

Effizientes landwirtschaftliches Beregnungs-Management

Dipl.-Ing. Ekkehard Fricke¹⁾, Dipl.-Ing. Henning Heidorn²⁾

Eine ausreichende Wasserversorgung ist Grundvoraussetzung für hohe und stabile landwirtschaftliche Erträge. Insbesondere in der Kartoffel- und Gemüseproduktion reicht dafür Regenwasser allein in aller Regel nicht aus. Nur durch eine zusätzliche Beregnung ist es möglich, auf den verfügbaren Flächen bestmögliche Qualitäten und hohe Produktionsmengen sicher zu stellen. Im langjährigen Mittel steigen z.B. die Kartoffel-Erträge durch Beregnung um etwa 30 %. Wo kein Wasser zentral über einen Beregnungsverband zur Verfügung steht, ist ein eigener Brunnen erforderlich. Für den langfristigen wirtschaftlichen Erfolg ist eine abgestimmte Systemlösung (Wasserbehörde, Standort, Brunnen, Pumpe, Regner, Steuerung) von ausschlaggebender Bedeutung.

Eine Beregnung hat die Aufgabe, den Bodenwasservorrat in der Vegetationsperiode so zu ergänzen, dass die Pflanzen auch Trockenperioden unbelastet überstehen. Ist die Wasserversorgung während der Vegetationszeit nicht gewährleistet, werden die Pflanzen je nach Umfang des Wassermangels mehr oder weniger geschädigt. Dies wirkt sich bei den einzelnen Kulturarten unterschiedlich aus, hat aber immer einen ertrags- und qualitätsbestimmenden Einfluss.

Die Rechnung ist einfach: Etwa 800,- Euro/Jahr je Hektar Kartoffeln mehr Ertrag (die zusätzlichen Beregnungskosten sind bereits abgezogen!), das macht bei einem Betrieb mit 50 ha Kartoffeln rund 40.000 Euro mehr Umsatz. Der unternehmerisch denkende Landwirt entscheidet sich deshalb dort, wo noch nicht vorhanden, zunehmend für die Beregnung – wenn dies denn durch die landesspezifische Gesetzgebung und die Unteren Wasserbehörden der Landkreise erlaubt und möglich ist.

Bei der Menge des bewilligten Beregnungswassers gibt es durchaus erhebliche Unterschiede: Während im Verhältnis zur Grundwasserneubildung in manchen Bundesländern bis zu 100 % entnommen werden dürfen, erlaubt beispielsweise Niedersachsen (Ressourcenschutz) momentan lediglich 25 % („nutzbares Grundwasserdargebot“). Insgesamt gibt es in Deutschland noch viel Nachrüst-Potential in Sachen Beregnung, werden doch von den rund 17 Mio. ha landwirtschaftlicher Nutzfläche gerade einmal knapp 3 % beregnet; die höchsten Anteile an Beregnungsflächen weisen Niedersachsen (8,7 %) und Hessen (5,7 %) auf (Berlin ausgenommen) – siehe Abbildung 1.

Beregnungsbedürftigkeit und Beregnungswürdigkeit

Die **Beregnungsbedürftigkeit** prüft den Standort darauf, wie weit der Wasserbedarf der Pflanzen aufgrund natürlicher Gegebenheiten gedeckt werden kann. In erster Linie hängt sie von der Niederschlagsmenge und deren Verteilung während der Vegetationsperiode und vom gegebenen Wasserspeichervermögen des Bodens ab. Eine Beregnungsbedürftigkeit ist immer dann gegeben, wenn der Mangel an Wasser zu einer spürbaren Ertrags- und Qualitätsbeeinträchtigung führen würde. Insbesondere im Vertragsanbau sichert die Beregnung eine stabile und kontinuierliche Produktion. Die hohen Qualitätsansprüche wären in einigen Kulturen (Speisekartoffeln, Braugerste, Gemüse) ohne Beregnung nicht mehr zu realisieren; sie wären nicht mehr vermarktbar.

Welche Kulturen weisen eine besondere **Beregnungswürdigkeit** auf? Beregnungswürdig sind von den landwirtschaftlichen Kulturen insbesondere Kartoffeln, Zuckerrüben und Braugerste - in der Reihenfolge der positiven Auswirkungen auf das Betriebsergebnis (Abbildung 2).

Beregnung bedeutet folgende positive Veränderungen bei den Kulturen:

Kartoffeln	mehr Ertrag / mehr Marktware / mehr Stärke / weniger Befall mit Schorf / geringere Eisenfleckigkeit
Getreide	mehr Ertrag / mehr ährentragende Halme pro m ² / mehr Körner pro Ähre / geringere Eiweißgehalte bei Braugerste
Zuckerrübe	mehr Ertrag / höherer Zuckerertrag / weniger Ausbeuteverluste
Mais	mehr Ertrag / bessere Kolbenentwicklung / höhere Kolbenmasse / mehr Kolben pro Pflanze / höhere Trockenmasse
Gemüse	mehr Ertrag / mehr Marktware / höhere Qualität / Sicherung geforderter Fruchtgrößen / höhere Anwachsrate

Eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Beregnung basiert stets auf dem langjährigen Durchschnitt der Ernteerträge. Eine Frucht ist prinzipiell dann beregnungswürdig, wenn die beregnungsbedingten Mehrkosten durch die Ernte-Mehrerlöse gedeckt sind – nur ‚Geld zu wechseln‘ kann aber natürlich nicht das Ziel sein.

Ackerbau auf leichten Standorten – ohne Beregnung kaum lohnenswert

Leichte Böden mit geringem Wasserspeichervermögen (Sandböden, lehmige Sandböden) sind aus verschiedenen pflanzenbaulichen Gründen für den Kartoffelanbau und auch für den Braugerstenanbau besonders geeignet. Ein wirtschaftlicher Anbau dieser beiden Kulturen, und dieses gilt auch für Zuckerrüben, ist daher vor allem in Niedersachsen und den angrenzenden östlichen Bundesländern untrennbar mit dem Produktionsmittel der Feldberegnung verbunden.

