

Optimierung von Wassergewinnungsanlagen und Brunnenpumpen

Moderne Anlagentechnik für eine ressourcenschonende und energieeffiziente Wasserversorgung

Mario Hübner

Die Versorgung mit Trinkwasser gehört nicht nur in den Ländern der dritten Welt zu den großen Herausforderungen infrastruktureller Planung. Zwar ist in Industrieländern wie Deutschland sauberes Trinkwasser jederzeit verfügbar, dennoch besteht auch hierzulande hinsichtlich der Versorgungstechnik oftmals Optimierungspotential. Um auch in Zukunft eine zuverlässige und vor allem ressourcenschonende Wasserversorgung zu gewährleisten, ist es daher wichtig, die Anlagentechnik in der Trinkwassergewinnung so effizient wie möglich zu gestalten. Der folgende Beitrag zeigt, welche Faktoren die Ergiebigkeit von Anlagen zur Trinkwassergewinnung beeinflussen und welche Entwicklungen in der Unterwassermotorpumpentechnik die Effizienz von Brunnenanlagen steigern können.

Bedingt durch den Klimawandel und einen dramatischen Preisanstieg der Energiekosten sind bei der Gewinnung von Trinkwasser zwei Ziele für die Betreiber von Wassergewinnungsanlagen vordringlich: Zum einen sollen sich die Betriebskosten auf einem möglichst niedrigen Niveau bewegen, zum anderen die Ergiebigkeit und Standzeit von Brunnenanlagen so lange wie möglich erhalten bleiben (Abb. 1).

Ein entscheidender Schritt zur Erreichung beider Ziele ist der Einsatz moderner Anlagentechnik. Die neueste Technik allein reicht für eine Optimierung einer Wassergewinnungsanlage jedoch oftmals nicht aus, sofern sie nicht auch individuell auf die Anforderungen ihres Einsatzbereichs ausgelegt wird. So scheitern Versuche einer Effizienzsteigerung und Regenerierung einer vorhandenen Anlage oftmals daran, dass die Gesamtzusammenhänge aller Einflussgrößen



Abb. 1: Für die Betreiber von Wassergewinnungsanlagen ist es äußerst wichtig, dass die Ergiebigkeit ihrer Anlagen und die Wirtschaftlichkeit der Anlagentechnik möglichst lange erhalten bleiben. Bei Neubau und Betrieb eines Brunnens gilt es daher immer, das Gesamtsystem im Blick zu haben.



Abb. 2: Brunnen zählen zum wichtigsten Anlagevermögen von Unternehmen aus dem Bereich der Wasserversorgung. In Deutschland sorgen 25.000 Vertikalfilterbrunnen für die Versorgung mit frischem Wasser. Mit technischen Innovationen und entsprechendem Know-how lässt sich die Ergiebigkeit, Lebensdauer und Effizienz solcher Brunnenanlagen deutlich verbessern.

auf den Betrieb einer Brunnenanlage nicht hinreichend bekannt sind. Damit die technische Planung und Realisierung effizienter und langlebiger Brunnenanlagen gelingt, ist es erforderlich, das System in seiner Gesamtheit zu erfassen (Abb. 2).

Optimierungsbedarf im Pumpenbestand

Eine Untersuchung von über 2.500 Brunnenanlagen, die über mehrere Jahre im Auftrag der Pumpenwirtschaft in Deutschland durchgeführt wurde, ergab, dass der durchschnittliche Gesamtwirkungsgrad von Pumpen in der Trinkwasserförderung bei lediglich 41 % liegt. Nur etwa die Hälfte aller untersuchten Pumpen erreichen Gesamtwirkungsgrade von 50 % und mehr. Würden alle Pumpen im Optimum laufen, könnte ein Gesamtwirkungsgrad von über 70 % erreicht werden (Abb. 3).

