

Beregnung

Ältere Beregnungsanlagen wurden bei der Planung ursprünglich vom Brunnen über die Pumpen, die Energieversorgung, die Druckrohrnetze bis hin zu den Beregnungsmaschinen technisch einwandfrei und effizient ausgelegt. Oft wurden jedoch im Laufe der Jahre Veränderungen vorgenommen. Erfolgt diese ohne hinreichende Beachtung der physikalischen Gesetze, können dramatische Verschlechterungen des Wirkungsgrades der Beregnungsanlage und hohe Energiekosten die Folge sein.

Reibung kostet Kraft

Widerstände steigen im Quadrat zur Geschwindigkeit. Während ein 80 PS-Pkw eine Höchstgeschwindigkeit von ca. 180 km/h erreicht erfordert die Erhöhung der Geschwindigkeit um den Faktor zwei auf 360 km/h eine gewaltige Erhöhung der Leistung um den Faktor acht auf etwa 640 PS. Schnell fahren kann Spaß machen, verursacht aber auch eine sehr hohe Benzinrechnung. Bei der Beregnung bleibt dagegen bei einer satten Energierechnung der Spaßfaktor aus. Eine Reduzierung der Fließgeschwindigkeit in Rohren von z. B. 3,6 auf 1,8 m/s hat vergleichbare Auswirkungen auf die Stromrechnung wie die Reduzierung der Geschwindigkeit eines Sportwagens von 360 auf 180 km/h auf die Benzinrechnung. Das sollte zu denken geben. Beregnungswasser „reibt

Langsam mit wenig Druck

Viele Faktoren spielen bei der energetischen Optimierung von Beregnungsanlagen eine Rolle. Das **Einsparpotenzial** von Investitionen ist hoch.



Je größer der Rohrdurchmesser, desto geringer die Fließgeschwindigkeit.
FOTO: SABINE RÜBENSAAT

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 Dieselkosten verursacht. Ein Rohrrinnen-

durchmesser von 100 mm hat einen Querschnitt von 75,8 cm² und bei 200 mm Durchmesser 314 cm². Folglich ist die Fließgeschwindigkeit bei 100 mm Durchmesser um den Faktor vier höher als bei 200 mm und nicht um den Faktor zwei wie man anhand der Durchmesser vorschnell schließen könnte. Zwischen PVC-Rohren der Dimensionen DN 110 und DN 160

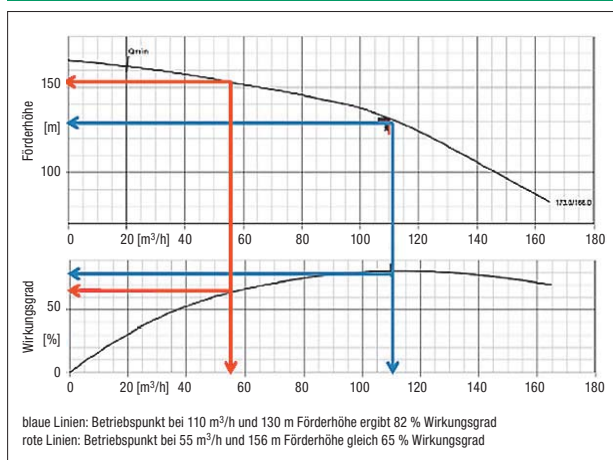
liegt bereits ein Geschwindigkeitsfaktor von zwei.

Die Auswirkungen einer Querschnittsänderung werden 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 etwa ein Achtel. Hierfür sind ca. 8,4 kW bzw. nur 1,1 kW erforderlich. Das ergibt bei 1 000 Betriebsstunden pro Jahr 8 400 bzw. 1 130 kWh. Bei einem Preis von 0,20 €/kWh entspricht das 1 680 € Energiekosten bei DN110 und 226 € bei DN160 nur um den Druckverlust auszugleichen.

Eine Parallelleitung oder die Erzeugung eines Ringschlusses in der Dimension DN110 bringt etwa denselben Effekt, nämlich eine Halbierung der Fließgeschwindigkeit und eine Stromkostensparnis von 1 500 € pro Jahr in diesem Beispiel. Das ergibt bei einer Investition von ca. 10 000 € für die Parallelleitung eine Rendite von 15 %.