In Niedersachsen können mit etwa 235.000 ha knapp 9 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) beregnet werden. Die Hauptberegnungsregionen sind die Landkreise Gifhorn, Uelzen, Lüchow-Dannenberg, Lüneburg, Celle, Peine-Nord und Hannover-Nord. Hier können zum Teil weit über 80 % der LF beregnet werden. Auf Grund der existentiellen Bedeutung der Beregnung für die Betriebe in den angesprochenen Regionen führt die Landwirtschaftskammer Hannover seit vielen Jahren intensive Beregnungsversuche durch.

Betrachtet man die Ergebnisse allein unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit, ergibt sich folgendes Bild – siehe Abbildung 2 (Annahmen: Kosten für Düngung und Pflanzenschutz fallen auf beregneten und unberegneten Flächen in gleicher Höhe an; Gesamtkosten von 2,50 €/mm Beregnungswasser, 1 €/mm variable Kosten und 1,50 €/mm Festkosten):

- Hackfrüchte leisten einen hohen, Getreide nur einen vergleichsweise geringen Beitrag zum Betriebsergebnis.
- Die Kartoffel liegt eindeutig an der Spitze und ist damit die beregnungswürdigste Frucht.
- Betrachtet man die gesamte Fruchtfolge mit je 25 % Anteil der einzelnen Kulturen, so ergibt sich eine beregnungskostenfreie Leistung von durchschnittlich 377 Euro/ha/Jahr.

Unter den angenommenen Verhältnissen (leichte Böden, negative klimatische Wasserbilanz, 50 % Hackfrüchte in der Fruchtfolge) ist es also hoch wirtschaftlich, eine Beregnungsanlage zu erstellen, da diese das Betriebsergebnis um den o.g. Betrag verbessert. Erreicht wurde diese Leistung in den Versuchen mit durchschnittlich 90 mm Zusatzwasser pro ha und Jahr.

Die von den Unteren Wasserbehörden in Niedersachsen genehmigten Zusatzwassermengen sind allerdings begrenzt, so dass nicht jede Kultur pflanzenbaulich optimal beregnet werden kann. Je nach Landkreis und Region liegen die erlaubten Zusatzwassermengen zwischen 40 und 100 mm/Jahr (400 – 1.000 m³/ha/Jahr), in vielen Regionen sind es 80 mm/Jahr. Wo diese Wassermenge nicht ausreicht, steht der Betriebsleiter vor der Frage, welche Kultur das Wasser am besten, d.h. am gewinnbringendsten verwertet. Hier lautet die eindeutige Empfehlung: Kartoffeln und Zuckerrüben optimal mit Wasser versorgen und bei Getreide, vornehmlich im Winterroggen, Wasser einsparen. Auch ein unberegneter Roggen brachte auf den leichten Böden des

Versuchsstandortes mit 54 dt/ha noch einigermaßen gute Erträge und schont damit das zur Verfügung stehende Wasserkontingent für die Hackfrüchte.

Fazit: Die Feldberegnung ist neben Düngung und Pflanzenschutz das wichtigste Produktionsmittel, um das Ertragspotential der leichten Standorte auszunutzen und die Produktionssicherheit des gesamten Ackerbaus vor allem in Trockenjahren zu gewährleisten. Die Beregnung ist allerdings auch ein sehr teures Betriebsmittel und setzt den Anbau von Kulturen voraus, die entsprechende Deckungsbeiträge erzielen (Hackfrüchte, Gemüse, Sonderkulturen). In aller Regel ist ihr Einsatz bei ausreichenden Anteilen der genannten Kulturen in der Fruchtfolge hoch wirtschaftlich.

Was ist beim Bau des Brunnens zu beachten?

Fällt die Entscheidung pro Beregnung und ist keine Wasserversorgung z.B. über einen vorhandenen Beregnungsverband mit Gemeinschaftsanlagen möglich, muss ein eigener Brunnen abgeteuft werden. Was ist zu beachten?

Der Landwirt weiß, welche Flächen er beregnen will und welche Wassermengen dafür erforderlich sind. Aus der Fördermenge (Q_{Betrieb}) errechnet sich der Filterdurchmesser (Filterfläche und Eintrittsgeschwindigkeit), der erforderliche Brunnendurchmesser (unter Beachtung der freien Umströmung zur Motorkühlung) ergibt sich durch den Durchmesser der zu installierenden Unterwasserpumpe (Abbildung 3). Trotz dieser quasi fixen Parameter kann man natürlich auch einiges falsch machen.

