

**SPEZIAL**  
**ROHRLEITUNGS-**  
**SANIERUNG**

ab Seite 16

Leitungsbau  
Brunnenbau  
Geothermie

# bbr

Optimierung von  
Bohrlochpumpen in  
Vertikalfilterbrunnen

Erdgekoppelte  
Großwärmepumpen

Verockerungsanalytik für  
längere Brunnenlebensdauer

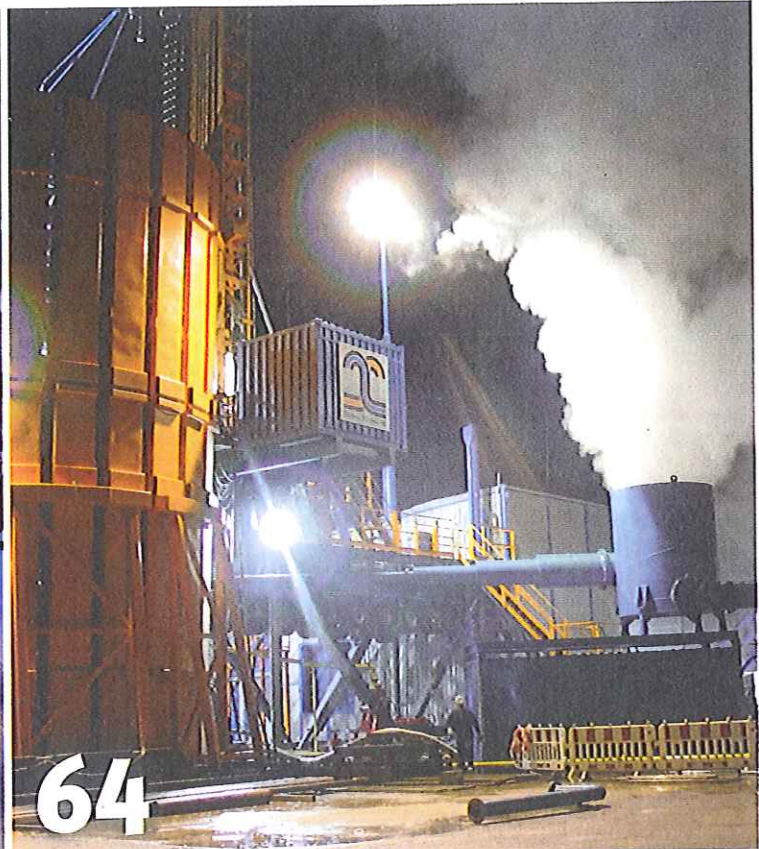
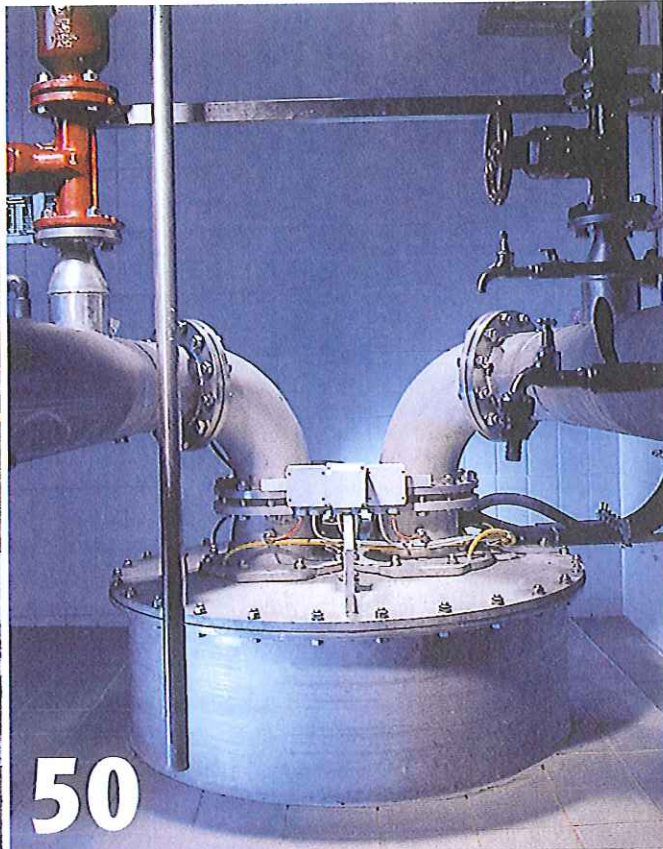
ProKASRO Mechatronik GmbH | Im Schleiert 6 | D-76187 Karlsruhe | T +49 721-95082-0 | F -28 | info@prokasro.de

## KASRO 2K-Verpresssystem

...das Rundum-Sorglos-Paket!







