

Mario Hübner

Effiziente Wasserförderung durch Pumpensanierung

Die richtigen Schritte für eine effiziente Wasserförderung wurden bei den Stadtwerken Landshut unternommen. Durch die Generalüberholung dreier Polderpumpen konnte der Wirkungsgrad der Wasserförderung entscheidend verbessert werden.

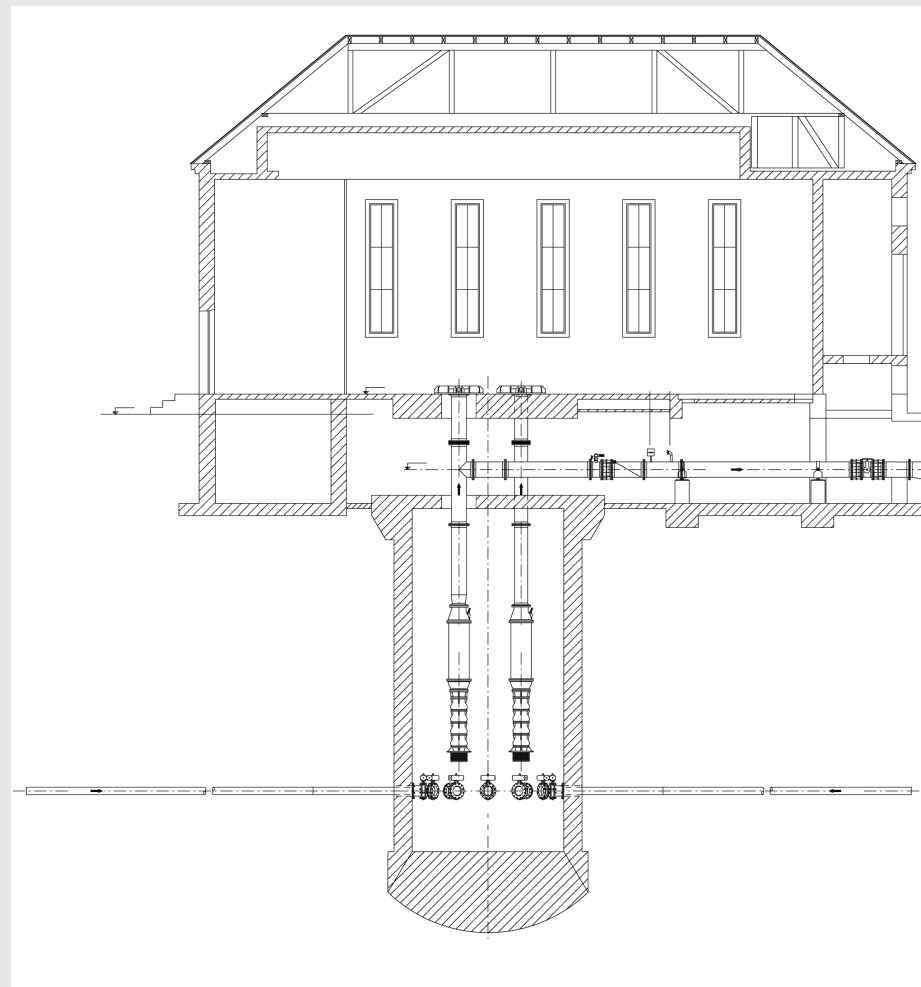


Bild 1 Schema der Wasserwerksanlage
Quelle: Stadtwerke Landshut

Ein richtiger Schritt in die Zukunft: Der Horizontalfilterbrunnen Siebensee der Stadtwerke Landshut ist ein gutes Beispiel dafür. Durch die Überarbeitung der Polderpumpen und eine nachträglich eingebrachte Beschichtung konnte der Wirkungsgrad von drei Maschinen deutlich gesteigert werden.