In den rund 25.000 Vertikalfilter- und 360 Horizontalbrunnen, die deutschlandweit die Trinkwasserversorgung sichern sowie den zahlreichen weiteren Brunnen, die zur Grundwasserabsenkung, Versickerung, Betriebswasser-, Feuerlösch- oder Notwassergewinnung genutzt werden, sind zusammen etwa 40.000 Unterwas-

sermotorpumpen im Einsatz. Angesichts der Ergebnisse der o.g. Studie wird deutlich, dass hier noch erhebliches Energiesparpotential besteht, indem man den Gesamtwirkungsgrad der eingesetzten Pumpentechnik verbessert.

Brunnenalterung ursächlich für Wirkungsgradverluste

Dabei sind die Gründe für die nur mäßigen Wirkungsgrade von Unterwassermotorpumpen in der Wassergewinnung vielfältig. Einer der Hauptfaktoren für unterdurchschnittliche Wirkungsgrade und Förderraten ist die Brunnenalterung. Mit der Zeit kommt es zur An- bzw. Ablagerung von Stoffen an den Anlagenkomponenten eines Brunnens als Folge chemischer Ausfällung, mechanischer Einschwemmung oder biologischer Stoffwechselprodukte. Ursache dafür sind physikalische, chemische und biologische Prozesse. Sie können zu einer Versandung, Versinterung und Verockerung, aber auch zur Korrosion der Brunnenkomponenten, wie den Unterwassermotorpumpen führen.

Am häufigsten kommt es zu einer biologischen Verockerung, der Bildung von Eisenmanganoxid. Man findet dieses im Innenbereich des Fil-

terrohres, in den Filterschlitzten und im Porenraum der Kiesschüttung, so dass sich während des Brunnenbetriebs nach und nach der Zulauf verändert. In der Folge beeinträchtigt dies den Wirkungsgrad der eingesetzten Pumpentechnik und die Ergiebigkeit des Brunnens, so dass eine Brunnenregenerierung und Optimierung des Pumpenbestands erforderlich sein kann. Durch das Zusetzen von z. B. Filterstrecke und Steigleitung können selbst korrekt ausgelegte und funktionierende Pumpen nicht mehr im Bestpunkt arbeiten. Die Pumpen laufen in den Teillastbereich und arbeiten dadurch länger bei schlechterem Wirkungsgrad mit erheblichen Auswirkungen auf die Betriebskosten (Abb. 4).

Brunnenregenerierung richtig timen

Ein hoher Stellenwert bei allen Regenerierungsverfahren kommt dem richtigen Zeitpunkt zu. Denn entsprechende Maßnahmen sollten initiiert werden, noch bevor eine signifikante Verminderung bei der Ergiebigkeit eines Brunnens feststellbar ist. Spätestens bei Leistungsrückgängen von über 15 % gegenüber dem Neubauzustand ist dringender Handlungsbedarf gegeben, um die Energiekosten für

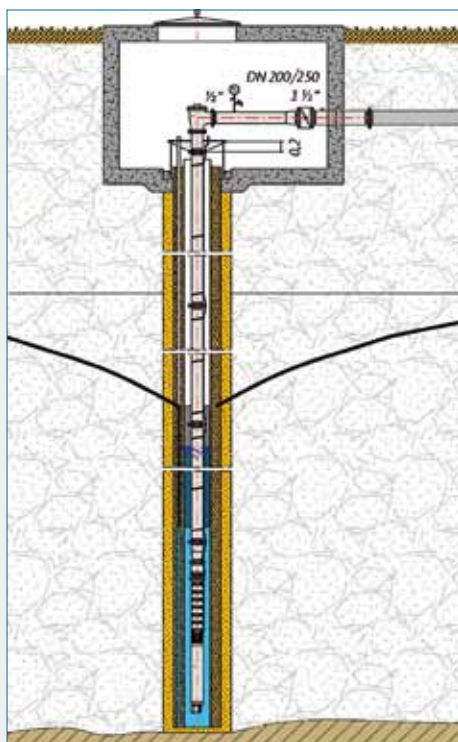


Abb. 3: Eine Untersuchung von über 2.500 Brunnenanlagen in Deutschland ergab, dass der durchschnittliche Gesamtwirkungsgrad von Pumpen in der Trinkwasserförderung bei lediglich 41 % liegt. Würden alle Pumpen im Optimum laufen, könnte ein Gesamtwirkungsgrad von über 70 % erreicht werden.