## SONDERTEIL PUMPENTECHNIK

### TECHNIK

- 50 Bohrlochpumpen in Vertikalfilterbrunnen – welche Optimierungsmöglichkeiten haben die Betreiber?  
Autoren: Mario Hübner, Sina Meschwitz
- 56 Einsatzbereiche für Großwärmepumpen mit erdgekoppelten Systemen  
Autorin: DI Ulrike Herzog
- 60 Unter dem Nord-Ostsee-Kanal hindurch – Druckerhöhungsstation garantiert sichere Frischwasserversorgung  
Autor: Detlef Holtz

### TECHNIK GEOTHERMIE

- 64 Geothermieprojekt Waldkraiburg: Planung, Ausführung und erste Betriebsergebnisse  
Autoren: Univ.-Prof. Dr. Johann Goldbrunner, Mag. Martin Eisner, Mag. Andrea Shirbaz, Dipl.-Ing. Dr. Josef Füreder, DI Ulrich Walz

### TECHNIK BRUNNENBAU

- 70 Verockerungsanalytik für eine längere Brunnenlebensdauer  
Autoren: Dipl.-Ing. Oliver Thronicker, Prof. Dr. Ulrich Szewzyk

### BAUSTELLENREPORT

- 74 Sheffield: Speicherung industrieller Abwärme in Erdsonden-Speicher
- 75 Flachbohrungen für den Glasfaserausbau

### PRODUKTE UND UNTERNEHMEN

- 76 Eine Dichtung für viele Rohrdurchmesser
- 76 Höhenanzeigesystem erlaubt genauere Fundamentarbeiten
- 77 Neuer vollautomatischer Präzisions-Vermessungskreisler
- 77 Plattenschweißmaschinen für vielseitige Einsatzbereiche
- 78 Drahtlose Kommunikation mit Datenloggern in aller Welt
- 78 Universeller Ausgleichsring Flexring
- 79 Neue Dosierstationen MobileDos und DTS

### SERVICE

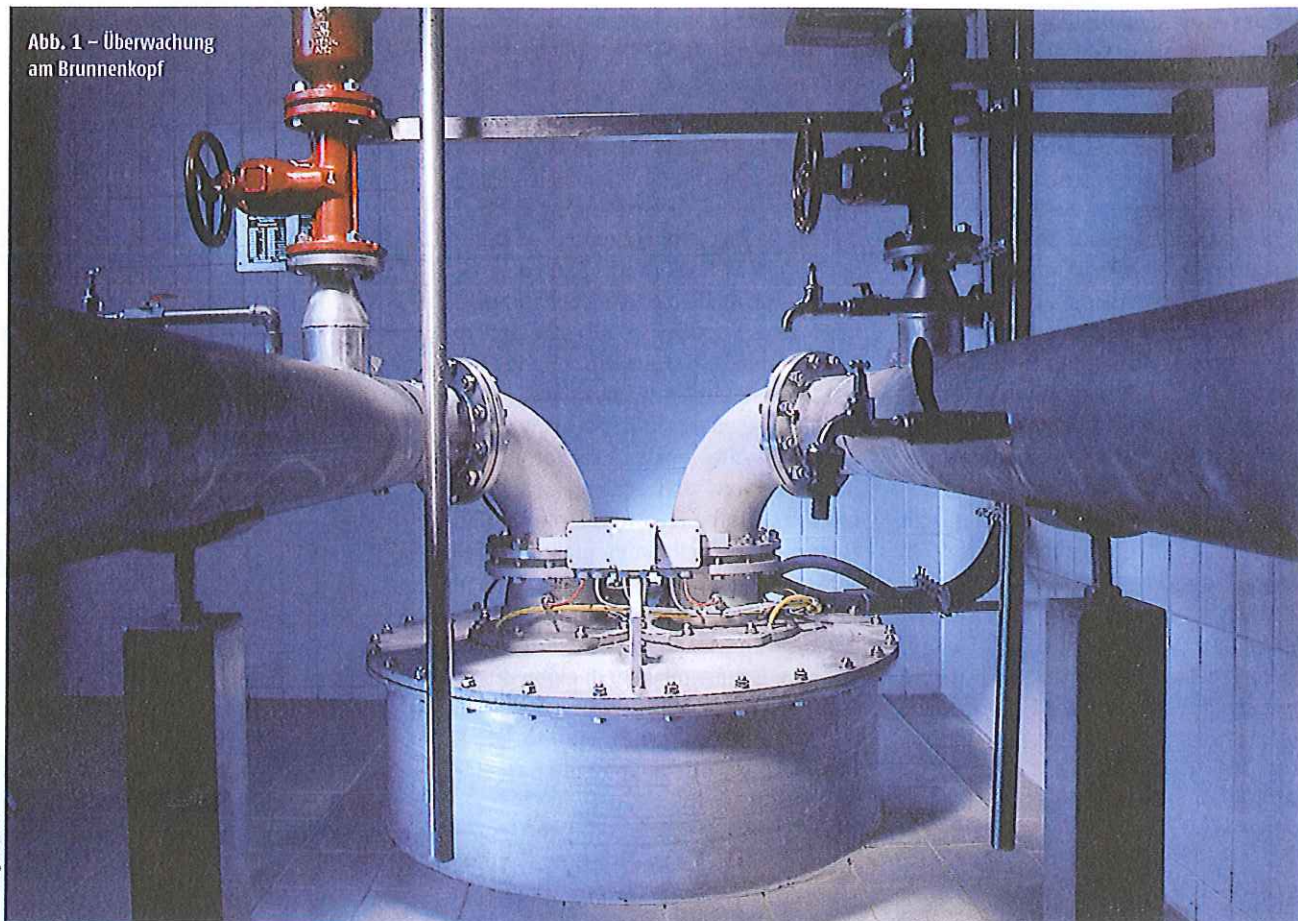
- 80 GEC Geotechnik – expo & congress: Eine Messe mit Tiefgang
- 80 Prüfhandbuch für Flüssiggas-Anlagen
- 81 11. Forum Wärmepumpe: Der Wärmemarkt nach der Bundestagswahl
- 81 An- und Verkäufe / Stellenmarkt
- 82 Veranstaltungen
- 84 Anbieterverzeichnis