Wir, besonders in Deutschland, sind daran gewöhnt, dass Wasser jederzeit in hoher Qualität und beliebiger Menge verfügbar ist. Aber die Ressource Wasser gerät zunehmend unter Druck. Eine Ursache dafür ist der Klimawandel. Die Sommer werden heißer und trockener. Der Ruhewasserspiegel

sinkt. Gleichzeitig wird Starkregen häufiger, Schnee seltener. Städte, Wasserspeicher, aber auch die Wasserversorgung müssen an die veränderten Bedingungen angepasst werden. Es ist an der Zeit, dass Kommunen eine Strategie entwickeln, wie sie die Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte bewältigen können. Alle Bürger und Bürgerinnen sollen auch in Zukunft auf sichere, bezahlbare und leistungsfähige Wasserversorgung zählen können – jederzeit und überall. Sie sollen sich außerdem auf ein effektives Risikomanagement bei Extremereignissen wie Starkregen oder Wasserknappheit verlassen können. Wie unsere Wirtschaft und Gesellschaft insgesamt, steht auch die Wasserwirtschaft vor einem Umbau. Das erfordert erhebliche Investitionen, z. B. in die Anpassung, aber auch den Erhalt der Infrastruktur. Die Auswirkungen auf das Wasser sollten künftig in allen Lebensbereichen berücksichtigt werden.

Woher stammt das Landshuter Trinkwasser?

Der größte Teil des Wassers für die Landshuter stammt aus dem Pumpwerk Siebensee. Die Anlage besteht aus einem rund 10 m tiefen Horizontalfilterbrunnen (Bild 2) und drei etwa 20 m tiefe Vertikalfilterbrunnen, die das Wasser aus dem oberen Grundwasserstock entnehmen. Am 16. Juni 1950 war der Baubeginn des Brunnens und seit über 71 Jahren liefert Siebensee den besten Ort zum Anzapfen von gutem, schmackhaftem Wasser. Es handelt sich um „nachwachsendes, erneuerbares“ Trinkwasser. Aufgrund der