Ursächlich ist häufig, dass der Brunnen mit nur 20 bis 30 m Tiefe einfach zu flach ist; man fördert sauerstoffreiches Oberflächenwasser statt Tiefenwasser, was bei eisenhaltigen Wässern schnell eine Verockerung beschert (Ausfall von dunkelbraunem Eisenhydroxid Fe_2O_3). Zentraler Punkt bei der Beurteilung darüber, ob ein Brunnen wirtschaftlich betrieben werden kann, ist seine Regenerierfähigkeit (s. unten) – und das funktioniert in aller Regel nur bei ausreichend dimensionierten Brunnendurchmessern (Verhältnis Bohr-Durchmesser zu Ausbau-Durchmesser 2:1). Große Differenzen gibt es auch beim Ausbaumaterial: Wickeldraht-Filter aus Edelstahl (Abbildung 4) sind in der Regel besser geeignet als Schlitzfilter aus PVC, ist doch deren Anströmungsverhalten hydraulisch günstiger. Die PVC-Filter haben (nur) eine freie Eintrittsfläche von 7,5 % (bei Hochleistungsschlitzfiltern bis 11 %). Zudem ist Nirostahl deutlich standfester und kann vor allem (anders als ein Kunststoff-Filter) bei der langfristigen nicht zu verhindernden Verockerung gut abgereinigt (regeneriert) werden. Generell verockern Kunststoff-Filter aufgrund der größeren Turbulenzen (hohe Eintrittsgeschwindigkeiten) schneller als Wickeldraht-Filter. Trotz höherer Kosten des Edelstahl-Wickeldrahtfilters um den Faktor 3 rechnet sich der Mehraufwand oft auch deshalb, weil diese Filter aufgrund der hydraulischen Vorteile (freie Eintrittsflächen zwischen 20 und 45 %) eine kürzere Einbaulänge aufweisen – bei ungünstigen hydrogeologischen Verhältnissen kann der Brunnen so deutlich betriebssicherer hergestellt werden. Man kann auch sagen, dass bei einem geringmächtigen Grundwasserleiter der Einsatz von Wickeldrahtfilter die größtmögliche gewinnbare Entnahmemenge sichert.

Schon diese wenigen Hinweise zeigen: Laienhaft niedergebrachte Brunnen und schlecht abgestimmte Systemkomponenten sind keine gute Basis für ein effizientes Beregnungs-Management. Aus gutem Grund sollte der Landwirt eine solche Anlage zusammen mit einem professionellen Brunnenbauer (Meisterbetrieb) planen und installieren (die Landwirtschaftskammer nennt auf Wunsch gern empfehlenswerte Anbieter). Nicht wenige Brunnenbau-Unternehmen treten sogar als Gesamtanbieter ‚Beregnungs-Technologie‘ an und offerieren ein Komplettpaket: Alle Komponenten für den Brunnenausbau, geeignete Pumpen sowie die Beregnungstechnik und deren Regelung/Steuerung.

Mangelndes Verständnis hydraulischer Zusammenhänge bei der Auslegung der Bewässerungsanlage kann den Landwirt viel Geld schon bei der Erstinvestition kosten, da zur Vermeidung von Risiken die Technik gerne überdimensioniert wird. Die Überdimensionierung führt dann zu

allem Überfluss zu unverhältnismäßig hohen laufenden Betriebskosten. Fazit: Erst die korrekte hydraulische Analyse minimiert das finanzielle Risiko, ermöglicht eine effiziente Planung und vermeidet Energie- und Wasserverschwendung.

Optimaler Brunnenausbau

Gibt es so etwas wie den 'optimalen Brunnen' überhaupt? Die Theorie liefert diesbezüglich eine ganze Reihe von Antworten, doch die Frage kann realistischerweise natürlich nur lauten: Wie nahe an das Optimum kommt man in der Praxis? Eine wichtige Aufgabenstellung ist es, die Brunnenfassung möglichst energiesparend anzulegen und zu betreiben.

Für jeden Brunnen sollten folgende Parameter kontinuierlich erfasst werden:

- Fördermenge Q_{gesamt}
- Druck am Brunnenkopf (GOK) in mFH (meter FörderHöhe)
- Wasserstand im Brunnen unter GOK in Ruhe (Flurabstand in Meter)
- Wasserstand im Brunnen unter Betriebsbedingungen (Q_{Betrieb})
- Leistungsbedarf der Pumpe

Hinweise zum Thema Qualität und Qualitätssicherung im Brunnenbau kann man der einschlägigen Fachliteratur und den Unterlagen der DVGW-Fachausschüsse entnehmen. Der dort formulierte 'Stand der Technik' ist insbesondere in den entsprechenden Arbeits- und Merkblättern niedergeschrieben.

Der Leistungspumpversuch nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 111 am neu erstellten Brunnen sollte die abschließende Maßnahme der Brunnenbauarbeiten in Verbindung mit dem Arbeitsblatt W 119 (Restsandbestimmung) zur technischen Sandfreiheit darstellen. Mit diesen Arbeiten weist der Brunnenbauer den Erfolg seiner Brunnenbautätigkeit nach. Der Leistungspumpversuch ist dabei gleichzeitig Grundlage für alle zukünftigen Betriebs- und Pflegemaßnahmen sowie für nachfolgende Untersuchungen hinsichtlich einer eventuellen Brunnenalterung. Ziel des Pumpversuches ist das Erstellen einer Leistungskurve (Ergiebigkeitskurve / Q-s-Verhalten), welche die Brunnencharakteristik zum Zeitpunkt der Herstellung wiedergibt. Diese wiederum gibt Hinweise auf den optimalen und maximalen Betriebspunkt und läßt Rückschlüsse auf eine standortgerechte Dimensionierung zu.

Brunnenregenerierung und Brunnensanierung

Aufgrund der hydrochemischen Zusammensetzung des Rohwassers, aber auch durch eine falsche Betriebsweise lässt die Leistung eines Brunnens meist nach. Unter 'Brunnenregenerierung' versteht man Maßnahmen zur Wiederherstellung der Leistung/Funktion ohne bauliche Veränderungen. Bei den in Frage kommenden Maßnahmen unterscheidet man zwischen mechanischen, hydromechanischen oder hydraulischen sowie chemischen Verfahren. Unter 'Brunnensanierung' versteht man die Wiederherstellung der Leistung/Funktion mit (meist teuren) baulichen Veränderungen, aber auch Reparaturmaßnahmen (Rissabdichtung durch Einschubverrohrung).

In der Regel macht sich die Alterung eines Brunnens durch einen Leistungsrückgang bemerkbar. Dieser zeigt sich in der Praxis durch eine

- geringere Entnahmemenge bei gleichbleibender Wasserspiegelabsenkung
- größere Wasserspiegelabsenkung bei gleichbleibender Fördermenge

Wertet man nun diese Ergebnisse graphisch aus, so stellt man eine steiler abfallende Ergiebigkeitskurve fest.

