

SERIE Beregnung



Wirtschaftlichkeit
Technik
Einsatzstrategien

Beregnung: Von der Düse bis zum Bohrloch

Moderne Beregnungsanlagen arbeiten mit ausgefeilter Technik. Wir geben einen kompakten Überblick über Anlagen, Pumpen, Leitungen und Hydranten.

In Westeuropa versorgen die meisten Beregnungs-Praktiker ihre Felder mit Trommel-Maschinen. Die Trommel wird am Feldrand in Stellung gebracht und der Regnerwagen plus Schlauch per Schlepper ausgezogen. Wenn die Trommel auf einem Drehkranz sitzt, kann der Schlauch in alle Richtungen ausgezogen werden. Andere Möglichkeit: Das Regnerstativ bleibt stehen und der Schlepper zieht die Trommel über den Acker.

Zum Beregnen zieht die Trommel den Regner wieder ein. Der Antrieb arbeitet meist per Wasserturbine. Dabei kommt es auf die exakte Regelung an, denn je mehr Rohr aufgewickelt ist, desto größer wird der Durchmesser der Trommel. Bei mo-

dernen Anlagen erkennt der Beregnungscomputer den Durchmesser und regelt dazu passend die Drehzahl der Turbine. Die meisten Anlagen haben ein Getriebe mit 2 bis 4 Gängen, die Regenmenge lässt sich über Tabellenwerte einstellen.

Bis zu 7 t Zugkraft

Der Leistungsbedarf der Turbine liegt zwischen 0,5 und 1,5 bar. Durch die Untersetzung erreichen große Anlagen mit Turbinenantrieb Zugkräfte bis zu 7 t.

Der solarbetriebene Computer steuert auch die Vor- und Nachberegnung am Start und Ende des Feldes. Auf Wunsch lässt er sich mit einem GSM-Modul für

SMS aufrüsten, um die Anlage dann per Handy zu starten und zu stoppen oder Fehlermeldungen zu empfangen.

Bei landwirtschaftlichen Trommelanlagen liegen die gängigen Rohrquerschnitte zwischen 65 und 140 mm. Die Länge der Rohre hängt von der Trommelgröße und dem Rohrquerschnitt ab. Je länger das Rohr, desto größer sollte der Querschnitt sein. Typische Anlagengrößen sind 300 m für Gemüsebetriebe sowie für größere Betriebe mit Kartoffelanbau 500 bis 600 m (der Löwenanteil bei den meisten Herstellern). Die größten – aber eher seltenen – Maschinen erreichen bis zu 750 m.

Die Preise starten bei ca. 8000 € (300 m, 65 mm Rohrdurchmesser) plus 600 bis



*Standard in Westeuropa:
Trommelberegnungs-
maschine mit „Kanone“.*



Große Anlagen erreichen Rohrlängen von bis zu 750 m. Eine Wasserturbine rollt den Schlauch über ein Getriebe wieder auf.



Moderne Anlage mit Computer-Steuerung: Über ein GSM-Modul lässt sich die Maschine per SMS steuern und überwachen.

1 000 € fürs Regnerstativ. Die größten Anlagen kosten bis über 50 000 €.

Die Vorteile der Trommelanlagen:

- Mobil und flexibel
- Einsatz auf mehreren Flächen
- Beregnung ausgewählter Kulturen
- Auch für unregelmäßige Schläge
- Je nach Schlauchlänge und Kanone bis zu 5 ha in einem Beregnungstreifen
- Je nach Ausstattung auch zum Ausbringen von Gülle und Abwasser

Die Nachteile:

- Relativ hohe Druckverluste durch lange Zuleitung zum Regner
- Hoher Druck (bis 11 bar) erforderlich, dadurch höhere Betriebskosten
- Auf großen Flächen höhere Rüstzeit im Vergleich zu Pivot- oder Linearanlagen

Kanone oder Düsenwagen?

Zur Wasserabgabe gibt es Weitstrahlregner (Kanonen) oder Düsenwagen. Die **Kanonen** erreichen je nach Typ und Druck Weiten von 30 bis 70 m. Theoretisch entspricht die doppelte Weite der Arbeitsbreite. Durch Wind und Überlappung bleiben davon ca. 85 % nutzbar. In der Landwirtschaft sind Düsenquerschnitte von 20 bis 40 mm gängig. Zu kleine Düsen haben einen hohen Druckverlust, erzeugen aber kleinere Tropfen mit weniger Energie, große Düsen geben mehr Wasser mit größerer Wurfweite ab. Dadurch steigt die Aufprallenergie.