### VORSCHAU / IMPRESSUM

- 90 Das erwartet Sie in der nächsten Ausgabe



Abb. 1 – Überwachung  
am Brunnenkopf



Abbildungen: WNO

## Bohrlochpumpen in Vertikalfilterbrunnen – welche Optimierungsmöglichkeiten haben die Betreiber?

Verschiedene Prozesse zwischen biologischen und chemischen Inhaltsstoffen des Grundwassers sowie der Stoffbestand des Bodens führen in Brunnen im Laufe des Betriebes zu einer Brunnenalterung. Durch Verringerung der Wassereintrittsfläche in das Brunnenbauwerk und der dadurch stärkeren Betriebswasserspiegelabsenkung – sowie der dann auch teilweise starken Verockerung der Unterwassermotorpumpe – läuft der Pumpbetrieb nicht selten in einem schlechten Wirkungsgrad. Deshalb ist ein rechtzeitiger Austausch oder die Überarbeitung und Optimierung des Pumpenbestandes an veränderte Einsatzbedingungen empfehlenswert.

**Der Trinkwasserbedarf** hat in den letzten Jahren in den sogenannten Entleerungsgebieten nachgelassen. Es gilt daher, die Pumpen in einem guten Wirkungsgrad

laufen zu lassen und das System den neuen Herausforderungen anzupassen. Ein rechtzeitiger Austausch oder eine Überarbeitung und Optimierung des Pum-

penbestandes an die veränderten Einsatzbedingungen ist deshalb ratsam. Von den Pumpenherstellern umgesetzte Öko-design-Richtlinien, indem noch bessere



Wirkungsgrade zur Verfügung gestellt wurden, reichen nicht aus, um in der Praxis einen energetisch optimierten Betrieb zu gewährleisten. Somit empfiehlt sich eine Überwachung in der Brunnenstube oder in der Leitwarte (Abb. 1).

### Veränderte Anforderungen für Vertikalfilterbrunnen

Bei Vertikalfilterbrunnen mit erhöhten Verockerungswerten können Unterwassermotorpumpen in den Teillastbereich laufen. Dort, wo nicht mehr die Wassermengen früherer Zeiten zu fördern sind, laufen heute nicht selten zu große Pumpen und arbeiten teilweise im Überlastbereich oder müssen weniger Stunden arbeiten. In beiden Fällen verlassen die Maschinen den Bestpunkt oder bekommen andere Schaltspiele und es besteht Handlungsbedarf, geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Solche Maßnahmen umfassen den proaktiven Austausch oder die Erneuerung noch funktionierender Pumpen mit dem Ziel, Energie zu sparen, deren Nachhaltigkeit zu verbessern, Kosten zu senken und nicht zuletzt die Umwelt zu schonen. Dies kann durch die Reinigung und Beschichtung einer veralteten oder durch Einsatz einer neuen Pumpe erreicht werden. Verbesserungen können aber auch bereits der Einsatz eines Frequenzumformers oder die Veränderung der Drehzahl eines im Einsatz befindlichen Frequenzumformers bringen.

### Brunnenalterung

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.



Abb.2 – Peilrohre an der Steigleitung

Diese können zu einer Versandung, Versinterung und Verockerung, aber auch zur Korrosion der Brunnenkomponenten wie den Unterwassermotor-Pumpen führen.