Eine Regenerierung des Brunnens sollte spätestens dann eingeleitet werden, wenn die Entnahmemenge bei gleicher Absenkung des Wasserspiegels um ca. 10 % zurückgegangen ist. Zu diesem Zeitpunkt sind die Porenkanäle noch so offen, dass sie mit oder ohne Regeneriermittel ausreichend wirksam durchströmt werden können und ein Ablösen und Herausragen von Ablä-

gerungen möglich ist. Ein frühzeitig erkannter Leistungsrückgang ist i.d.R. durch rechtzeitig eingeleitete Regeneriermaßnahmen weitgehend zu beheben.

Falls ein ‚alter‘ Beregnungsbrunnen keiner Nutzung mehr zugeführt werden kann, muss dieser nach dem Wasserrecht abgemeldet und nach dem DVGW-Regelwerk (W 135) ordnungsgemäß ‚rückgebaut‘ werden. Oft könnte ein neuer Brunnen ‚über‘ einen alten gebohrt werden; somit hätte dieser weiter das Wasserrecht und der alte Brunnen muss nicht kostenintensiv entsorgt werden.

Auswahlkriterien für Unterwasserpumpen

Auch in der Beregnung teilen sich die Kosten für den Lebenszyklus einer Pumpe wie folgt auf:

- 10 % Investitionskosten (Pumpe)
- 80 % Betriebskosten / Energiekosten
- 10 % Wartungskosten.

Von größter Bedeutung ist die korrekte Auslegung der Pumpe – jede Überdimensionierung ist aus energetischen Gründen strikt zu vermeiden. Denn nur dann kann das Aggregat am Punkt des besten Wirkungsgrads betrieben werden. Ein nur wenige Prozentpunkte niedrigerer Wirkungsgrad ‚kostet‘ über die Laufzeit der Pumpe hochgerechnet ein Mehrfaches des Investitionsaufwandes. Schnell wird eine an sich problemlos funktionierende Unterwasserpumpe dann zur Energie- und damit Kostensenke.

Wenn möglich sollten korrosionsfeste Unterwasserpumpen für diesen langjährigen Einsatz gewählt werden. Die Praxis zeigt, dass ca. 4 % des Bruttosozialproduktes jährlich durch Korrosion vernichtet werden. Korrosion an Unterwasserpumpen bedeuten kürzere Lebensdauer und Wirkungsgradabfall (erhöhte Betriebskosten).

Interessant sind für den kostenbewussten Brunnenbetreiber intelligente Überwachungssysteme. Eine solche Pumpenmotor-Überwachungseinheit (Motorvollschutz CU3) wurde von einem Pumpenhersteller in enger Zusammenarbeit mit Anwendern entwickelt. Das CU3-Gerät ist zum optimalen Schutz von allen Drehstrommotoren geeignet. CU3 schützt die Pumpe gegen:

- Trockenlauf
- beginnenden Motordefekt
- Störungen der Versorgungsspannung
- misst den Isolationswiderstand
- überwacht die Motortemperatur

Basis ist ein Temperaturfühler, der direkt in die Wicklung des Motors integriert ist – denn dort ist die für die Motorlebensdauer entscheidende Stelle. Ein wesentlicher Vorteil ist, dass der Sensor ohne zusätzliche Kabel- und Leitungsverbindungen seine Informationen übertägig zum Schaltgerät CU3 bringt. Eine Motortemperaturüberwachung ist die wichtigste Schutzfunktion für einen Unterwassermotor. Zusammen mit einem üblicherweise vorhandenen Mengemessgerät kann der Betreiber mit dem CU3 darüber hinaus kontinuierlich den Energieverbrauch und die Pumpenleistung überwachen.

Nicht nur ein technisches „Schnick-schnack“ sondern vielfach schon als echte Arbeitserleichterung genutzt wird die Möglichkeit, die Pumpe per Mobiltelefon an- und abstellen zu können.

Überpumpen des Brunnens vermeiden

Ein beinahe alltägliches Problem ist die Gefahr, dass ein Brunnen ‚überpumpt‘ wird (Abbildung 5). Überpumpen bedeutet, dass mehr Wasser aus dem Brunnen gefördert wird als der

Grundwasserleiter hergibt, d.h. Betrieb im steil abfallenden Q-s-Bereich:

- Überpumpen erhöht das Trockenlaufisiko.
- Überpumpen erhöht das Risiko, dass Sand eindringt.
- Überpumpen senkt den Betriebswasserspiegel; die Folge sind eine größere Förderhöhe und erhöhte Betriebskosten.
- Überpumpen mit abgesenktem Betriebswasserspiegel ermöglicht eine Oxidation der Mineralstoffe und führt zur schädlichen Ockerbildung.
- Überpumpen führt zum Absinken des Grundwasserspiegels

Die häufigste Ursache für ein Überpumpen des Brunnens oder des Grundwasserleiters ist ein erhöhter Wasserverbrauch, verursacht durch eine falsch ausgelegte Pumpenleistung (aus „Sicherheitsgründen“ zu große Pumpen).

Bei Erweiterung einer Beregnungsanlage wäre es falsch, nur die Pumpe zu tauschen; entscheidend ist die Kontrolle der richtigen Dimensionierung von Brunnen, Pumpe, Kabel und Rohrleitung. Es ist äußerst wichtig, die Pumpe möglichst exakt auf die Ergiebigkeit des Brunnens abzustimmen, d.h. bevor die „größere“ Pumpe installiert werden kann, muss ein vorgeschalteter Leistungspumpversuch diese neuen höheren Fördermengen bestätigen, sonst nimmt der Brunnen kurzfristig Schaden und das Beregnungssystem fällt völlig aus. Bei alternden Brunnen sollte bei anstehendem Pumpenwechsel (ohne Brunnenregenerierung) der Betriebspunkt der Pumpe auf die reduzierte Leistung des Brunnens ausgelegt werden.