Vorteile der Kanone:

- Große Wurfweite, große Streifenbreite
- Niedrige Intensität, das Wasser hat mehr Zeit zum Versickern
- Große Gaben möglich
- Keine Probleme durch Bäume, Masten etc.
- Geringe Rüstzeiten
- Niedrige Kosten (800 bis rund 1 000 €)
- Einsatz in höheren Kulturen möglich

Die Nachteile:

- Große Tropfen, höhere Aufprallenergie, Bodenverdichtungen, Schäden an sehr empfindlichen Kulturen
- 6 bis 10 bar Druck notwendig, hoher Energieaufwand
- Windempfindlich, höhere Verluste

Düsenwagen (Auslegerstative) arbeiten mit düsenbestückten Auslegern. An den Enden lassen sich zusätzlich so genannte Endregner montieren. Mit Reichweiten bis 15 m vergrößern die kleinen Kanonen die Arbeitsbreite des Wagens um bis zu 30 m.

Bäume oder Masten sind in diesem Bereich kein Problem. Doch auch mit dem Ausleger lassen sich Hindernisse umfahren. Dazu schwenkt man das Gestänge auf einem Drehkranz und umfährt so das Hindernis. Das geht allerdings nicht automatisch und kostet Zeit. Düsenwagen gibt es mit Arbeitsbreiten von bis zu 100 m. Die Kosten bewegen sich zwischen 2 500 € für Einstiegsgeräte und 35 000 € für die größten, vollhydraulischen Modelle.

Die Vorteile:

- Gleichmäßigere Verteilung
- Kleine Tropfenform, auch für empfindliche Kulturen
- Windunempfindlich, pflanzennahe Ausbringung
- Niedriger Druck und Energiebedarf



Nachteile der Düsenwagen:

- Höhere Rüstzeiten
- Höhere Intensität bei großen Mengen, das Wasser konzentriert sich auf einem schmalen Streifen
- Höhere Investitionskosten
- Erhöhter Aufwand bei Hindernissen
- Begrenzt in hohen Kulturen

Effizient auf großen Flächen

Pivot- und Linearregner haben ihre Stärken in Regionen, wo das Wasser knapp ist, nicht die Fläche. Beide Anlagentypen arbeiten mit abgespannten Rohrkonstruktionen. Etwa alle 60 m steht ein Fahrturm mit zwei elektrisch angetriebenen Rädern. Weil sich die Maschinen langsam fortbewegen, reichen 0,75 bis 1 PS aus.

Die Anlagen können unterschiedliche Düsen tragen. Standard-Sprühdüsen arbeiten mit 0,8 bis 1 bar und kosten rund 3 €. Ihre Arbeitsbreite ist begrenzt, so dass die Intensität recht hoch ausfällt. Neue Düsen mit drehender Prallplatte (z.B. „i-Wob“) bieten 30 % mehr Wurfweite. Die Intensität im Beregnungstreifen nimmt ab, der Boden hat mehr Zeit, das Wasser aufzunehmen.

Ein Pivot-System bzw. eine Kreisregneranlage rotiert mit einem bis zu 1 000 m langen Ausleger um einen festen Ankerpunkt in Feldmitte. Ein einfacher Mechanismus steuert die Fahrturme: Der äußerste Fahrturm gibt die Geschwindigkeit vor. An jedem Turm ermittelt ein Sensor die Abwinkelung der flexiblen Verbindung in der Rohrleitung und erkennt so, wann sich der Fahrturm in Bewegung setzen muss. Alle inneren Türme folgen also dem äußeren in leichter Bogenform.

Vorteil ist der einfache Aufbau und die zentrale Wassereinspeisung.

Als Alternative zur Regnerkanone kann auch ein Düsenwagen eingesetzt werden. *Fotos: Werkbilder*



Vorteil der Pivot-Anlage: Wassereinspeisung am zentralen Ankerpunkt.

Bei der Ausnutzung der Fläche hat die Anlage Schwächen: Eine Pivotanlage erfasst von einem idealen, quadratischen Schlag etwa 79 %. Durch eine zusätzliche Kanone am Ende, die sich in den Ecken zuschaltet, steigt der Wert auf 85 %. Damit nicht die ganze Anlage nur für die Enddüse mit hohem Druck fährt, gibt es direkt davor eine Boosterpumpe. Pivot-Anlagen sind ab ca. 20 ha wirtschaftlich.