Abb. 4: Durch das Zusetzen von z. B. Filterstrecke und Steigleitung arbeiten selbst korrekt ausgelegte und funktionierende Pumpen nicht mehr im Bestpunkt. Die Pumpen laufen in den Teillastbereich und arbeiten dadurch länger bei schlechterem Wirkungsgrad mit erheblichen Auswirkungen auf die Betriebskosten.

den Brunnenbetrieb nicht ausufern zu lassen und die Betriebsfähigkeit des Gesamtsystems nicht zu gefährden.

Daher ist unter anderem eine regelmäßige Brunnenüberwachung zu empfehlen, z.B. durch kameratechnische Erfassung oder so genannte Pumpversuche. Solche Verfahren können zur Klärung herangezogen werden, ob eine Brunnenregenerierung erforderlich ist. Wichtige Beurteilungskriterien dabei sind unter anderem die hydraulische Leistungsfähigkeit der Pumpe, der Filtereintrittswiderstand, der Restsandgehalt und die Rohwasserbeschaffenheit.

Mithilfe fest installierter Überwachungstechnik lassen sich Daten zum Brunnenzustand auch regelmäßig erfassen. Eine geeignete Lösung hierfür stellt der Einsatz von Peilrohren zur Messung der Wasserspiegellage im Ringraum der Brunnen und zur Überwachung des Zuflusswiderstandes (Delta-H-Wert) dar. Um letzteren zu ermitteln, empfiehlt sich der Einsatz jeweils zweier Peilrohre pro Brunnenschacht. Eines sollte mit Rohrschellen direkt an der Steigleitung befestigt, ein zweites in die Ringraumverfüllung eingebracht werden.

Eine weitere bewährte Technologie zur Brunnenüberwachung sind so genannte Druckaufnehmer. Diese können individuell für das Brunnensystem konfiguriert werden und z.B. den Ruhe- sowie den Betriebswasserspiegel erfassen und somit auch als Trockenlaufschutz der Pumpe fungieren. Die so erfassten Daten lassen sich mittels Datenlogger speichern, um Langzeitbeobachtungen zu ermöglichen.

Zeigen entsprechende Überwachungssysteme Veränderungen an und kommt es zu Abweichungen bei den Förderraten der Pumpe, ist dies ein deutlicher Indikator dafür, dass die Brunnenanlage nicht optimal arbeitet und gegebenenfalls eine Regenerierungsmaßnahme erforderlich ist.

Zusammenhänge von Filterarten und Verockerung

Einen grundlegenden Einfluss auf die Anfälligkeit von Brunnenanlagen für An- und Ablagerungen hat die Wahl des Filterkieses. Üblicherweise werden zur Ringraumverfüllung Quarz-

sande und Kiese gemäß DIN 4924 verwendet. Je nach Qualität des Filterkieses kann dieser einen mehr oder weniger großen Anteil von Unterkorn aufweisen. Dabei handelt es sich um Partikel, die kleiner als die gewünschte Körnung des Filterkieses sind. Diese werden strömungsbedingt Richtung Brunnenverrohrung gespült, wodurch die Filterschlitzte zusetzen (Kolmation). Die Durchlässigkeit der Rohre wird dadurch negativ beeinträchtigt, die veränderten Strömungsverhältnisse führen zu einer schnelleren Verockerung der Filterstrecke.