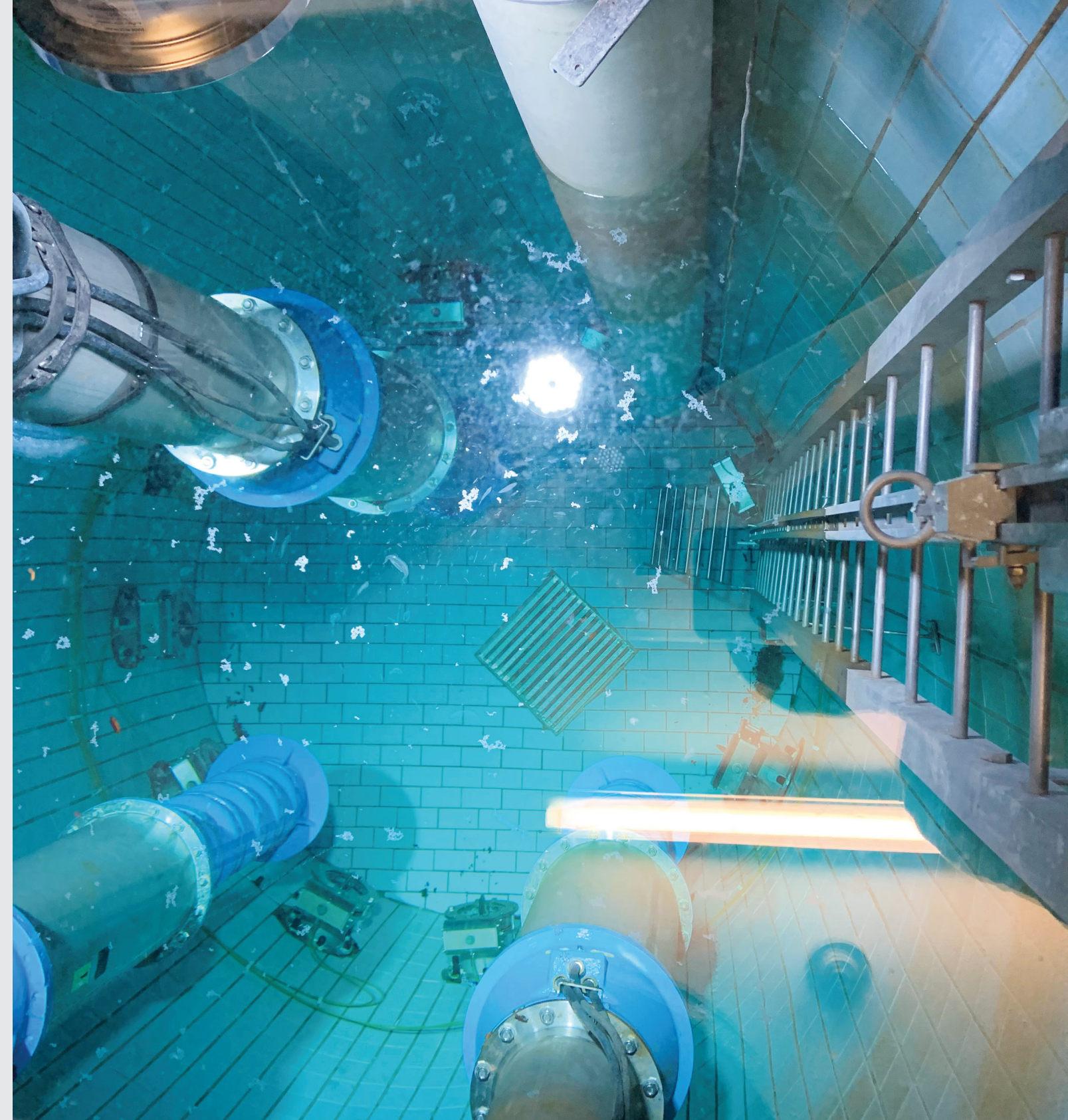


Bild 2 Blick in den Horizontalfilterbrunnen
Quelle: Stadtwerke Landshut

geringen Bodenüberdeckung ist dieses Trinkwasser allerdings sensibler als Tiefengrundwasser. Alles was auf der Oberfläche passiert, kann sich relativ schnell auf die Qualität des Rohwassers niederschlagen. Mehr als 4 Mio. m³ Wasser fließen jährlich durch die Landshuter Wasserhähne. Aus dem Horizontalfilterbrunnen wird ein Großteil des Trinkwassers gewonnen. In den beiden Hochbehältern am Birkenberg und am

Annaberg lagert zudem eine Wassermenge, die Landshut etwa einen Tag versorgen könnte. Das Fassungsvermögen liegt hier bei insgesamt 17.500 m³ Wasser.

Horizontalbrunnen mit 3 baugleichen Polderpumpen ausgerüstet

Die Stadtwerke Landshut entschieden sich im Jahr 2007 den Horizontalfilterbrunnen

mit 3 baugleichen Polderpumpen auszurüsten (Bild 3). Man kann sich die Polderpumpe grob als Unterwassermotorpumpe mit nach unten verlegtem Einlauf und obenliegenden Motorteil vorstellen. Die Zuströmung erfolgt über ein Ansaugstück mit Saugsieb und integrierter Antiwirbelplatte. Daran schließt sich ein einstufiges oder mehrstufiges Pumpenteil an, in unserem Fall ein 4-stufiges

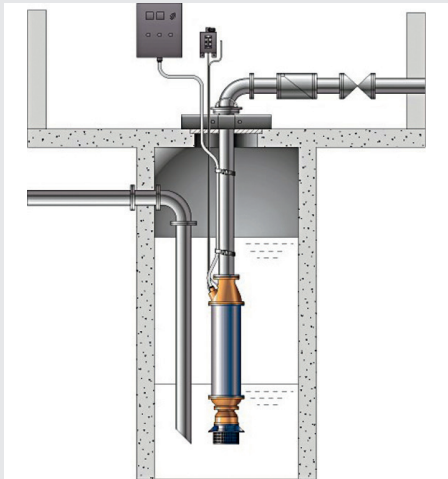


Bild 3 Eine der drei Polderpumpen
Quelle: WILO SE

Aggregat, das der normalen Unterwassermotorpumpenhydraulik entspricht. Im anschließenden Zwischenstück werden die beiden Wellen gekuppelt und das Fördermedium in ein Doppelrohrsystem eingeleitet, wobei das innere Rohr durch das Statormantelrohr gebildet wird. Im Druckstutzen wird das Fördermedium wieder gebündelt und in die Steigleitung eingebracht. Das Stromkabel wird über zwei Schächte herausgeführt und über Kabelstopfbuchsen abgedichtet. Die Vorteile liegen auf der Hand: Durch die definierte Umströmung des Motors erreicht man eine sehr gute Motor-

