eine effiziente Wassernutzung. Bekannte Varianten sind die Tropfbewässerung, die

Sprühbewässerung und der Einsatz von Kleinregnern. Die Tropfbewässerung erfordert den geringsten Betriebsdruck und erzielt einen hohen Wirkungsgrad. Kleinregner oder Mikrodrehstrahlregner sind direkt auf der Rohrleitung montiert. Sie unterscheiden sich von den Schwachregnern (Reihenregner) durch geringeren Durchfluss und geringere Wurfweiten (niedrige Betriebsdrücke).

- Das Reihenregnerverfahren hat in der Regel mehrere Regnerstränge, die ab einer Hauptleitung gespeist werden. Bei der ortsfesten Rohrberegnung ist die Rohrleitung ober- oder unterirdisch fest verlegt.
- Teilortsfeste Anlagen sind zwar im Betrieb beweglich, können aber nicht ohne grössere Umbauarbeiten mit einem Schlag versetzt werden. Die bekanntesten Systeme sind Linear- und Kreisberegnungsmaschinen. Diese Verfahren erfordern eine grossstrukturierte Landbewirtschaftung mit Schlaggrössen ab 50 ha.
- Mobile Beregnungsanlagen kamen mit der Entwicklung trommelbarer Kunststoffrohre auf. Neben dem Einzug des

### Planungsfaktoren einer Bewässerungsanlage







Die Sprühbewässerung hat höhere Durchflussraten und benetzt eine grössere Fläche als die Tropfbewässerung.

Regnerwagens oder -schlittens ist auch die Führung der Regnerleitung beim Auftrommeln und das Ausheben des Regnerwagens in Transportstellung automatisiert.

Mehrheitlich sind die Beregnungsmaschinen mit Grossflächenregner, die eine Beregnungsintensität von 15 bis 30 mm/h aufweisen, ausgerüstet. Zur vollen Nutzung der möglichen Wurfweite, vor allem aber für eine gute Strahlaufösung ist ein Wasserdruck am Hydranten ab etwa 7 bis 8 bar bzw. am Regner ab 4 bis 5 bar erforderlich.

### Anforderungen an Leitungsmaterial

Die gängigen Rohrquerschnitte bei mobilen Beregnungsmaschinen liegen zwischen 65 und 140 mm. Die Schlauchlänge hängt von der Trommelgrösse und dem Rohrquerschnitt ab. Je länger der Schlauch, desto grösser sollte der Schlauchquerschnitt sein. Eine typische Anlagengrösse sind 300 m. Für grössere Feldlängen kommen 500 bis 600 m zum Einsatz. Grosse Rohrtrommeln die mehr als 750 m Schlauch fassen sind selten.

Der Zugkraftbedarf für das Ausziehen der Kunststoffrohre ist nicht zu unterschätzen. Verschiedene Zugkraftmessungen an 500 m langen Rohren ergaben, abhängig von Bewuchs und Feuchtigkeit, Messwerte von 4000 daN und mehr. Insbesondere wenn das gefüllte Rohr zwischen den Fahrspuren in trockenen Grasbeständen ausgezogen wird, steigt die Zugkraft kontinuierlich zur Auszuglänge relativ stark an. Dadurch werden nicht nur hohe konstruktive Anforderungen an die Maschine gestellt, auch die Qualität des Polyesterrohres muss entsprechend gut sein.

### Regner oder Düsen

Bei Grossflächenregnern sind Düsen-durchmesser von 20 bis maximal 40 mm gängig. Zu kleine Düsen haben hohe Druckverluste zur Folge, erzeugen aber feinere (kleinere) Tropfen. Grosse Düsen geben mehr Wasser bei grösserer Wurfweite ab. Dadurch steigt aber die Aufprallenergie der Wassertropfen. Der Regnerstrahlanstiegswinkel kann verstellt werden. Die Empfehlungen liegen bei etwa 30° bei windstillen Bedingungen. Bei windigem Wetter kann ein flacherer Winkel gewählt werden. Der Nutzen wird oft überschätzt, und nicht zu vergessen ist, dass sich dabei die nutzbare Arbeitsbreite verändert. Als Richtwert dürfte ein Strahlanstiegswinkel von etwa 23° den Praxisbedingungen gerecht werden. Bei Windeinfluss ist das Beregnen mit Grossflächenregner immer ungenau. Kaum Probleme durch Windeinfluss gibt es beim Düsenwagen. Dafür können Masten und Bäume hinderlich sein. Sie stellen aber kein unüberbrückbares Hindernis dar. Durch einen Drehkranz kann das Gestänge geschwenkt und damit das Hindernis «umfahren» werden. Für die Düsen ist ein Betriebsdruck um 1,5 bar richtig (Betriebsanleitung beachten).

### Einzugsgeschwindigkeit

Bei älteren Beregnungsmaschinen ohne jegliche Steuerung oder Regelung der Einzugsgeschwindigkeit wird diese grundsätzlich immer schneller. Die Differenz der Einzugsgeschwindigkeit kann sich im Bereich von 20 bis 200 % verändern. Dies wirkt sich direkt auf die Wasserverteilung in Längsrichtung aus. Die Ursache hierfür sind die Anzahl Rohrlagen auf der Trommel (Lagensprung) und Drehzahlveränderungen der Rohrtrommel als Folge abnehmender Zugkräfte.