Am häufigsten kommt es zu einer biologischen Verockerung, mithin der Bildung von Eisenmanganoxid im Innenbereich des Filterrohres, in den Filterschlitzten sowie im Porenraum der Kiesschüttung, sodass sich während des Brunnen-


das Zusetzen etwa von 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 entsprechenden Auswirkungen auf die Betriebskosten.

Dass es zu diesen Verockerungen kommt, liegt oft daran, dass sich durch die Verfilterung von unterschiedlichen Aquiferen sauerstoffhaltiges Wasser aus oberen Stockwerken mit mineralhaltigem (Mangan, Eisen) Wasser aus unteren Stockwerken mischt. Zur Ermittlung des Betriebswasserspiegels, der zur Berechnung der statischen Höhe notwendig ist, sind viele Parameter zu überprüfen. Über die Jahre verändert sich der Absenkungstrichter. Dann addiert sich die Gesamtabenkung aus der Absenkung im Aquifer, dem Einfluss der Bohraureole, der Filterkiesschüttung und der Filterschlitzte.

Etwaige Regenerierungsverfahren sollten initiiert werden, noch bevor eine signifikante Verminderung bei der Ergiebigkeit eines Brunnens feststellbar ist. Spätestens bei Leistungsrückgängen von über 15 Prozent gegenüber dem Neubauzustand ist dringender Handlungsbedarf gegeben, um die Energiekosten für den

Es gilt, immer das gesamte Brunnen- << system mit der Pumpe zu betrachten >>

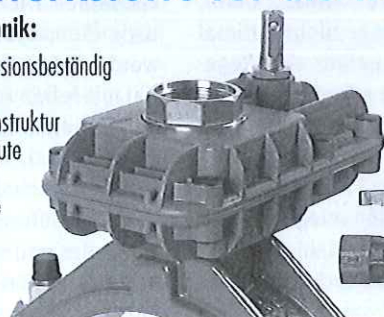
betriebs nach und nach der Zulauf verändert. In der Folge beeinträchtigt dies den Wirkungsgrad der eingesetzten Pumpentechnik und die Ergiebigkeit des Brunnens, was eine Brunnenregenerierung und/oder die Optimierung des Pumpenbestands erforderlich machen kann. Durch

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 sogenannte Pumpversuche. 

## Für eine sichere Trinkwasserversorgung Innovative Werkstoffe für die Trinkwasserinstallation

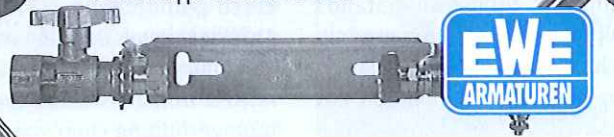
### Keramische Absperrtechnik:

- besonders verschleiß-, korrosionsbeständig und dadurch langlebig
- durch die glatte Oberflächenstruktur wird hohe Dichtigkeit und gute Gleitfähigkeit erreicht
- besonders hygienisch, keine Ablagerungen durch die glatte Oberflächenstruktur



### Bleifreies Silicium-Messing:

- erfüllt die Vorgaben der TrinkwV 2001, insbesondere des Minimierungsgebotes
- UBA-gelisteter, trinkwasserhygienisch geeigneter Werkstoff
- hohe Entzinkungs- und Korrosionsbeständigkeit
- schont knappe Rohstoffressourcen



EW-ARMATUREN  
Telefon: +49 531 37005-0 www.ewe-armaturen.de





Abb. 3 – Schlitzbrückenfilter mit Unterkorn



Abb. 4 – Zugesetztes Lauftrad aus Edelstahl

### Der Pumpversuch

Viele Betreiber möchten sich heute einen umfangreichen Pumpversuch nicht mehr leisten, wobei dieser ein wichtiger Indikator bezüglich der Pumpenauslegung ist. Im Beispielfall wurde ein Pumpversuch durchgeführt und dem Brunnen mit verschiedenen Drehzahlen unterschiedliche Wassermengen entnommen. Bei einer Menge von 33 l/s ergab sich eine Brunnenabsenkung von 52 m, durch Erhöhung der Drehzahl wurde die Menge auf 65 l/s gesteigert, dann eine Absenkung von 64 m festgestellt. Der Versuch wurde in weiteren Schritten durchgeführt und in einem Diagramm aufgezeichnet. In diesem Diagramm lassen sich bei der Auslegung einer neuen Pumpe alle Parameter gut erfassen und der Betriebswasserspiegel wird hierdurch optimal definiert.