Tab. 1: Daten für die Polderpumpe

Pumpe:	D500P – 4-stufig
Motor:	M156T-4/74
Nennleistung:	205 kW
Drehzahl:	1.437 U/min
Druckanschluss:	DN 300/PN16
Fördermenge:	185 l/s
Förderhöhe:	81 m
Laufreddurchmesser:	308 mm
Frequenz:	50 Hz
Beschichtung:	Nachträglich bei der Ertüchtigung Ceram-CT

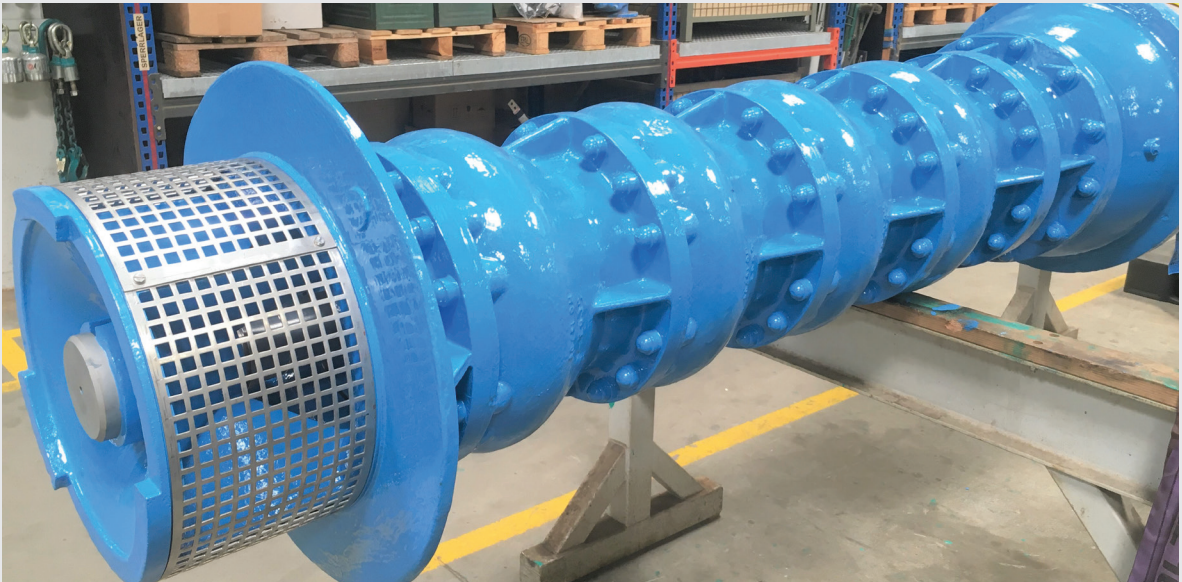
kühlung, außerdem kann der Wasserspiegel stärker abgesenkt werden im Vergleich einer normalen Unterwassermotorpumpe.

Pumpen nach dem Ausbau 12 Jahre später

In den Jahren 2018 bis 2020 wurden alle drei Polderpumpen einer Generalüberholung unterzogen. Nach ca. 12 bis 13 Jahren, hatte sich unter anderem auch ein gewisser Verockerungsprozess eingestellt (Bilder 4 und 5). Nach diesem Befund konnte man ahnen,

dass der Wirkungsgrad der standardbeschichteten Aggregate aus dem Jahr 2007 nicht mehr der Beste war. Bei der Aufbereitung der Maschinen wurden die Spalttringe aus Rotguss geändert, auf den rostfreien Werkstoff 1.4581, um den neuen Richtlinien der Werkstoffe für Trinkwasser gerecht zu werden. Es wurden zwei neue Laufräder eingebaut, neue PT 100 gesetzt und vor allem die komplette Pumpenhydraulik mit Ceram-CT beschichtet. Eine Zweikomponenten-Polymer-Beschichtung mit Aluminiumoxidanteilen, ausgeführt als Langzeitkorrosionsschutz für alle mediumberührten Innen- und Außenflächen. Lösemittelfreie Beschichtung verarbeitet im Airlessverfahren oder mit Pinselauftrag auf sandgestrahltem Untergrund gemäß DIN EN ISO 12944-4 mit einem Normreinheitsgrad von SA 2,5. Monolithische, homogene Schicht mit einer Schichtstärke von 200 bis 400 µm je nach Ausführung und einer Haftfestigkeit > 12N/mm² (Nasshaftung). Farbe Blau mit Trinkwasserzulassung nach KTW und ACS. Durch die Beschichtung kommt es zum einen, zu einer Wirkungsgradsteigerung von ca. 2 % im Bestpunkt der Maschine, zum anderen wirkt diese Beschichtung auch der Verockerung entgegen. Bild 6 zeigt die Maschine nach der Beschichtung mit Ceram-CT im Werk Hof.

