

Beregnung richtig dimensionieren

Wirkungsgrad Die meisten Beregnungsanlagen wurden ursprünglich vom Brunnen über die Pumpen, die Energieversorgung, die Druckrohrnetze bis hin zu den Beregnungsmaschinen technisch einwandfrei und effizient ausgelegt. Wenn an der Anlage Veränderungen vorgenommen wurden, können dramatische Verschlechterungen des Gesamtwirkungsgrades der Beregnungsanlage und sehr hohe Energiekosten die Folge sein. Das gilt es zu bedenken.

Bei der Suche nach energetischen Optimierungsmöglichkeiten der Beregnungsanlagen ist es immer das Wichtigste, die Fließgeschwindigkeit in den Rohren zu beachten. Widerstände steigen im Quadrat zur Geschwindigkeit. Dazu ein Beispiel: Während ein 80 PS-Pkw die Höchstgeschwindigkeit von rund 180 km/h erreicht, ist für die Erhöhung der Geschwindigkeit um einen Faktor von lediglich 2,0 auf 360 km/h bereits eine Erhöhung der Leistung um den Faktor 8,0 auf rund 640 PS erforderlich. Die sehr hohe Benzinrechnung für eine Fahrweise um 350 km/h kann mit dem Spaßfaktor gerechtfertigt werden. Beim Eintreffen der Jahres-Energierrechnung für die Beregnung bleibt der Spaßfaktor hingegen aus.

Wasser reibt sich

Eine Reduzierung der Fließgeschwindigkeit in den Rohren von z. B. 3,6 m/s auf 1,8 m/s hat vergleichbare Auswirkungen auf die Stromrechnung wie die Reduzierung der Geschwindigkeit eines Sportwagens von 360 km/h auf 180 km/h auf die Benzinrechnung. Das sollte zu denken geben. Beregnungswasser „reibt sich“ an den Rohrwänden, was Wirbel erzeugt. Die Energie für die Wirbel wird dem Druck entnommen und Druck wird unter Energieaufwendung erzeugt, was Strom- oder Dieselposten verursacht.

Ein Rohr-Innendurchmesser von 100 mm hat einen

Querschnitt von 75,8 cm², bei 200 mm Durchmesser sind 314 cm². Folglich ist die Fließgeschwindigkeit bei 100 mm Durchmesser um den Faktor 4,0 höher als bei 200 mm und nicht um den Faktor 2,0 wie man anhand der Durchmesser vorschnell schließen könnte. Zwischen PVC-Rohren der Dimensionen DN110 und DN160 liegt bereits ein Geschwindigkeitsfaktor von 2,0. Die kostmäßigen Auswirkungen sind anhand des Sportwagens bereits geschildert worden.

Beispielrechnung

Im Folgenden werden am Beispiel eines Beregnungsbetriebes die Auswirkungen anhand eines Volumenstroms von 55 m³/h über eine Leitungslänge von 1.000 m betrachtet; einmal für ein PVC-Steckmuffenrohr nach EN 1452-2 der Dimension 110 x 4,2 mm und alternativ für 160 x 6,2 mm. Im Rohr der Dimension DN110 beträgt die Fließgeschwindigkeit 1,9 m/s und der Druckverlust 3,7 bar. Im Rohr DN 160 ist die Fließgeschwindigkeit 1,0 m/s und der Druckverlust nur noch 0,5 bar, also näherungsweise ein Achtel. Hierfür sind etwa 8,4 kW bzw. nur 1,1 kW erforderlich.

Daraus folgen bei 1.000 Betriebsstunden/Jahr und einem Energiepreis von 0,20 €/kW je Stunde 8.400 bzw. 1.130 kWh, entsprechend 1.680 € Energiekosten bei DN110 und 226 € bei DN160 – nur um den Druckverlust auszugleichen! Eine Parallellleitung oder die Erzeugung



Foto: Raupert

Trommelmaschinen haben eine wesentlich schlechtere Wasserverteilgenauigkeit, weil sie sehr windanfällig sind.

eines Ringschlusses in der Dimension DN110 bringt etwa denselben Effekt, nämlich eine Halbierung der Fließgeschwin-

digkeit und eine Stromkostenersparnis von 1.500 €/Jahr in diesem Beispiel. Das ergibt bei einer Investition von rund



MASSEY FERGUSON WORLD EXPERIENCE TOUR 2.0

ERLEBEN SIE DIE NEUHEITEN

4.6. BAD SASSENDORF, 19.00 UHR

VERSUCHS- UND BILDUNGSZENTRUM LANDWIRTSCHAFT
HAUS DÜSSE OSTINGHAUSEN,
59505 Bad Sassendorf, www.duesse.de

6.6. JADE, 19.00 UHR

TS AGRI GMBH, Bundesstraße 57, 26349 Jade, www.ts-agri.de

11.6. HARSEFELD, 19.00 UHR

STADER SAATZUCHT EG, Griemshorster Str. 29,
21698 Harsefeld, www.fricke-tobaben.de

VON MASSEY FERGUSON



AGCO
The AgriSource Company

MASSEY FERGUSON ist eine weltweite Marke von AGCO.