Eine optimale und gleichbleibende Körnung lässt sich demgegenüber mit Glaskugeln erzielen, weshalb sich deren Einsatz in der Praxis immer mehr durchsetzt. Durch Glaskugeln erreicht man einen gleichmäßigen Porenzwischenraum mit glatten Oberflächen. Da es hier keine Verstopfung der Wasserwege durch Unterkorn gibt, weist die Filterstrecke über einen längeren Zeitraum hinweg eine geringere Anfälligkeit für Verockerungen auf (Abb. 5). Die statische Förderhöhe bleibt so länger konstant, die Pumpe kann prinzipiell längere Zeit im Bestpunkt arbeiten. Damit ist eine komplizierte und aufwendige Brunnenregenerierung in den bis zu 300 m tiefen Anlagen nicht so schnell erforderlich, was eine deutliche Kosteneinsparung zur Folge hat. Erspart man sich durch den Einsatz von Glaskugeln im Laufe eines Brunnenlebens eine Regene-



Abb. 5: Modell eines Brunnens mit Wickeldrahtfilter und unterschiedlichen Ringraumverfüllungen. Das Modell zeigt deutlich, dass durch Glaskugelschüttungen eine einheitliche Körnung, absolut glatte Oberflächen und gleichmäßige Porenzwischenräume erreicht werden. Eine Verstopfung der Filterschlitzte durch Unterkorn ist hierbei nicht möglich.

rierung, haben sich in der Regel die Mehrkosten für Glaskugeln amortisiert.

Wirkungsgradverluste durch Verockerung

Die besseren hydraulischen Eigenschaften der Glaskugelschüttungen führen jedoch auch dazu, dass das im Wasser gelöste Manganoxid leichter zur Pumpe gelangt und sich dort vermehrt ablagert. Besonders sind davon Laufräder und Leitgehäuse betroffen, wodurch hydraulische Leistungseinbußen durch Fehlanströmung auftreten, auch das Fördervolumen verringert sich (Abb. 6).



Abb. 6: Die Ablagerung von Eisenmanganoxid ist einer der Hauptfaktoren für unterdurchschnittliche Wirkungsgrade und Förderraten bei Brunnenpumpen. Besonders sind davon Laufräder und Leitgehäuse betroffen, wodurch hydraulische und volumetrische Leistungseinbußen auftreten.

Aufgrund des verschlechterten Pumpenwirkungsgrades nimmt der spezifische Stromverbrauch deutlich zu. Die aufgenommene Leistung des Motors muss neben der im Laufrad an die Flüssigkeit übertragene Energie, der so genannten Schaufelleistung, die Leistungsverluste kompensieren, die durch Flüssigkeitsreibung an den äußeren Oberflächen des Laufrades entstehen. Dabei kommt es zu erhöhten Schwingungen der Pumpe mit negativen Auswirkungen auf die Lebensdauer des Aggregats.

Beschichtung als effizienter Schutz für Pumpen

Eine wirtschaftliche Maßnahme gegen die Verockerung kann in diesem Fall die Beschichtung der Pumpe sein.

Hier haben wir eine Beschichtung entwickelt, die nicht nur zur Ertüchtigung bereits beschichteter Pumpen optimal geeignet ist, sondern auch dem präventiven Schutz der Aggregate dienen kann.

Die Beschichtung „Ceram“ bietet einen wirkungsvollen Schutz vor korrosiven oder abrasiven Einflüssen der zu fördernden Medien.

Pumpengehäuse sowie Laufräder, die mit der Zwei-Komponenten-Oberfläche mit Aluminiumoxidanteilen beschichtet sind, weisen eine erheblich verlängerte Standzeit auf. Durch ihre hohe Oberflächenspannung ist die Beschichtung deutlich glatter als die Oberfläche von Neubauteilen. Damit sind beschichtete Pumpen auch weniger anfällig



Abb. 7: Die innovative „Ceram CT“-Beschichtung mit KTW-Zulassung wurde zum Schutz vor Ablagerungen von Pumpen in der Wasserversorgung entwickelt. Sie wird auf die medienberührten Bereiche von Laufrädern und Leitgehäusen aufgetragen. Durch die geringe Oberflächenrauigkeit wird zudem eine Steigerung des Pumpenwirkungsgrades um 2% erzielt.