Bild 6 Pumpe nach der Beschichtung mit Ceram-CT im Werk Hof
Quelle: WILO SE



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Tabelle 2 zeigt immer die gleiche Polderpumpe in verschiedenen Zuständen:

- Aggregat 1: Messung der Maschine nach der Reparatur inklusive der Ceram-CT-

Beschichtung

- Aggregat 2: Messung der Maschine im Neuzustand von 2007 mit Standardbeschichtung
- Aggregat 3: Maschine im verockerten Zustand kurz vor der Auslieferung zur Überarbeitung im Werk Hof in Bayern. Im Durchschnitt investierte der Betreiber einen kleinen 5-stelligen Betrag pro Maschine für die komplette Generalüberholung inkl. des Ein- und Ausbaus. Die eingesparte Leistung zwischen Aggre-

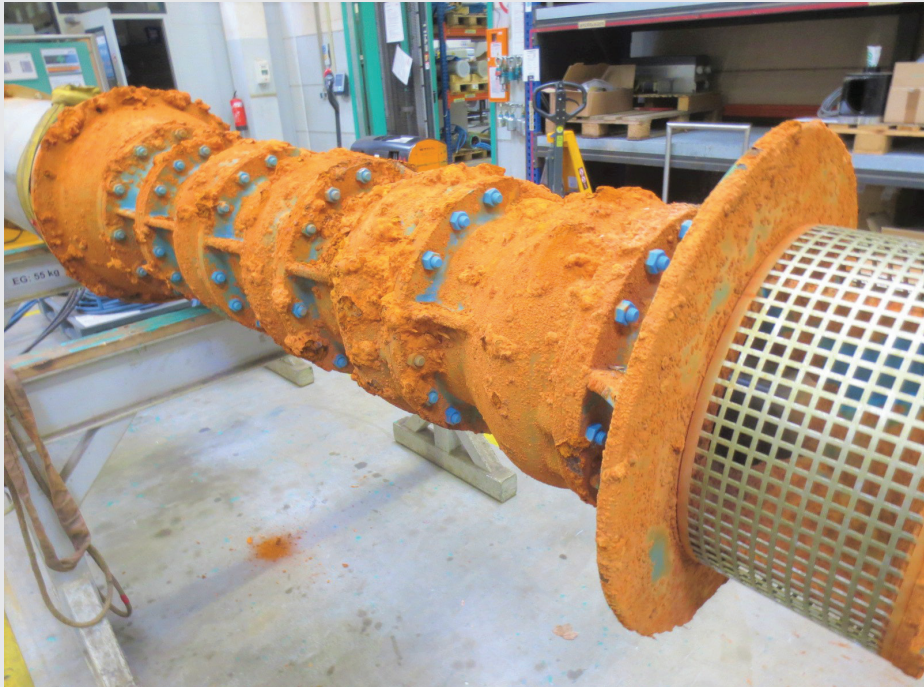


Bild 4 Pumpe mit Verockerungen nach 13jährigem Betrieb
Quelle: WILO SE



Bild 5 Pumpe vor der Generalüberholung
Quelle: WILO SE

70 Jahre WWT – weiterhin alles Gute wünscht Toray Membrane Europe AG

MBR

UF

RO/NF

Specialty Membranes

Antiscalant

Residential Membranes

RO, NF, UF, MF, MBR, ANTISCALANTS

website url: water.toray
e-mail: info.tmeu.mb@mail.toray

TORAY
Innovation by Chemistry

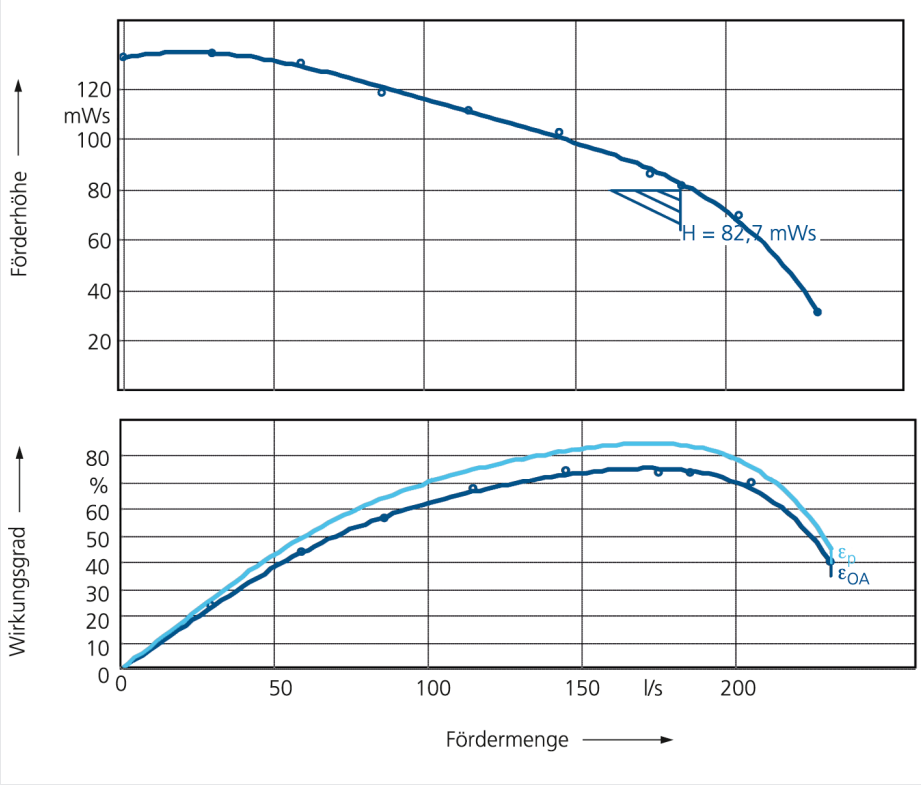


Bild 7 Daten für die Leistungsfähigkeit der Pumpen nach der Sanierung
Quelle: WILLO SE

Tab. 2: Polderpumpe in verschiedenen Zuständen

Daten	Aggregat 1	Aggregat 2	Aggregat 3
Pumpe	D500P-4	D500P-4	D500P-4
Motor	M156T-4/74	M156T-4/74	M156T-4/74
Nenn Drehzahl (min ⁻¹)	1.500	1.500	1.500
tats. Drehzahl (min ⁻¹)	1.437	1.437	1.437