Weil die Umfangsgeschwindigkeit nach außen ansteigt, muss hier deutlich mehr Wasser in kürzerer Zeit ausgebracht werden als zur Mitte. Durch die begrenzte Wurfweite der montierten Düsen konzentriert sich das Wasser auf einen schmalen Streifen, die Intensität steigt an und begrenzt die Leistung der Anlage.

Bei **Linear-Regnern** bewegt auch die Zentraleinheit, die Anlagen beregnen so eine 100 %ig rechteckige Fläche. Nachteil im Vergleich zum Kreisregner: Die Wassereinspeisung muss 1 bis 3 mal pro Tag umgebaut werden weil die Zentraleinheit mitfährt. Deshalb gibt es in Bewässerungsgebieten offene Kanäle, aus denen die Anlage direkt ansaugt (in Westeuropa eher Ausnahme). Linear-Regner arbeiten ab 30 bis 50 ha wirtschaftlich.

Der dritte Typ sind kombinierte **Pivot-Linear-Regner**. Auch bei diesen Maschinen kann sich die Zentraleinheit mitbewegen. Außerdem arbeitet der Ausleger – computergesteuert – linear oder im Kreis. Mit diesen Anlagen lassen sich auch unregelmäßigere Stücke bzw. Flächen mit Hindernissen beregnen. Die Kombimaschinen, die z.B. Center-Liner (Bauer) oder Hippodrome (Beinlich) heißen, arbeiten vor in allem Ländern wie Australien.

Vorteile der Pivot- oder Linearanlagen:

- Einfacher, robuster Aufbau
- Geringe Tropfenenergie, gezielte Bewässerung
- Geringer Druck (2 bis 3 bar), hohe

Wassereffizienz, geringere Betriebskosten

- Geringe Betriebskosten
- vollautomatischer Betrieb 24 Stunden

Die Nachteile der Anlagen:

- Hohe Anforderungen an die Flächenstruktur, vor allem bei Pivot-Anlagen
- Anlagen für großstrukturierte Räume
- Probleme durch Masten, Bäume, Wege
- Höherer Aufwand beim Umsetzen

Bei einem Schlag von 30 bis 60 ha rechnet man mit folgenden Kosten:

- Pivot: 800 bis 1000 €/ha
- Linear: 850 bis 1200 €/ha
- Kombi-Maschine: 700 bis 1300 €/ha.

Durch Schwenken der Räder lassen sich „überziehfähige“ Anlagen auf eine benachbarte Fläche fahren – wenn es die Struktur erlaubt.

Kurze Rüstzeiten durch Hydranten

Mit einem fest verlegten Hydrantennetz halten Sie die Rüstzeiten vor allem beim Umsetzen von Trommelanlagen gering. Wichtig ist die sorgfältige Planung: Wo verläuft der kürzeste Weg der Rohrleitungen, wo sollen Hydranten eingebaut werden? Je kürzer die Leitungswege, desto geringer fallen die Verluste aus. Der Abstand der Hydranten richtet sich nach der Arbeitsbreite der Anlage und der Flächenform. Auf längeren Stücken sollten Hydranten in der Mitte liegen. Über seinen Drehkranz kann ein Trommelregner so in beiden Richtungen arbeiten.

Die Rohre bestehen meist aus PE, seltener aus PVC. Die 6 bis 9 m langen PE-Rohre werden miteinander verschweißt, was recht einfach sein soll. Passende Geräte gibt es z.B. leihweise beim Handel.

Wichtig ist die Druckklasse der Rohre. Für einen Pivot- oder Linearregner brauchen Sie die Druckklasse PN 6 (6 bar Ar-

beitsdruck), für einen Trommelregner PN 10 (10 bar). Mit Druckklasse und Durchmesser steigt der Preis um ca. 40 % (150 mm Ø, PN 6 kosten ca. 7 bis 8 €/m, in PN 10 schon 10 bis 12 €; 200 mm Ø, PN 6 kosten 13 bis 15 €/m, PN 10 ca. 20 bis 22 €). Dazu kommt noch das Verlegen, das sich aber gut in Eigenleistung erledigen lässt.