Unterwassermotorpumpen mit „Ceram CT“: Betriebskosteneinsparungen in 10 Jahren

Fabrikat/Typ	KM1301 3-stufig ohne Beschichtung	KM1301 3-stufig „Ceram CT“-Beschichtung
Fördermenge	140 l/s	140 l/s
Förderhöhe	141 m	141 m
Pumpenwirkungsgrad	79,4 %	81,4 %
Motorwirkungsgrad	89,1 %	89,1 %
Gesamtwirkungsgrad	70,7 %	72,5 %
Leistungsaufnahme	274 kW	267 kW
Amortisationszeit und Energiekosteneinsparung der „Ceram CT“-Beschichtung		
Differenz der Leistungsaufnahmen	274 kW – 267 kW	7 kW
Jährliche Betriebszeit	365 Tage x 20 h	7.300 h/a
Energiekosten	0,15 €/kWh	
Einsparung pro Jahr	7.300 h x 0,15 €/kWh x 7 kW	7.665,- €/a
Kosten der Beschichtung	ca. 800,- €	
Amortisationszeit	38 Tage	
Gesamtenergiekosteneinsparung*	7.665,- € x 10 Jahre	76.650,- €

*bei gleichbleibenden Energiekosten

Abb. 8: Mit einer speziellen Beschichtung erhöht sich der Gesamtwirkungsgrad des Aggregats, die Leistungsaufnahme sinkt. Die Grafik zeigt, wie bei gleichen Rahmenbedingungen im Vergleich zu einem Aggregat ohne Beschichtung jährliche Energiekosteneinsparungen von 7.665 Euro bzw. im Zehn-Jahres-Vergleich in Höhe von 76.650 Euro erzielt werden können. Die Mehrkosten für die Beschichtung haben sich somit bereits nach 38 Tagen amortisiert.

KNF
PUMPEN



MEMBRANPUMPEN-TECHNOLOGIE VOM FEINSTEN...

- Ob für Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten – KNF Neuberger bietet ein breites Angebot an Pumpen und Systemen.
- Für unverfälschtes Fördern, Dosieren, Komprimieren und Evakuieren.
- Als OEM- oder tragbare Ausführungen.
- Mit einem variablen Produktprofil für kundenspezifische Lösungen.



www.knf.de

KNF Neuberger GmbH

Alter Weg 3 ■ D 79112 Freiburg ■ Tel. 07664/5909-0 ■ Fax -99 ■ E-Mail: info@knf.de

für Ablagerungen von Eisenmannoxid. Das Ergebnis sind verringerte Strömungswiderstände und -verluste, der Wirkungsgrad der Pumpe steigt im Vergleich zu einem unbeschichteten Aggregat. Über den gesamten Lebenszyklus ergibt sich hieraus zusätzlich eine erheblich verbesserte Gesamtwirtschaftlichkeit.

Durch ihre besonderen Eigenschaften trägt diese Beschichtung sogar dazu bei, den Pumpenwirkungsgrad neuer Aggregate zu verbessern. In einer Versuchsreihe des Herstellers konnten durch Messungen vor und nach der Applikation Wirkungsgradsteigerungen von rund zwei Prozent pro Pumpe festgestellt werden (Abb. 7). Die Kosten für die Beschichtung amortisieren sich daher meist binnen kürzester Zeit (Abb. 8).

Möglich ist die Anwendung des Beschichtungsverfahrens bei

allen Pumpen ab acht Zoll. In der Variante „Ceram CT“ erfüllt die Beschichtung die Anforderungen der „KTW-Leitlinie“ des Umweltbundesamtes und eignet sich daher ideal für den Einsatz im Trinkwasserbereich.

Sorgfältige Auslegung reduziert Folgekosten

Ein Faktor, der hinsichtlich der Effizienz von Brunnenanlagen nicht zu unterschätzen ist, ist die richtige Auslegung der Pumpentechnik beim Neubau des Brunnens oder auch beim Austausch des Pumpenbestandes. Hier liegt es zunächst im Interesse der Betreiber, dass die eingeplanten Pumpen nicht zu groß dimensioniert werden. Wo dies in der Praxis der Fall ist, arbeiten die Pumpen nicht im optimalen Betriebspunkt und verbrauchen damit unnötig viel Energie.