### Überwachungstechnik

Wichtige Beurteilungskriterien zur Klärung möglicher Regenerierungsmaßnahmen sind unter anderem die hydraulische Leistungsfähigkeit der Pumpe, der Filtereintrittswiderstand, der Restsandgehalt und die Rohwasserbeschaffenheit. Mit Hilfe fest installierter Überwachungstechnik lassen sich Daten zum Brunnenzustand regelmäßig erfassen. Eine geeignete Lösung hierfür stellt der Einsatz von Peilrohren zur Messung der Wasserspiegellage im Ringraum der Brunnen und zur Überwachung des Zuflusswiderstands (Delta-H-Wert) dar. Um Letzteren zu ermitteln, empfiehlt sich der Einsatz von jeweils zwei Peilrohren pro Brunnen schacht. Eines sollte mit Rohrschellen direkt an der Steig-

leitung befestigt, ein zweites in die Ringraumverfüllung eingebracht werden. In Abbildung 2 ist eine Ausführung ersichtlich, bei der an die Steigleitung zwei Peilrohre befestigt wurden, ein 1 1/2“-Rohr für die elektronische Wasserspiegelmessung und ein 1“-Rohr für die Lichtlotmessung.

Eine weitere bewährte Technologie zur Brunnenüberwachung sind sogenannte Druckaufnehmer. Diese können individuell für das Brunnen system konfiguriert werden und z. B. den Ruhe- sowie den Betriebswasserspiegel erfassen und somit

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 (mechanische Kolmation – Abb. 3). Die Durchlässigkeit der Filterstrecke wird dadurch negativ beeinträchtigt, die veränderten Strömungsverhältnisse führen zu einer schnelleren Verockerung der Filterstrecke.

Wir sind auch verantwortlich für das, «  
was wir nicht tun

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 Indikator dafür, dass die Brunnenanlage nicht optimal arbeitet und gegebenenfalls eine Regenerierungsmaßnahme erforderlich ist.

### Filterkies

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

### Beschichtungen von Pumpen

Laufräder, Ansaugstücke und Leitgehäuse sind besonders von stärkerer Verockerung betroffen. Es treten hydraulische Leistungseinbußen durch Fehlanströmung auf und auch das Fördervolumen verringert sich. In Abbildung 4 ist dies deutlich ersichtlich. Hier war eine Tiefziehtechnologie-Pumpe im Einsatz. Im Nachhinein wurde das Lauftrad aus rostfreiem Material mit Teflon überzogen und konnte so Zusetzungsprozessen deutlich länger Stand halten.

Eine wirtschaftliche Maßnahme gegen die Verockerung bzw. das Zusetzen des Laufrades und weiterer Pumpenteile war hier eine Ceram-Teflonbeschichtung. Die Firma Wilo hat verschiedene Beschich-



tungen entwickelt, die nicht nur zur Ertüchtigung bereits beschädigter Pumpen optimal geeignet sind, sondern auch dem präventiven Schutz der Aggregate dienen. 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 für Ablagerungen von Eisenmanganoxid. 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 Wilo konnten durch Messungen vor und nach der Applikation Wirkungsgradsteigerungen von rund zwei Prozent pro Pumpe festgestellt werden. Die Kosten für die Beschichtung lassen sich daher meist binnen kürzester Zeit amortisieren. 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.

In den letzten Jahren wurden auch Ceram-Teflon-Beschichtungen auf Wilo-Pumpenteilen zum Einsatz gebracht, die sich gegen Ablagerungen noch resistenter zeigen; hier liegt aber keine KTW-, sondern eine Lebensmittelzulassung vor. Diese Materialkombination wird von Wilo im Abwasserbereich als Innenbeschichtung bei Pumpen, z. B. in MAP-Prozessen, seit sieben Jahren erfolgreich eingesetzt. Hier wirkt eine Antihafbeschichtung auf Basis von Perfluoralkoxy und Polytetrafluorethylen – ein Mehrschichtsystem mit 45 Mikrometer Schichtdicke mit der Lebensmittelzulassung nach FDA. Bei der Untersuchung der in Abbildung 4 gezeigten Pumpe mit dieser Beschichtung war nach 9-monatigem Betrieb zu erkennen, dass die Ablagerungen im Strömungsbereich wesentlich geringer waren.

Beschichtungen bei Unterwassermotorpumpen werden eingesetzt:

- bei erhöhter Verockerungsgefahr (Ceram Teflon/Ceram CT),
- zur Wirkungsgradsteigerung (Ceram CT),
- zur Ertüchtigung alter Aggregate,
- bei chemischen Korrosionsproblemen (Ceram CO),
- beim Einsatz unterschiedlicher Werkstoffe (Spannungsreihe) und
- bei Förderung von sandhaltigen Medien.

#### Sinkender Wasserbedarf

Ein Faktor, der Veränderungen bei der eingesetzten Unterwassermotorentechnologie hervorruft, ist auch der geringere Wasserbedarf in den Kommunen. Wenn in den Gemeinden weniger Trinkwasser benötigt wird, erweisen sich installierte Pumpen in den Brunnen oft als zu groß. Auch hier gilt es, das Wassermanagement zu überprüfen. Oft wird das Wasser aus sogenannten Brunnenfeldern entnommen, die dann sinnvoll eingeregelt werden müssen. Hier leisten Frequenzumformer gute Dienste. Wenn die Motoren bereits mit solchen ausgerüstet sind, gilt es, die Drehzahlen zu überprüfen. Sollten noch keine Umformer vorhanden sein, lassen sich die Kosten hierfür relativ schnell amortisieren.