Mit Hilfe eines Wasserstandsanzeigers (Drucksensor) kann für jeden Brunnen die optimale Entnahmemenge gefunden werden: zu jedem Förderstrom wird die Höhe des Wasserspiegels erfasst. So kann man feststellen, welche Wassermenge dem Brunnen auf natürliche Weise zufließt. Eine optimale Einstellung der Pumpe auf diesen spezifischen Förderstrom verlängert die Standzeit von Brunnen und Pumpe. Auch eine erhöhte Absenkung (z.B. durch einen Rohrbruch), kann ein derartiger Drucksensor anzeigen, melden und die Pumpe abschalten.

Weitere Punkte, um die Kosten langfristig zu senken:

- **Kabelauslegung:** Wird das Kabel zur Stromführung mit einem etwas größeren Kabelquerschnitt ausgelegt (beispielsweise 16 statt 10 mm²), reduziert der geringere Kabelverlust aufgrund geringerer ohmscher Widerstände die Energiekosten. Diese Investition amortisiert sich innerhalb weniger Jahre und verlängert die Lebensdauer der Pumpe.
- **Rohrleitungsdimensionierung:** Ähnliches gilt für das Reduzieren der Steigungsverluste. Vergrößert man den Durchmesser der Steigleitung von 4“ auf 5“, sinken die Betriebskosten so deutlich (bei gleichem Volumenstrom reduziert sich der Rohrreibungswiderstand auf 1/4), dass sich die Investition innerhalb eines Jahres amortisiert. Auch die Wahl des Werkstoffs (Grauguss/PVC/Edelstahl) für die Steigleitung beeinflusst die Betriebskosten (Reibungsverluste!). Das Gleiche gilt selbstverständlich auch für die unterirdische Druckleitung, da diese aufgrund der langen Strecken enormen Einfluss auf die Druckverluste nimmt.

Bereitstellung elektrischer Energie

Wo irgend möglich, wird der Landwirt den hohen Handling-Aufwand mit dieselbetriebenen Aggregaten vermeiden und auf elektrische Antriebe setzen. Auch im Hinblick auf die ständig steigenden Preise für Dieselkraftstoff ist der Umstieg auf strombetriebene Anlagen sinnvoll (derzeit kostet Diesel fast 50 Cent mehr pro mm Beregnung!).

Das sind die Vorteile einer strombetriebenen Beregnungsanlage:

- Jährliche Betriebskostensparnis von häufig über 40 % im Vergleich zu einer kraftstoffbetriebenen Beregnungsanlage
- Die elektrische Anlage ist wartungsfrei und zeichnet sich durch eine lange Lebensdauer, hohe Betriebssicherheit und sehr gute Handhabbarkeit aus
- Durch geräuscharmen Betrieb ist eine Lärmbelästigung von Anwohnern ausgeschlossen
- Kein ständiges Nachtanken und keine Gefahr von Dieseldiebstählen
- Keine Verwendung von Ölen und Schmierstoffen.

Das Bereitstellen der elektrischen Energie, insbesondere die Anschlusskosten, können allerdings einen erheblichen Kostenblock ausmachen.

Energie-Bezugskosten: Im Normalfall bezieht der Beregnungskunde zwischen 800 und 1000 Stunden Strom pro Jahr. Die Besonderheit aus Sicht des Lieferanten: Beregnung findet (abgesehen von der Frostschutzberegnung im Frühjahr) nur im Sommer statt, ist also ein reiner Kampagnenbetrieb. Beregnungskunden sind den Energieversorgern daher besonders lieb, fordern sie doch den Strom nur in lastschwachen Zeiten ab – die Preise liegen deshalb weit unter den sonst üblichen Konditionen. Während der normale Abnehmer etwa 15 Cent pro kWh zahlt, werden dem Beregnungskunden oft weniger als 7,5 Cent berechnet.

Energie-Anschlusskosten: Die Anschlusskosten hängen natürlich von den Bedingungen am Anschlussort ab – folgende Fragen müssen geklärt werden: Wo ist der nächste Stromanschlusspunkt, wie lang muss die Stromleitung sein? 500 m Kabel zum nächsten Anschluss im Ortsnetz – das ist die einfachste Variante – kosten etwa 5.000 €. Muss allerdings draußen in der Feldmark Strom von der 20.000-Volt-Überlandleitung abgenommen werden, fallen deutlich höhere Kosten an: Bei der Versorgung von beispielsweise fünf Brunnen über je einige Hundert Meter Zuleitung können das deutlich über 50.000 € sein. Deshalb sollte man immer prüfen, ob man sich unter Umständen mit einem oder mehreren Nachbarn zusammenschließen kann. Oder ist es vielleicht günstiger, den Brunnen so zu setzen, dass die Länge der Stromleitung kürzer wird (auch wenn die Wasserleitungen dann länger werden).

Sollten dem Landwirt diese Investitions-Kosten zu hoch sein, bieten viele Energieversorger eine Finanzierung an (Leasing). Beispielsweise macht Avacon Kunden aus der Landwirtschaft ein spezielles Angebot für den Betrieb von Feldberegnungsanlagen. Neben einem günstigen Strompreis erhält der Landwirt die Möglichkeit, den Stromanschluss günstig zu finanzieren. Bei einer angemessenen Anzahlung und einer Laufzeit von zehn Jahren beträgt der effektive Jahreszins derzeit 4,6 %.