Hydranten gibt's in unterschiedlichen Durchmessern. Gängig sind 3, 4 und 6 Zoll. Ein 4 Zoll-Hydrant kostet ca. 150 €.

Achtung: Bevor Sie die Gräben des Hydrantennetzes wieder zuschütten: Die Anlage mit dem 1,5-fachen des Nenn-drucks für mindestens 24 Stunden abdrücken! Sie wären nicht der erste, der mit der Schaufel auf Lecksuche geht...

Bauen Sie in die Anlage am besten keine schnellen Kugelventile ein. Langsamer arbeitende Schieber verhindern schädliche Druckstöße im Rohrnetz. Sinnvoll ist außerdem ein Überdruckschutz, der z.B. mit einem federbelasteten Ventil arbeitet.

Förderleistung und Druck

Folgende Faktoren bestimmen die Förderleistung der Pumpe:

- Art der Regneranlage
- beregnete Fläche
- Wasserrecht
- Wasserbedarf, Stadium der Pflanzen
- Wirkungsgrad der Anlage (Kanone: 75 bis 85 %; Kreisregner-Anlagen, Tropfbewässerung: 85 bis 92 %)
- Niederschlag, Boden, Verdunstung

Viele Landwirtschaftskammern bzw. -ämter haben hierzu entsprechende Tabellenwerte. 1 mm Niederschlag entspricht einer Menge von 10 m³ Wasser pro ha. Wenn zum Beispiel der Pflanzenwasserbedarf pro Tag 4,5 mm ist, folgt daraus eine Menge von 45 m³/ha. Bei einer beregneten Fläche von 30 ha ergibt das ei-



Pivot- oder Linearanlagen arbeiten vollautomatisch. Sie geben das Wasser in feineren Tropfen ab, die Intensität im Beregnungsstreifen ist allerdings höher als bei einer Kanone.



In eng besiedelten Gebieten sollten die Pumpen gekapselt sein.



Bohrloch-Wellenpumpe mit Antrieb per Dieselaggregat.

nen Bedarf von 1 350 m³ pro Tag.

Hierzu werden die möglichen täglichen Einsatzstunden der Beregnungsanlage in Beziehung gesetzt, z.B. 20 Stunden bei einem Einzugregner. Das macht eine Leistung von 68 m³ pro Stunde.

In der Praxis beregnet man natürlich auf Vorrat und nicht jeden Tag die selbe Fläche. Üblich ist – je nach Witterung – ein Turnus von ca. 7 Tagen (pro Tag bspw. rund 4,3 ha). Daraus ergibt sich die Höhe der Regengabe: 4,5 mm x 7 Tage = 31,5 mm. Auf die Pumpenleistung hat das keinen Einfluss: Es wird zwar die siebenfache Menge/ha ausgebracht, allerdings nur jeweils auf einem Siebtel der Fläche pro Tag (4,3 ha x 315 m³ = rund 1 350 m³ pro Tag).

Der Turnus ist natürlich auch von der Wurzelentwicklung abhängig. Je größer die Wurzeltiefe, desto höher kann die Einzelgabe sein. Sandige Böden halten das Wasser schlechter als schwere Böden und müssen in engeren Abständen beregnet werden. Je enger das Zeitfenster und je höher die Rüstzeiten der Anlage, desto höher muss die Leistung der Pumpe sein.

Saug- oder Druckpumpe?

Der Druck der Pumpe muss zur Anlage passen. Dazu kommen die Strömungsverluste im Rohrleitungssystem und der Höhenunterschied von der Pumpe bis zur Beregnungsmaschine (1 bar entspricht 10 m Wassersäule). Je größer der Durchmesser der Leitung, desto geringer die Verluste. Bei einer Fördermenge von rund 150 m³ pro Stunde gehen auf 600 m Leitungslänge bei einem Durchmesser von 150 mm ca. 1,7 bar Druck verloren. Bei einem Durchmesser von 200 mm beträgt der Verlust nur noch 0,3 bar. Durch den größeren Querschnitt lassen sich die Betriebskosten um bis zu 30 % drücken. Der Mehrpreis beträgt – je nach Menge – ca. 50 %, die Investition rechnet sich je nach Antrieb der Pumpe nach 3 bis 4 Jahren.