MASSEY FERGUSON



Foto: Cibaas

Die Verteilgenauigkeit ist bei modernen Beregnungsmaschinen wesentlich besser, sodass auch Wassereinsparungen möglich sind.

10.000 € für die Parallelleitung eine Rendite von 15 %, eine hoch rentable Investition also.

Diese Zusammenhänge können auf die PE-Rohre der Beregnungsmaschinen übertragen werden. Als Beispiel sei eine alte Trommel-Beregnungsmaschine mit einem PE-Rohr von 90 x 7 mm x 450 m Länge mit einer modernen Maschine gleicher PE-Rohrlänge

jedoch der Dimension 125 x 9,3 mm verglichen. In beiden Fällen soll der Volumenstrom 45 m³/h betragen. Der Druckverlust in der Turbine der alten Maschine wird mit 1,2 bar und in der neuen Maschine mit 0,5 bar angenommen.

Es ergibt sich folgendes Bild: bei 450 m 90 x 7 mm beträgt die Fließgeschwindigkeit 2,8 m/s, der Druckverlust 6,2 bar und

die Leistung 12 kW, entsprechend 2.400 €/Jahr Energiekosten für die Verlustüberwindung. Bei der Neumaschine ergeben sich 1,4 m/s, 1,4 bar Druckverlust, 2,7 kW Leistung und Energiekosten von 540 €/Jahr für die Verlustüberwindung.

Die Neumaschine spart in diesem Beispiel jährlich 1.680 € Energiekosten. Bei Diesel als

Energiequelle ist der Wert deutlich höher. Wer die Verhältnisse auf seinen Betrieb übertragen möchte, kann die Rohrlängen, die jährlichen Betriebsstunden und den Energiepreis per Dreisatz anpassen. Die Auswirkungen der Geschwindigkeitsveränderungen zu ermitteln (Durchmesser-, Volumenstromänderung), sollte Fachleuten vorbehalten bleiben.

Auch die Anbaupläne bieten Ansätze, Energiekosten zu sparen. Der Fall, in dem für mehrere Maschinen zugleich Wasser durch eine Zu-

leitung fließt, sollte so weit wie die Anbaupläne das ermöglichen, vermieden werden. Eine zweite Maschine an derselben Zuleitung bringt zwangsläufig eine Verdoppelung der Fließgeschwindigkeit mit den oben beschriebenen, hoch negativen Auswirkungen auf die Strom- oder Dieselrechnung mit sich.

Beregnung umstellen?

Sollte man auf Center Pivots oder Linearmaschinen umstellen? Der Leistungsbedarf für die Wasserförderung verhält sich direkt proportional zum Druck. Eine Halbierung des Drucks bringt eine Halbierung der Energierechnung. Center Pivots arbeiten mit einem Eingangsdruck von 1,8 bis 2,6 bar. Hieraus folgt eine Senkung der Energiekosten um 50 % bis 80 %. Gleichzeitig vermindern Center Pivots die Wasserverluste erheblich, haben eine wesentlich bessere Verteilgenauigkeit und weisen einen Arbeitsbedarf von näherungsweise Null auf.

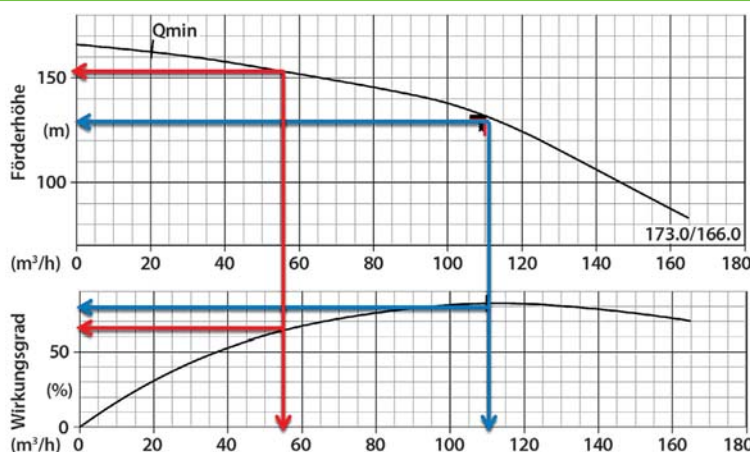
Bei der Verteilgenauigkeit und hinsichtlich der Wasserverluste durch Abwehung und Verdunstung leisten Center Pivots und Linears einen regelrechten „Quantensprung“. Unter der Bedingung von 20 km/h Windgeschwindigkeit erreichen Trommelmaschinen etwa 60 % und Center Pivots 85 % bis 88 % der theoretischen Verteilgenauigkeit von 100 %.

Eine derart schlechte Verteilung der Trommelmaschinen von nur 60 % muss deutlich messbare Beeinträchtigungen, sowohl beim Ertrag, als auch bei der Qualität der Feldfrüchte, verursachen. Über die Voraussetzungen, um Center Pivots und Linearmaschinen in Niedersachsen sinnvoll einsetzen zu können, wird in einem weiteren Beitrag in einer der nächsten Ausgaben der LAND & Forst berichtet.