Beim Einsatz eines Frequenzumformers greift das Ähnlichkeitsgesetz. Bei Drehzahländerung bleiben die Geschwindigkeitsdreiecke ähnlich, der Wirkungsgrad wird beim Herunterregeln nach links verschoben und bleibt fast gleich hoch. Bei der Berechnung gilt im Beispielfall: Frequenz und Drehzahl sind synchron 50 Hz / 44 Hz = 1,14. Die Menge geht linear ein, somit ergibt sich  $Q / 1,14$  – die Höhe im Quadrat somit  $H / 1,3$  und die Leistungsaufnahme in der dritten Potenz somit  $P_1 / 1,48$ .

Im Beispiel hatte der Kunde eine Pumpe Typ „NK 86“ mit fünf Stufen und dem Motor NU 501-2/45 im Einsatz, mit 45 kW Nennleistung bei einer max. Aufnahme von 53 kW bei voller Motorbelastung. Aus dem Brunnen wurden 36 l/s auf 87 m gefördert. Durch das Herunterregeln auf 44 Hz ergab sich nur noch eine Absenkung von 42,5 m im Brunnen (7,5 m geringere statische Höhe) und bedingt durch die kleinere Menge war auch ein kleinerer dynamischer Anteil zu verzeichnen; anstatt 36 wurden nur noch 31,5 l/s gefördert. Das war für die neuen Anforderungen völlig genügend und die kW-Aufnahme ging von 46 auf 31 kW  $P_{1,1}$  zurück. Sicherlich verlängert sich durch die kleinere Menge die Pumpzeit, aber im statischen Bereich werden 7,5 m eingespart und 14,5 m im dynamischen Anteil. ➔