Tagesfördermenge (m ³)	2.636	2.636	2.636
Menge (l/s)	185,40	185,40	175,00
Förderhöhe (m)	81,2	81,2	81,2
P _{1,1} (kW)	201,1	206,2	205
P _{2,1} (kW)	179,1	183,57	182,5
eta FU* (%)	100	100	100
Energiekosten (€/kWh)	0,2	0,2	0,2
eta Pumpe (%)	82,4	80,4	76,3
eta Motor (%)	89,2	89,2	89,2
eta Gesamt (%)	73,5	71,7	68,1
Laufzeit (h/d)	3,9	3,9	4,2
Energiebedarf (kWh/m ³)	0,30	0,31	0,33
Jahresenergiekosten (€)	57.978,65	59.449,02	62.615,46

gat 1, Polderpumpe nach der Reparatur in den Jahren zwischen 2018 und 2020 und Aggregat 3 Polderpumpe kurz vor dem Ausbau, beziffert sich auf 23.185 kWh Die komplette Amortisation dieser Pumpener-

tüchtigung erreicht man in ca. 3,2 Jahren. Um die gewünschte Menge aus dem Brunnen Siebensee von im Mittel 2.636 m³ pro Maschine weiterhin täglich zu fördern, musste die Pumpe, die ihren Betriebspunkt

nicht mehr erfüllte, länger bei gleichzeitig schlechterem Wirkungsgrad arbeiten. Vergleicht man Aggregat 1 mit Aggregat 2, also standardbeschichtete Ausführung im Vergleich einer Pumpe mit Ceram-CT beschichtet, hat man eine Leistungseinsparung von ca. 7.344 kWh pro Jahr. Die Amortisation der Beschichtung liegt bei ca. 2 Jahren. Man sollte beachten, dass die Polderpumpen in unserem Beispiel relativ wenige Stunden fördern. Würden die Maschinen ca. 12 Stunden am Tag laufen, wäre die Amortisation bereits nach 8 Monaten erreicht. Es wird darauf verwiesen, dass die Ceram-CT-Beschichtung eigentlich bei der Unterwassermotorentechnologie erst ab 8“ zum Einsatz kommt.