Diese Zusammenhänge können auf die PE-Rohre der Beregnungsmaschinen übertragen werden. Zum Beispiel hat eine alte Trommelberegnungsmaschine ein 450 m langes PE-Rohr mit einem Durchmesser von 90 x 7 mm. Zum Vergleich hat eine moderne Maschine gleicher Rohrlänge die Dimension 125 x 9,3 mm. Der Volumenstrom soll 45 m³/h betragen. Der Druck-

Abb.: Pumpenwirkungsgrad bei unterschiedlichen Betriebspunkten





verlust in der Turbine der alten Maschine wird mit 1,2 bar und in der neuen Maschine mit 0,5 bar angenommen. Bei der alten Maschine beträgt die Fließgeschwindigkeit 2,8 m/s, der Druckverlust 6,2 bar, der Leistungsbedarf 12 kW und damit fallen Energiekosten von 2 400 € pro Jahr für die Verlustüberwindung an. Bei der Neumaschine ergeben sich 1,4 m/s, 1,4 bar Druckverlust, 2,7 kW Leistung und Energiekosten von 540 € pro 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 Zuleitung 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, negativen Auswirkungen auf den Energieverbrauch mit sich.

Center Pivots oder Linear?

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 % gegenüber Trommelmaschinen. Gleichzeitig vermindern Center Pivots die Wasserverluste erheblich, haben eine wesentlich bessere Verteilgenauigkeit und weisen einen sehr geringen Arbeitsbedarf auf. Bei der Verteilgenauigkeit und hinsichtlich der Wasserverluste durch Abdrift und Verdunstung leisten Center Pivots und Linears einen regelrechten „Quantensprung“. Bei 20 km/h Windgeschwindigkeit erreichen Trommelmaschinen etwa 60 % und Center Pivots 85 bis 88 % der theoretischen Verteilgenauigkeit von 100 %. Eine schlechte Verteilung von nur 60 % muss deutlich messbare Beeinträchtigungen, sowohl beim Ertrag als auch bei der Qualität der Feldfrüchte, verursachen.

Optimaler Betriebspunkt

Die ausgewiesenen Wirkungsgrade moderner Unterwassermotorpumpen liegen etwa zwischen 75 und 82 %. Es ist zu beachten, 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. Zum Beispiel wurde eine Pumpe ursprünglich für die Versorgung von zwei Trommelberegnungsmaschinen ausgelegt (Abb.). Der Betriebspunkt liegt bei 110 m³/h und 130 m Förderhöhe

und der Wirkungsgrad beträgt 82 %. Im Zuge von Umbaumaßnahmen wird diese Pumpe in einen anderen Brunnen mit tieferem Wasserspiegel verbracht und versorgt jetzt eine Beregnungsmaschine. Der Betriebspunkt verschiebt sich auf der Kennlinie nach links zu 55 m³/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 zum Betriebspunkt passt und damit einen hohen Wirkungsgrad hat.

Drehzahl spielt auch eine Rolle

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 wird abgewandelt, um das Potenzial von Frequenzumformern zu zeigen. Bedingt durch die Anbaupläne sind zu einem Zeitpunkt die beiden oben erwähnten Beregnungsmaschinen (2 x 55 m³/h, 130 m, 82 %) im Einsatz. Zu einem anderen Zeitpunkt fallen Flächen aus der Beregnung heraus und es ist nur eine Maschine mit 55 m³/h im Einsatz. Hier käme zu dem schlechten Wirkungsgrad von 65 % ein Drucküberschuss von 2,6 bar hinzu, der ggf. mit einem Schieber abgebaut wird. Mit einem Frequenzumformer würde die Pumpe keinen Drucküberschuss produzieren und im Bereich des besten Wirkungsgrades arbeiten.

Weitere Energiefresser

Pumpenkabel können je nach Einbautiefe einen hohen Anteil am Pumpenpreis ausmachen. Würde hier gespart, kann es zu Kabelverlusten 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 entsprechend 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 Wirkungsgradverschlechterung, bis hin zur Zerstörung der Laufräder.

FAZIT: In Anbetracht hoher Energiepreise sollten Beregnungslandwirte das Gesamtkonzept ihrer Anlage einer Prüfung unterziehen, besonders wenn Erweiterungen in der Vergangenheit vorgenommen wurden. Das Sparpotenzial könnte groß und die Rendite von Verbesserungsmaßnahmen extrem hoch sein.

PETER CLAAS, VELTEN

2 ERNTEN KOSTENLOS DRESCHEN.
JETZT NUR BEI IHREM DEUTZ-FAHR
VERTRIEBSPARTNER!



**DAS GIBTS
NUR BEI
DEUTZ-FAHR:**

**Jetzt kaufen – 2014 und
2015 gratis ernten – erst
2016 zahlen – und das
schon ab 0%*!**

Dreschen Sie zwei Erntekampagnen lang kostenlos: Kaufen Sie jetzt Ihren DEUTZ-FAHR Mähdrescher und sichern Sie sich eine zahlungsfreie Zeit von 540 Tagen! Bei einer Laufzeit von 25 Monaten erhalten Sie sogar eine Null-Prozent-Finanzierung. **Achtung:** Dieses einmalige Angebot gilt nur noch bis zum 30. Mai 2014, nur für eine begrenzte Stückzahl und nur bei teilnehmenden Händlern.

deutz-fahr.com



*Bei einer Laufzeit von 25 Monaten