## Ganz oben schwimmen!



**Bestellen Sie jetzt  
Ihre Werbeartikel:  
Tel.: 0228 9191-40  
oder unter  
[www.wvgw.de](http://www.wvgw.de)**

Kompetenz:  
Energie & Wasser. | **wvgw**



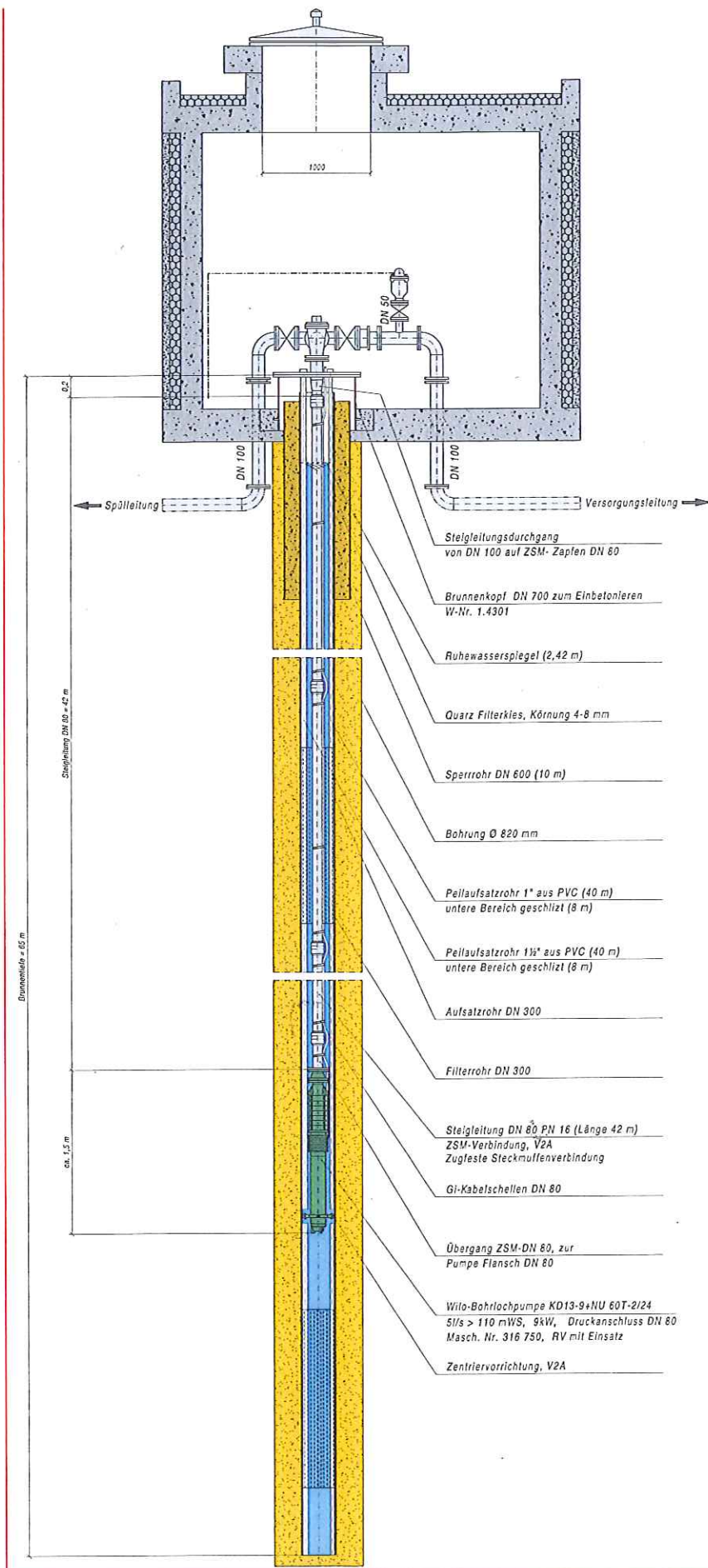


Abb. 5 – Die Unterwassermotorpumpe im Gesamtsystem

Nach der Formel  
Gesamtwirkungsgrad:

$$\eta_{\Sigma} = \frac{Q \text{ [l/min]} \cdot H \text{ [m]}}{61,1 \cdot P_1}$$

kW-Aufnahme:

$$P_1 = \frac{Q \text{ [l/min]} \cdot H \text{ [m]}}{61,1 \cdot \eta_{\Sigma}}$$

lassen sich die Daten leicht nachrechnen. Mit dem Wilo-Berechnungsprogramm lassen sich derlei Prozesse ohne großen Aufwand bestimmen.

**Erfolgsmodell**

In einer oberfränkischen Stadt wurde in Zusammenarbeit von Stadt und Hochschule eine Bachelor-Arbeit erstellt, welche im Juli 2013 vorgestellt wurde. Im hier untersuchten Beispielfall ging der Wasserbedarf auf ca. 2,9 Mio m<sup>3</sup> pro Jahr zurück. Ein Großteil des Trinkwassers der Stadt kommt aus einem Wasserschutzgebiet mit 18 Tiefbrunnen mit Tiefen zwischen 36 und 100 m. Die Stadt hatte erkannt, dass ein größeres Einsparpotenzial bei der Wasserförderung möglich ist. In der Projektarbeit wurden die kompletten Analysen in den einzelnen Brunnen erstellt, die unterschiedlichsten Brunnenkombinationen berücksichtigt und der sinkende Wasserverbrauch besonders betrachtet. Eine Kennzahl war der spezifische Verbrauch, der angibt, wie viel kWh aufgebracht werden müssen, um einen Kubikmeter Wasser zu gewinnen bzw. zu fördern. In 13 Brunnen wurden die Motoren mit Frequenzumformer nachgerüstet. Bereits ausgerüstete Motoren wurden bezüglich derzeitiger Drehzahl überprüft und in den meisten Fällen noch nach unten geregelt.

Ermitteltes Resultat dieser Maßnahmen war eine Einsparung für den Wasserversorger von rund 100.000 kWh Strom im Jahr. Zudem zeigte sich, dass sich in vielen Bereichen die notwendigen Ausgaben in weniger als fünf Jahren amortisieren lassen. Aufgrund der erfolgten Prozessüberarbeitung ist der Wasserversorger heute in der Lage, einzelne Zeiträume auf Fördermenge und spezifische Wirkarbeit zu überprüfen. Das Trinkwasser wird von einem auf 642 Meter gelegenen Hochbehälter im freien Gefälle über eine längere Strecke in die Stadt geleitet; dabei wird ein Höhenunterschied von 104 m zur Stadt genutzt. Rund um die Uhr laufen so ca. 40 l/s Trinkwasser über eine vor drei Jahren eingebaute Turbine (rückwärtslaufende Kreiselpumpe). Hierdurch werden über die eingespeiste Energie ins Versorgungsnetz nochmals Kosten reduziert.



## Normen und Richtlinien

Durch die Einführung von neuen Normen und Energieeffizienzklassen sehen sich heute Käufer entsprechender Pumpentechnik mit vielen Themenkreisen konfrontiert. Ob es die Abnahmenorm DIN EN ISO 9906 nach verschiedenen Klassen ist oder die zum 1. Januar 2013 eingeführte MEI-Richtlinie: Bei der Unterwassermotortechnologie ist die MEI-Richtlinie für 4-Zoll- und 6-Zoll-Pumpen mit 2.900 U/min gültig und wird unter Lot 29 geführt.