Einige Versorger gehen sogar noch einen Schritt weiter und offerieren ein komplettes Contracting-Modell, das heißt: Bereitstellung von Brunnen plus Pumpe plus Energie-Anschluss zu einer bestimmten Gebühr. Die Idee dahinter ist: Der Contractor stellt nicht Energie zur Verfügung, sondern Wasser – und der Landwirt zahlt pro Kubikmeter Beregnungswasser.

Fazit: Bei Investitionskosten in eine komplette Beregnungstechnik zwischen 1000 und 2500 €/ha muss der Landwirt sehr genau prüfen, ob sich diese Investition langfristig ‚rechnet‘. Er sollte wissen, auf welche Punkte er beim Bau einer Beregnung achten sollte: Den optimalen Brunnenausbau, die energetisch günstigste Pumpe, die geeignete Beregnungstechnik und die passende Finanzierung. Der letztgenannte Punkt ist natürlich besonders wichtig – dabei sollte man die Fördermaßnahmen nicht vergessen. Leider laufen die speziellen Förderungsprogramme, wie sie z.B. in Mecklenburg-Vorpommern oder Brandenburg bestanden, Ende 2002 aus. Einzelbetriebliche Fördermöglichkeiten nach dem Agrarinvestitionsförderungsprogramm (AFP) sind aber weiterhin gegeben.

¹⁾ Dipl.-Ing. Ekkehard Fricke, Landwirtschaftskammer Hannover

²⁾ Dipl.-Ing. Henning Heidorn, Grundfos GmbH, Erkrath.

Kosten für eine Beregnung von 200 ha über eine Zeit von 30 Jahren

Trommelregner: Erforderlich sind fünf Trommeln, davon 3 x zu 25 T€ (Lebensdauer ca. 15 Jahre) und 2 x zu 15 T€ (Lebensdauer ca. 15 Jahre);

Summe über 30 Jahre: 210.000 €

Brunnen:

2 x 25 T€ für zwei Brunnen von je ca. 60 m Tiefe (Lebensdauer 30 Jahre); innerhalb dieser Zeit 2 x Regenerieren pro Brunnen à 12.5 T€

Summe gesamt: 100.000 €

Pumpen inkl. Schaltschrank:

2 x Q = 140 m³/h, H = 120 m, Lebensdauer ca. 15 Jahre

Summe: 60.000€

Rohrleitung:

DN 150 PVC hart, Länge ca. 4000 m (13 €/m), 40 Hydranten (alle 80 m, 200 €/Stück)

Summe: 60.000 €

Energie inkl. Kabelanbindung:

2 x 5.000 €/je Pumpe/Jahr , plus einmalige Stromzuführung ca. 30.000 €

Summe: 330.000 €

Arbeit für Beregnung:

6 Wochen x 7 Tage x 6 Stunden x 12,50 €/Stunde = 3150 €/Jahr

Summe: 95.000 €

Gesamt: 855.000 €

aufgeteilt auf die einzelnen Positionen ergibt sich eine prozentuale Verteilung von

Trommelregner: 24,5 %

Brunnen: 5,8% (plus Regenerierung 5,7% ermöglicht Energie-Reduktion, nur erfolgreich möglich bei entsprechendem Edeltahlausbau des Brunnens)

Pumpen inkl. Schaltschrank: 7 %

Rohrleitung: 7,5 %

Energie inkl. Kabelanbindung: 38,5 %

Arbeit für Beregnung: 11 %

Ergebnis: Größter Kostenfaktor ist die Energie!

Welche Berechnungstechnik kommt zum Einsatz?

Die Berechnungszeit ist die Hauptarbeitsspitze für den Landwirt. Deshalb ist unbedingt eine Technik auszuwählen, die möglichst wenig Arbeitskraft bindet und energetisch günstig betrieben werden kann.

Rohr-Schlauch-Beregnung: für kleinere Flächen (Gemüseanbau) und zur Frostschutzberegnung im Frühkartoffel- und Obstanbau. Sehr hoher AK-Aufwand, Ausbringen auch sehr kleiner Wassermengen möglich.

Roll-Regner: kostengünstig, allerdings hoher AK-Aufwand, Qualitätsanforderungen an die Wasserverteilung werden nicht immer erfüllt, relativ hohe Wasserverluste. Diese Technik wird entsprechend der wirtschaftlichen Lage der Betriebe meist nach und nach durch modernere Technik ersetzt.

Rohrtrommel-Beregnungsmaschinen: Schlauchlängen von 300 bis 600 m, nutzbare Arbeitsbreite ca. 75 m, hohe Flexibilität im Einsatz, für alle Schlaggrößen und -formen einsetzbar, recht hoher AK-Aufwand, geringe Wasserverluste. Diese Regner können, außer mit Starkregnern, auch mit Düsenwagen kombiniert werden, dadurch wird die Verteilungsgenauigkeit des Wassers noch weiter verbessert. Stand der Technik sind inzwischen elektronische Einzugsvorrichtungen zur genauen Verteilung der Beregnungsmenge.

Linear- und Kreisberegnungsmaschinen: Besonders die Kreisberegnungsmaschinen zeichnen sich durch eine kontinuierliche Arbeitsweise, einen sehr geringen AK-Aufwand, sehr niedrige Wasserverluste und eine mögliche Automatisierung aus. Sie stellen aber größere Anforderungen an die Schlaggröße und -form und sind daher nicht überall einsetzbar. Desto größer eine Kreisberegnungsanlage angelegt werden kann, desto geringer fallen die spezifischen Investitionskosten/ha aus. Minimum 25 ha. Lange Pachtverträge notwendig, weil stationäre Anlage.