Bohrlöcher sind in der Beregnungstechnik

heute Standard. Dabei sollten Sie nicht mit dem Durchmesser geizen – solange sich die Kosten noch im Rahmen halten. Je größer der Durchmesser, desto größer kann später auch der Durchmesser der Pumpe gewählt werden. Vorteil: Die Pumpe bringt ihre Leistung mit weniger Stufen und hat eine höhere Standzeit. Für Trommel-Beregnungsmaschinen sind meist Pumpen mit 6 bis 8 Zoll Durchmesser im Einsatz, bei großen Kreis- bzw. Pivot-Anlagen 10 bis 12 Zoll.

Die maximale Saughöhe sollte nicht mehr als 5 bis 7 m betragen. Liegt der Wasserspiegel niedriger, kommt es zur Kavitation. Hier entstehen Dampfbläschen, die schlagartig kondensieren und so Schäden an der Pumpe verursachen.

Kreisel- bzw. Oberflächenpumpen sollten Sie deshalb nur bei Brunnen mit hohem Wasserspiegel oder bei der Entnahme aus Gewässern einsetzen. Arbeitet die Pumpe unter dem Wasserspiegel, entstehen keine Kavitationsprobleme. Hier gibt's zwei unterschiedliche Typen: Bohrlochwellenpumpen oder Unterwasser- bzw. Tauchpumpen.

Die **Bohrlochwellenpumpen** können zwar bis zu einer maximalen Tiefe von 50 bis 70 m arbeiten, die sinnvolle Obergrenze liegt aber bei 20 m. Eine Welle treibt die Pumpe von oben an. Anders als Tauchpumpen lassen sich die Wellenpumpen auch per Dieselaggregat oder Zapfwelle antreiben. Wellenpumpen erreichen im Normalfall einen maximalen Förderdruck von 20 bar.

Elektrische Tauchpumpen bilden eine kompakte Einheit aus E-Motor und Pumpe. Spezialpumpen erreichen bis zu 40 bar und mehr Förderdruck und eignen sich dann auch für sehr tiefe Bohrlöcher.

Wellen- und auch Tauchpumpen arbeiten nach dem Kreiselpumpen-Prinzip. Dabei werden mehrere Kreisel stufenweise hintereinander geschaltet. Jedes Laufrad sorgt für einen Druckanstieg von 1 bis 1,5 bar, je nach Form und Drehzahl. Generell

sollten Sie die Pumpen so auslegen, dass der Druck am Bohrlochausgang nicht deutlich über 12 bar liegt, um die Gefahr von Leitungsbrüchen zu begrenzen.

Die Beanspruchung der Pumpen richtet sich auch nach dem Sandanteil im Wasser. Bei einem höheren Gehalt sollten Sie Pumpen mit robusteren Laufrädern (Bronze) einsetzen, die etwa 30 % mehr kosten.

Elektrischer Pumpenantrieb ist günstiger

Elektrisch angetriebene Pumpen verursachen niedrigere Betriebskosten als Dieselpumpen. Auch der Anschaffungspreis liegt – inklusive Schaltschrank – 5 000 bis 6 000 € günstiger als ein Dieselaggregat (10 000 bis 12 000 €). Die Schaltung der E-Pumpen ist deutlich einfacher, z.B. per SMS oder Zeitschaltuhr.

Knackpunkt reiner elektrischer Anlagen ist die Zuleitung: Je mehr Kabel bis zum Bohrloch gelegt werden muss, desto mehr schmiltzt der Kostenvorteil. Die Dieselpumpe ist meist mobiler, elektrische Pumpen werden seltener umgesetzt. Eventuell kann man über eine mobile Dieselpumpe auch einen Teil des Rohrleitungsnetzes im Vergleich zu einer stationären Lösung einsparen.

Dieselpumpen mit eigenem Motor und direktem Antrieb sind effizienter als Zapfwellenpumpen am Schlepper. Achtung: Wenn Sie Flächen in der Nähe von Siedlungen beregnen wollen, müssen Sie aus Lärmschutzgründen oft gekapselte Pumpen einsetzen.

Neu ist ein Dieselgenerator, der zum Antrieb von E-Tauchpumpen ausgelegt ist. Durch einen Frequenzregler kann die Anlage auch die Drehzahl der Pumpe steuern. Weil der Generator als Stationär-Anlage gilt, ist der Einsatz von günstigem Heizöl legal. Weiterer Vorteil: Der Stromerzeuger kann auch andere Einsätze übernehmen.

G. Höner