## Planungsbeispiel

Zur Berechnung einer Beregnungsanlage werden folgende Grössen berücksichtigt:

- Beregnungsfläche (F, in ha)
- tägliche Betriebsstunden (t, in Std.)
- Beregnungsturnus (T, in Tagen)
- Beregnungshöhe (H, in mm)

Während die tägliche Einsatzdauer und die Beregnungsfläche betriebsspezifische Daten darstellen, ist der Beregnungsturnus von der Evapotranspirationsrate (Verdunstung) und der nutzbaren Feldkapazität abhängig. Die Beregnungshöhe wird durch das Beregnungsziel und das Wasserspeichervermögen des Bodens bestimmt. Geschlossene Kulturbestände erhalten im Mittel 20–25 mm, bei guter Speicherfähigkeit 30 mm.

Der stündliche Wasserbedarf (Q, in m<sup>3</sup>/h) lässt sich aufgrund dieser Grössen wie folgt berechnen:

$$Q = \frac{F \times H \times 10}{T \times t}$$

Durch entsprechende Formelumstellung lassen sich auch andere Grössen berechnen. Beispiel für Beregnungshöhe:

$$H = \frac{Q \times T \times t}{F \times 10}$$

Die Beregnungsdauer je Aufstellung (Ah) errechnet sich nach folgender Formel:

$$Ah = \frac{H \times F \times 10}{Q}$$

Aus dem errechneten Wasserbedarf eines Beregnungsturnus (10 Tage) wird der gesamte Jahreswasserbedarf berechnet – eine entscheidende Grösse für die Planung.

Die mechanische Steuerung allein reicht nicht aus, um die Geschwindigkeit über die Rohrlänge konstant zu halten, weil nur die Lagensprünge berücksichtigt werden. Erst die elektronische Regelung berücksichtigt Lagensprung und Drehzahl, womit die Wasserverteilung von Anfang bis zum Ende des Einzuges konstant gehalten wird.

### Fazit

Ohne sorgfältige Planung – keine Bewässerungsanlage. Je nach Anlagegrösse und Komplexität kann eine seriöse Planung auch ein Jahr und mehr in Anspruch nehmen. ■





Marco Stefani, 079 341 47 02  
Beeindruckend einfach!

# MF 4700 | 75-95 PS

SETZT NEUE STANDARDS. EINFACH GENIAL.

## GVS Agrar

GVS Agrar AG  
Im Majorenacker 11  
CH-8207 Schaffhausen  
info@gvs-agrar.ch  
www.gvs-agrar.ch

1734 TENTLINGEN, Jungo Landmaschinen AG  
2575 HAGNECK, Dubler Agrar Service  
3088 RÜEGGISBERG, Ramseyer Landtechnik AG  
3147 MITTELHÄUSERN, Fiechter Landmaschinen GmbH  
3179 KRIECHENWIL, Hämmerli AgroTech AG  
3225 MÜNTSCHEMIE, Jampen Landmaschinen AG  
3425 KOPPIGEN/HINDELBANK, Käser Agrotechnik AG  
3433 SCHWANDEN I. E., Toni Siegenthaler AG  
3617 FAHRNI B. THUN, Walter Streit AG  
4451 WINTERSINGEN, Flückiger Agritech AG  
4624 HÄRKINGEN, Studer & Krähenbühl AG  
4944 AUSWIL, S. Flückiger AG  
5062 OBERHOF, Kuoni Landtechnik AG  
5316 LEUGGERN, Märki Landmaschinen  
5502 HUNZENSCHWIL, Odermatt Landmaschinen AG  
6026 RAIN, Burkart Landmaschinen GmbH  
6064 KERNS, Flück Landmaschinen + Fahrzeuge AG  
6130 WILLISAU, Kronenberg Hans AG  
6166 HASLE, Urs Unternährer AG

6260 REIDEN, A. Leiser AG  
6314 UNTERÄGERI, Merz Karl  
6418 ROTHENTHURM, Moser Martin  
7205 ZIZERS, Kohler Landmaschinen AG  
8193 EGLISAU, Landmaschinenstation Eglisau AG  
8214 GÄCHLINGEN, GVS Agrar AG  
8308 MESIKON-ILLNAU, Gujer Landmaschinen AG  
8442 HETTLINGEN, Vögeli & Berger AG  
8476 UNTERSTAMMHEIM, Brack Landtechnik AG  
8566 LIPPOLDSWILEN, Mühlethaler Technik AG  
8580 HAGENWIL BEI AMRISWIL, Schönenberger Landtechnik  
8867 NIEDERURNEN, Landmaschinen Pfeiffer AG  
9050 APPENZELL, Fritsche Martin  
9125 BRUNNADERN, Kunz Landmaschinen  
9204 ANDWIL, Sutter Landmaschinen GmbH  
9424 RHEINECK, Lantech AG  
9445 REBSTEIN, Maschinencenter Rebstein AG  
9494 SCHAAN, Wohlwend Damian Anstalt  
9556 AFFELTRANGEN, Märli AG

MASSEY FERGUSON IS A WORLDWIDE BRAND OF AGCO.  **AGCO**  
Your Agriculture Company  **MASSEY FERGUSON**