Tropfbewässerung: Eine Technik die sich im Gurken- und Beerenanbau erfolgreich durchgesetzt hat. Ein großer Vorteil der Tropfbewässerung ist die Nichtbenetzung von oberirdischen Pflanzenteilen bei der Wasserapplikation, damit sinkt das Risiko von Pilzinfektionen. Gleichzeitig können kontinuierlich Nährstoffe direkt an die Pflanzen zugeführt werden; geringste Wasserverluste, sehr gute Verteilgenauigkeit, eine Automatisierung ist möglich. Es ist ein hoher AK- und Kostenaufwand mit dieser Beregnungsmethode verbunden. Bodennahe Ausbringung, bessere Qualität, man kann früher Starten mit der Beregnung.

Abbildung 1: Beregnungsflächen in Deutschland 2001.

Abbildung 2: Auswirkungen der Beregnung auf das Betriebsergebnis

Abbildung 3: Aufbau eines Beregnungs-Brunnens.

Abbildung 4: Aufbau und hydraulisches Verhalten von Edelstahl-Wickeldrahtfiltern.

Abbildung 5: Gefahren durch Überpumpen des Brunnens.

Abbildung 1:



Berechnungsflächen in Deutschland 2001 *)


Bundesland	Landwirtschaftliche Nutzfläche ha ¹⁾	Berechnungsfläche	
		ha	% der LF
Bayern	3.381.400	35.000	1,04
Baden-Württemberg	1.460.300	20.000	1,37
Berlin (West)	1.500	200	13,33
Brandenburg	1.298.400	25.000	1,93
Hessen	786.300	45.000	5,72
Mecklenburg-Vorpommern	1.313.200	15.000	1,14
Niedersachsen	2.714.100	235.000	8,66
Nordrhein-Westfalen	1.565.000	35.000	2,24
Rheinland-Pfalz	714.300	25.800	3,61
Saarland	73.500	170	0,23
Sachsen	898.100	15.000	1,67
Sachsen-Anhalt	1.134.500	20.000	1,76
Schleswig-Holstein	1.055.700	5.450	0,52
Thüringen	788.500	15.000	1,90
Deutschland insgesamt	17.184.800	491.620	2,86

*) Analyse des Bundesfachverbandes Feldberechnung 1995; aktualisiert 2001
1) nach BML / Ref.421 (nur Betriebe über 1ha)

BFinD.ppt

LWK Hann. Ref.32 10/02

Abbildung 2:



Auswirkungen der Berechnung auf das Betriebsergebnis bei unterschiedlichen Kulturen

Versuchsergebnisse der Jahre 1995 - 2002

	Kartoffeln	Winterroggen	Zuckerrüben	Braugerste
Ertrag dt/ha ¹⁾				
- beregnet ab 350 hPa (50 % nFk)	107	70	558	54
- unberegnet	83	56	428	37
Ertragsdifferenz dt/ha	24	14	130	17
Erlöse €/ha ²⁾				
- beregnet ab 350 hPa	3.531,-	595,-	2.790,-	702,-
- unberegnet	2.739,-	476,-	2.140,-	352,-
Erlösdifferenz €/ha	792,-	119,-	650,-	350,-
Zusatzwassermenge mm/ha	115	54	93	71
* 2,50 €/mm Gesamtkosten	288,-	135,-	233,-	178,-
Berechnungskostenfreie Leistung €/ha	504,-	- 16,-	417,-	180,-

1) Angegeben ist der Stärkeertrag bei Kartoffeln, der Kornertrag bei Getreide, der Rübenenertrag bei Zuckerrüben
2) Unterstellt sind folgende Preise: 33 €/dt Stärke; 8,5 €/dt Roggen; 5,0 €/dt Zuckerrüben als Mischpreis für A/B Rüben bei 17% Zucker; 13 €/dt Braugerste und 9,5 €/dt Futtergerste

Auswirkung der Berechnung.ppt

Abbildung 3:

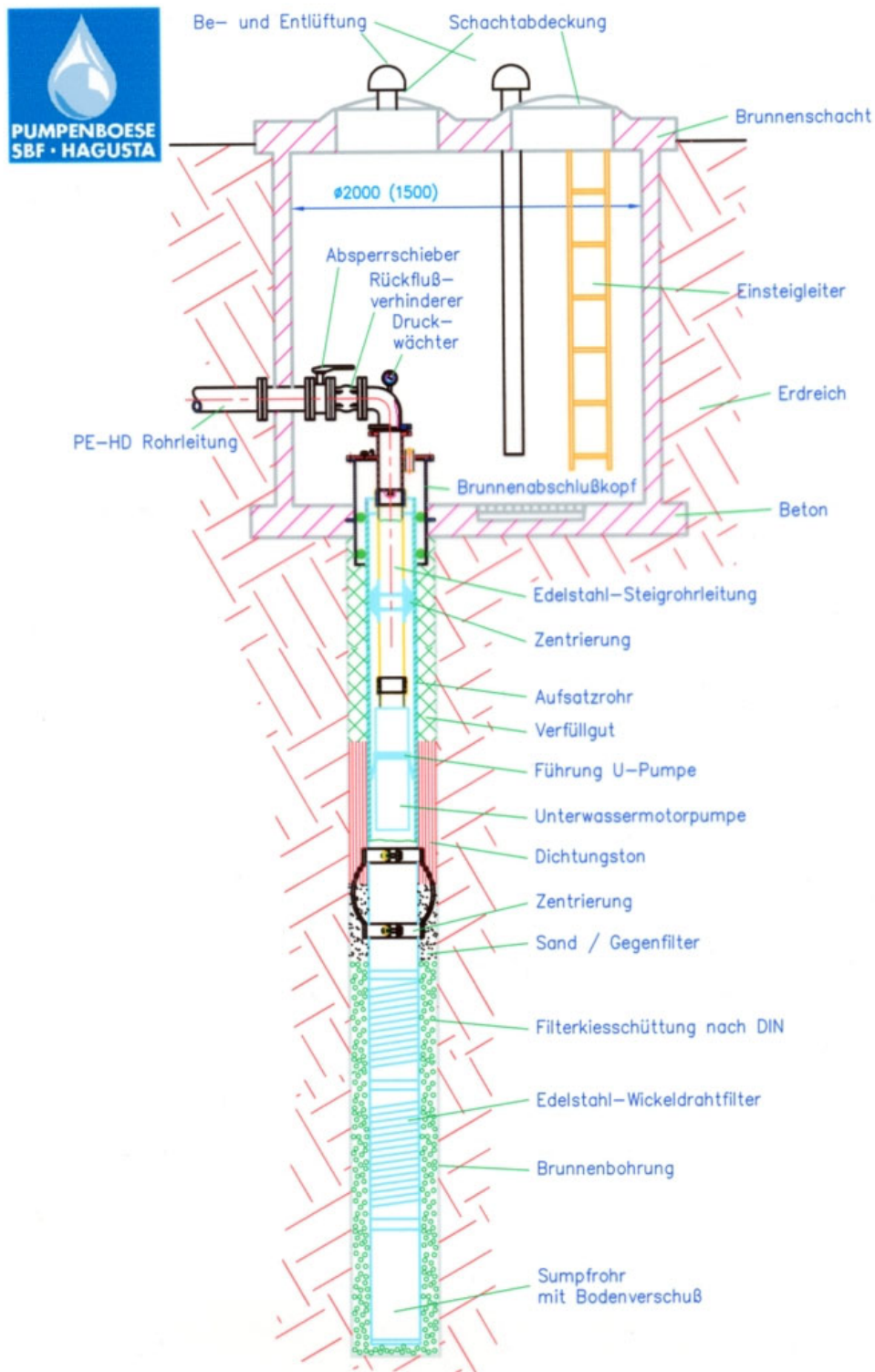


Abbildung 4:

Edelstahl - Wickeldrahtfilter

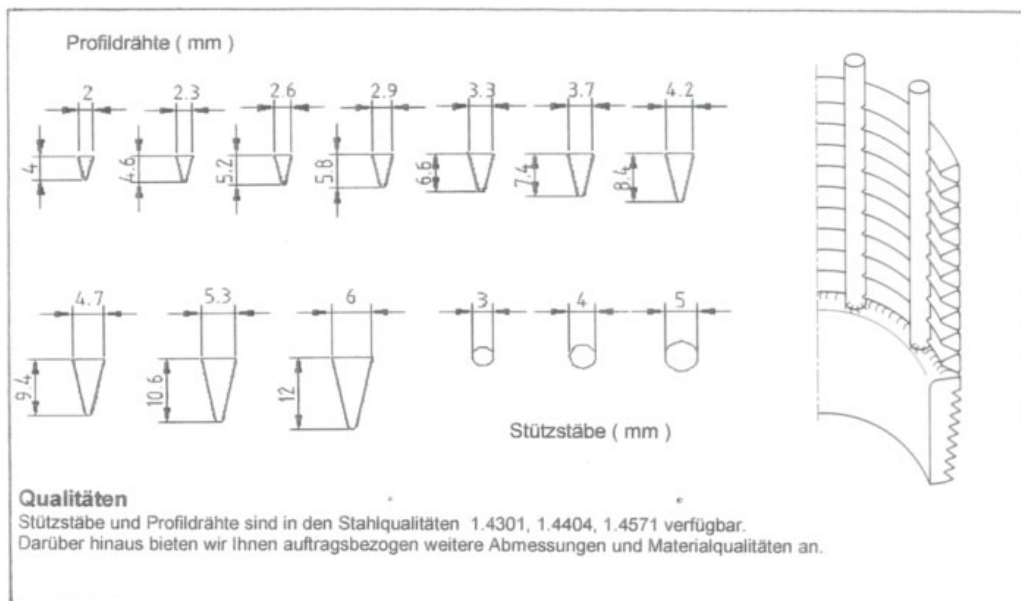
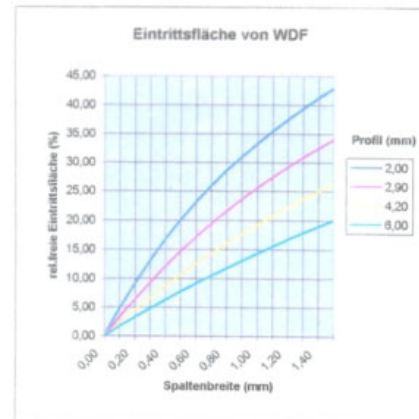
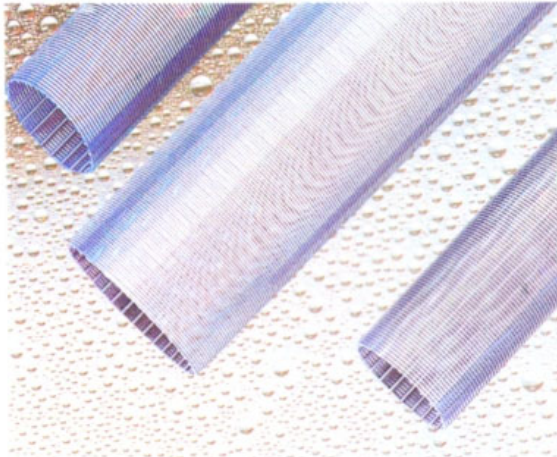


Abbildung 5:

Überpumpen

**Wasserspiegelabsenkung bedeutet
höheren Energieverbrauch**

Abhilfe :

**Wasserspiegelüberwachung on-line
Fördermenge reduzieren (kleinere
Pumpe oder Eindrosseln)**

**bei Rückgang der Brunneneergiebigkeit
von 10 % sollte der Brunnen
regeneriert werden**