Bei den zugehörigen Motoren spricht man heute oft von IE-3-Motoren. Hier geht es um die Wirkungsgrad-Klassifizierung der DIN EN 60034-30 von Drehstrommotoren mit Käfigläufern, ausgenommen polumschaltbare Motoren. Obwohl eigentlich nur gültig für Transnormmotoren, lehnt man sich an diese Norm auch bei anderen Motorentechiken an. Bei den klassischen Unterwassermotoren mit reiner Wasserfüllung oder einem Gemisch aus Wasser und Monopropylenglykol wird es hingegen schwierig, die vorgegebenen Wirkungsgrade zu erfüllen. Bei Berücksichtigung der Normen und Ausnutzung aller Toleranzen konnte am Beispiel

des Pumpentyps „NK 87“ etwa mit der Beschichtung Ceram CT für die Trinkwasserförderung eine Wirkungsgradsteigerung von knapp zwei Prozent erzielt werden; der Pumpenwirkungsgrad ließ sich so bis auf 84 Prozent erhöhen.

## Schlusswort

Grundsätzlich kann zwischen Theorie und Praxis ein großer Unterschied bestehen. Daher bleibt es nach wie vor wichtig, das Gesamtsystem (Abb. 5) zu verstehen und auch zu überwachen, um mögliche Veränderungen zu erkennen und bei wechselnden Voraussetzungen das Optimierungspotenzial zu nutzen.

In Deutschland hat die Bewirtschaftung der Wasserressourcen eine hohe Priorität. Die Versorgung der Bevölkerung mit sauberem Wasser und die Reinigung des Abwassers funktionieren auf hohem Niveau. Deshalb müssen wir uns im Alltag keine Gedanken über die Verwendung des Wassers machen, das preiswert geliefert und gereinigt wird. Dies ist eine Daueraufgabe, die stets an neue Herausforderungen angepasst werden muss. Die Akteure der Wasserwirtschaft in Deutsch-

land stellen sich dieser Verantwortung und Erfolgsmodelle mit Unterstützung etwa von Hochschulen wie im oben genannten Beispiel sind wegweisend. Unsere kommunalen Trinkwasserversorger in Deutschland werden den hohen Ansprüchen an die Versorgungssicherheit und die Qualität des Trinkwassers gerecht: Trinkwasser ist das am besten überwachte Lebensmittel. Das sollte hingegen nicht nur für die Qualität, sondern auch für dessen effiziente Förderung gelten.

## Autoren

Mario Hübner  
Sina Meschwitz  
Wilo SE  
Werk Hof  
Heimgartenstr. 1-3  
95030 Hof  
Tel.: 09281 974-208  
Fax: 09281 974-393  
mario.huebner@wilo.com  
www.wilo.de



## Zuverlässige Lösungen für die Wasserwirtschaft.



Wilo-Sub TW1



Wilo-EMU KM



Wilo-EMU D 500

Wilo Unterwassermotor-Pumpen setzen weltweit Maßstäbe hinsichtlich Hocheffizienz und technischer Leistung. Dank unseres langjährigen Know-hows und unserer herausragenden Planungsunterstützung erhalten Sie jederzeit eine optimale Lösung für Ihre Anwendung. Bei Wilo bekommen Sie alles aus einer Hand – und auf Herz und Nieren getestet.

Tel. 09281 974-0 | [www.wilo.de](http://www.wilo.de)

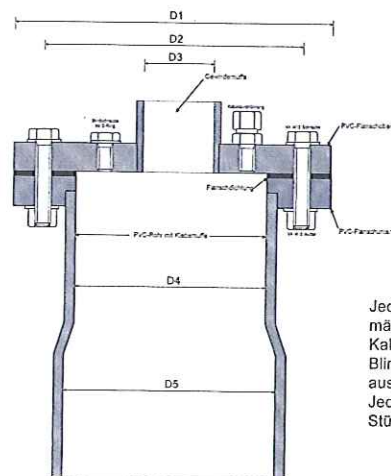
Pioneering for You

**wilo**

## COLSHORN BRUNNENKOPF



Brunnenkopf aus PVC-hart  
Schrauben und U-Scheiben  
aus V2A/M12. Flanschdichtung  
aus NBR. Gewindemuffe verzinkt.



Jeder Brunnenkopf hat standardmäßig eine Gewindemuffe, eine Kabeldurchführung PG16 und eine Blindverschraubung. Gewindemuffe aus V2A. (Mehrpreis auf Anfrage). Jede weitere Durchführung 6,00€/Stück.

Michael Colshorn  
Neuffenstraße 78, 73240 Wendlingen  
Tel. 07024/929242 Fax: 07024/929244  
E-Mail: [michael@colshorn.biz](mailto:michael@colshorn.biz) <http://www.colshorn.biz/>