Eine sorgfältige Auslegung ist in der Regel unkompliziert. Mithilfe von Pumpenauswahlprogrammen lassen sich die richtig dimensionierten Pumpen anhand der Betriebsparameter der Brunnenanlage schnell ermitteln. Hier besteht darüber hinaus auch die Möglichkeit zur Durchführung einer Amortisationsrechnung nach betriebswirtschaftlichen Maßstäben.

Für die Betreiber bestehender Wassergewinnungsanlagen ist es zudem empfehlenswert, den Pumpenbestand präventiv daraufhin zu kontrollieren, ob die eingesetzten Pumpen überhaupt wirtschaftlich arbeiten. Ist dies nicht der Fall, kann sogar ein vorfristiger Austausch des Pumpenbestandes eine sinnvolle Investition sein.

Lebenszykluskostenanalyse als Entscheidungsgrundlage

Im Vergleich zu den Anschaffungskosten, die einen verhältnismäßig geringen Anteil an den so genannten Lebenszykluskosten (Life-Cycle-Costs oder LCC) einer Pumpe ausmachen – im Trinkwasserbereich beispielsweise im Durchschnitt lediglich 5% – schlagen die Energiekosten mit 84% und die Instandhaltungskosten mit 10% deutlich stärker zu Buche. Betreibt

man also falsch dimensionierte, beschädigte oder schlecht laufende Pumpen weiter, können sich die Mehrkosten binnen kürzester Zeit auf ein nicht zu tolerierendes Maß summieren (Abb. 9).

Vor diesem Hintergrund bietet die so genannte LCC-Analyse eine geeignete Entscheidungshilfe bei der Neuanschaffung oder Ersatzbeschaffung von Brunnenpumpen sowie eine Grundlage für die Bewertung von Maßnahmen zur Kostenreduzierung bei im Betrieb befindlichen Anlagen. Sie berücksichtigt alle Kosten, die im gesamten Lebenszyklus einer Pumpe entstehen. Durch diese ganzheitliche Betrachtungsweise können nicht nur optimal für den jeweiligen Einsatzzweck geeignete Pumpenmodelle ermittelt, sondern zugleich die Kosten für den Pumpenbetrieb minimiert werden.

Das in den USA entwickelte Verfahren wurde vom Herstellerverband Europump und dem herstellerübergreifenden Hydraulic Institute für die Berechnung und Auslegung von Pumpen und Pumpensystemen nutzbar gemacht. Es kann sowohl bei Neuanlagen als auch zur Optimierung von Bestandsanlagen eingesetzt werden. Bezogen auf den Lebenszyklus einer

Pumpe werden dabei verschiedene Kostenblöcke ermittelt. Bei Pumpen für die Wasserversorgung sollte eine LCC-orientierte Planung besonders auf die Verringerung der Leistungsaufnahme und auf die Verlängerung der Pumpenlebensdauer ausgerichtet sein, da hier die größten Einsparpotentiale bestehen. So rechnet sich der etwas größere Planungsaufwand, indem über den gesamten Lebenszyklus ein kostengünstiger und somit besonders wirtschaftlicher Betrieb der Anlage erreicht wird.

Innovative Motorentechnologien steigern Effizienz

Mit entscheidend für die Effizienz der Pumpe ist im Rahmen einer korrekten Auslegung die Wahl des Motors. Für Vertikalfilterbrunnen bieten einige Pumpenhersteller ein umfassendes Programm an hochwertigen Unterwassermotorpumpen und Unterwassermotoren für die unterschiedlichsten Anforderungen. Dringend zu beachten bei der Wahl des Motors ist die Kühlung, denn je nach Leistung benötigen die Motoren eine gewisse Strömungsgeschwindigkeit, die meist den Herstellerblättern zu entnehmen ist (Abb. 10).



Abb. 9: Die Lebenszykluskosten einer Pumpe für die Wasserversorgung zeigen, dass die Energiekosten mit 84% den größten Posten darstellen. Der Anteil der Anschaffungskosten fällt demgegenüber mit 5% vergleichsweise gering aus. Bei Neuanschaffung oder Ersatzbeschaffung von Pumpen empfiehlt es sich daher, immer die Gesamtwirtschaftlichkeit der Pumpe im Blick zu haben.