Pumpensteuerung

Die ausgewiesenen Wirkungsgrade moderner Unterwassermotor-Pumpen liegen etwa zwischen 75 % und 82 %. Es muss aber beachtet werden,

Veränderung Betriebspunkt und Pumpenwirkungsgrad



Ursprünglicher Betriebspunkt:	110 m³/h, 130 m
Wirkungsgrad:	82 %
Veränderter Betriebspunkt:	55 m³/h, 156 m
Realer Wirkungsgrad:	65 %
Zusätzlich Verlust durch zu viel Druck!	

dass der höchste Wirkungsgrad sich nur im optimalen Betriebspunkt einstellt, d. h. bei einer bestimmten Kombination aus Volumenstrom und Druck. In jedem anderen Betriebspunkt ist der Wirkungsgrad schlechter, teilweise sogar sehr schlecht.

Die Bedeutung dieses Zusammenhangs verdeutlicht das folgende Beispiel: Eine Pumpe wurde ursprünglich für die Versorgung von zwei Trommelberechnungsmaschinen ausgelegt. Der Betriebspunkt ist $110\text{ m}^3/\text{h}$ bei 130 m und der Wirkungsgrad 82% . Im Zuge von Umbaumaßnahmen wird diese Pumpe in einen anderen Brunnen mit tiefem Wasserspiegel verbracht und versorgt jetzt eine Berechnungsmaschine. Der Betriebspunkt verschiebt sich auf der Kennlinie nach links zu $55\text{ m}^3/\text{h}$ bei 156 m . Der Wirkungsgrad beträgt nur noch 65% statt 82% . Ein Fachbetrieb hätte von dem Pumpentausch abgeraten und eine neue Pumpe empfohlen, die im Betriebspunkt $55\text{ m}^3/\text{h}$ und 156 m einen hohen Wirkungsgrad hat. Die Grafik auf Seite 30 zeigt den Zusammenhang anhand der praxisbekanntesten Pumpenkennlinie.

Pumpendrehzahl

Der physikalische Hintergrund bei Drehzahländerungen ist ähnlich gravierend wie bei Fließgeschwindigkeitsänderungen: Wird die Drehzahl verdoppelt, erhöht sich die notwendige Antriebsenergie und damit die Energierechnung etwa um das Achtfache. Entsprechend kostensenkend wirkt sich eine Drehzahlanpassung nach unten mithilfe von Frequenzumformern (FU) aus. Das obige Beispiel soll abgewandelt werden, um das Energiespar-Potenzial von FU aufzuzeigen.

Annahme: Bedingt durch die Anbaupläne sind zu einem Zeitpunkt die beiden oben erwähnten Berechnungsmaschinen im Einsatz ($2 \times 55\text{ m}^3/\text{h}$ 130 m 82%), was in Ordnung ist. Zu einem anderen Zeitpunkt fallen Flächen aus der Berechnung heraus und es ist

nur eine Maschine mit $55\text{ m}^3/\text{h}$ im Einsatz. Hier käme zu dem schlechten Wirkungsgrad von 65% ein Drucküberschuss von $2,6\text{ bar}$ hinzu, der eventuell mit einem Schieber abgebaut wird. In solchen Situationen sollte der Einsatz von Frequenzumformern in Betracht gezogen werden. Die Pumpe würde keinen Drucküberschuss produzieren und im Bereich des besten Wirkungsgrades arbeiten.

Pumpen austauschen?

Pumpenkabel können je nach Einbautiefe einen hohen Anteil am Pumpenpreis ausmachen. Wurde hier gespart, kann es zu Kabelverlusten von einem bis zu einigen kW kommen. Wurden Steigleitungen in Brunnen zu klein dimensioniert oder wird entgegen der ursprünglichen Auslegung ein höherer Volumenstrom bei weniger Druck entnommen, kann die Fließgeschwindigkeit in den Steigrohren sehr hoch sein.

Eine ältere Pumpe mag zum Zeitpunkt des Kaufs einen vor dem damaligen Stand der Technik hohen Wirkungsgrad gehabt haben. Der Wirkungsgrad moderner Pumpen ist jedoch höher. Unter den realen Einsatzbedingungen der Praxis werden Pumpen regelmäßig außerhalb von Betriebsgrenzen betrieben.

Hier rückt ein physikalisches Phänomen, die Kavitation, in das Blickfeld. Kavitation verursacht an Pumpenlaufrädern Erosionsschäden, mit der Folge einer Wirkungsgrad-Verschlechterung, bis hin zur Zerstörung der Laufräder.

In der Kürze dieses Artikels lassen sich unmöglich alle Ansätze umfassend und technisch korrekt beschreiben. Angesichts explodierender Energiepreise sollten Berechnungs-Landwirte das Gesamtkonzept ihrer Anlage einer Prüfung unterziehen, besonders dann, wenn Erweiterungen in der Vergangenheit vorgenommen wurden. Das Sparpotenzial könnte groß und die Rendite von Verbesserungsmaßnahmen extrem hoch sein.

Peter Claas,
Ingenieurbüro claas-rain