Abb. 10: Bei „CoolAct“-Motoren mit aktiver, interner Umlaufkühlung kann die Abwärme aus der Wicklung des Motors optimal aufgenommen und über den Außenmantel an das umströmende Medium abgegeben werden. Dadurch werden Leistungssteigerungen um bis zu 25% bei gleichzeitig reduzierter Motorbetriebstemperatur erzielt.

Im Bereich der Motorentechnik sind in den vergangenen Jahren Entwicklungen zu verzeichnen, die bei Zuverlässigkeit und Energieeffizienz deutliche Verbesserungen gebracht haben. So haben wir die so genannte „CoolAct“-Motorentechnologie entwickelt, die sich gegenüber klassischen Motoren durch eine eher längliche Motorbauform mit geringerem Durchmesser auszeichnet. Musste bei herkömmlichen Motoren für eine Leistung von 225 kW ein 12“ Motor mit einer Länge von 2.030 mm und einem Durchmesser von 279 mm eingebaut werden, fällt die „CoolAct“-Motorentechnologie mit 10“ Motoren, einer Länge von 1810 mm und einem Durchmesser von 232 mm bei gleicher Leistung deutlich schlanker aus. Damit lassen sich bei Unterwassermotorpumpen höhere Förderleistungen bei kleineren Brunnendurchmessern erreichen und der Materialeinsatz deutlich reduzieren (Abb. 11).

Fazit

Brunnen zählen zum wichtigsten Anlagevermögen von Unternehmen aus dem Bereich der Wasserversorgung. Für die Betreiber von Wassergewinnungsanlagen

ist es äußerst wichtig, dass die Ergiebigkeit der Anlage und die Wirtschaftlichkeit der Anlagentechnik möglichst lange erhalten bleiben. Bei Neubau und Betrieb eines Brunnens gilt es daher immer, das Gesamtsystem im Blick zu haben. Einzelne Maßnahmen im Rahmen von Beschaffung oder Regenerierung können sich – ohne die Zusammenhänge aller Anlagenkomponenten zu überblicken – im schlechtesten Fall als Fehlinvestition erweisen. Von der Filterstrecke über die Diagnosetechnik bis hin zu den Pumpen und ihrer Regelung sollten im Idealfall alle Anlagenkomponenten optimal auf den Einsatzbereich abgestimmt sein. Ein erhöhter Planungsaufwand rechnet sich daher fast immer. Nicht geringe Investitionskosten, sondern die Betrachtung der Gesamtkosten über die Lebensdauer der Anlagentechnik, die Lebenszykluskosten (LCC), sollten die Basis für Entscheidungen bei Neubau und Erneuerung sein.

*Autor:
Mario Hübner, Manager
System Engineering Sales
Region D-A-CH der WILO SE
Dortmund*



Abb. 11: Mit modernen Unterwassermotoren wie der „CoolAct“-Technologie ausgestatteten Unterwassermotor-Pumpen können höhere Förderleistungen bei kleineren Brunnendurchmessern erreichen mit positivem Effekt für Installations- und Betriebskosten.

Ein Erfolg für Sie. Ein Gewinn für die Umwelt.

IFAT ENTSORGA: DIE WELTLEITMESSE FÜR WASSER-,
ABWASSER-, ABFALL- UND ROHSTOFFWIRTSCHAFT



7.–11. MAI 2012 IN MÜNCHEN

Profitieren Sie von diesen Erfolgchancen:

- ▶ Optimale Businessplattform für Geschäftskontakte
- ▶ Einzigartiger Treffpunkt der gesamten Branche
- ▶ Rund 110.000 Besucher aus 186 Ländern
- ▶ Sehr hohe Entscheidungskompetenz vor Ort
- ▶ Marktführer, Spezialisten, Newcomer aus aller Welt
- ▶ Hochwertiges internationales Rahmenprogramm

Online anmelden bis 30. April 2011!

Messe München GmbH

81823 München

Tel. (+49 89) 9 49 - 1 13 58

Fax (+49 89) 9 49 - 1 13 59

info@ifat.de