Wichtigkeit der Umsetzung

Nach einer DVGW-Umfrage aus dem Jahr 2011 betrug der mittlere spezifische Energieverbrauch der deutschen Wasserversorgung 0,5 kWh/m³. Dieser Wert kann bei großen Höhenunterschieden in der Wassergewinnung und -verteilung auf über 1 kWh/m³ ansteigen. Wir sprechen in Tabelle 2 über einen Energiebedarf von 0,3 bis 0,33 kWh/m³, was bereits sehr gute Werte sind. Vom gesamten deutschen Primärenergieverbrauch fielen 2013 zwar nur 0,53 % auf die deutsche Wasserversorgung was immerhin 2,4 GWh elektrischer Energie entspricht. Der Energiefluss, der notwendig ist, um Rohwasser aus einem Brunnen zum Hochbehälter zu fördern muss genau betrachtet werden. Dieser beginnt mit der Entnahme elektrischer Energie aus dem Stromnetz und der Transformation zur notwendigen Spannung. Diese wird durch Kabel bis zum Elektromotor der Brunnenpumpe übertragen. Dort erfolgt die Umwandlung in Rotationsenergie und in der Pumpenhydraulik weiter in Druckenergie. Um den Energiefluss für einen Brunnen oder eine Wassergewinnung ermitteln zu können, sind umfangreiche Messungen erforderlich. Etwa 80 % des Gesamtenergieverbrauchs in der Wasserversorgung basiert auf dem Betrieb von Pumpen. Hierzu werden unterschiedliche Maschinen eingesetzt, deren Aufgabe die Förderung von Rohwasser aus den Brunnen zum Wasserwerk, von Spülwasser in die Filter oder von Trinkwasser in das Verteilnetz ist. Außerdem wird Energie zur Wasseraufbereitung und durch die Nut-

STARK. STÄRKER. RANGER.



DEUTSCHLANDS ERSTE
WAHL BEI PICK-UPS.*
AB € 299,- NETTO** (€ 355,81 BRUTTO)
MONATLICHE FORD LEASE FULL-SERVICE-RATE.

Ford | BEREIT FÜR
MORGEN

* Quelle: IHS (Kraftfahrt-Bundesamt).
Beispielfoto eines Fahrzeugs der Baureihe. Die Ausstattungsmerkmale der abgebildeten Fahrzeuge sind nicht Bestandteil des Angebotes. ** Ford Lease ist ein Angebot der ALD AutoLeasing D GmbH, Nedderfeld 95, 22529 Hamburg, für Gewerbekunden (ausgeschlossen sind Großkunden mit Ford Rahmenabkommen sowie gewerbliche Sonderabnehmer wie z.B. Taxi, Fahrschulen, Behörden). Das Ford Lease Full-Service-Paket ist optional für € 11,79 netto (€ 14,03 brutto) monatlich erhältlich und in der Ford Lease Full-Service-Rate berücksichtigt. Eingeschlossen sind Wartungs- und Inspektionsarbeiten sowie anfallende Verschleißreparaturen in vereinbartem Umfang. Bei weiteren Fragen zu Details und Ausschlüssen zu allen Services wenden Sie sich bitte an Ihren Ford Partner. Nur erhältlich im Rahmen eines Ford Lease-Vertrages. Ist der Leasingnehmer Verbraucher, besteht nach Vertragsschluss ein Widerrufsrecht. Z.B. der Ford Ranger XLT Doppelkabine LKW, 2,0-l-EcoBlue-Dieselmotor mit 125 kW (170 PS), 6-Gang-Schaltgetriebe, zuschaltbarer Vierradantrieb, Lackierung „Frost-Weiß“, ohne Leasing-Sonderzahlung, bei 48 Monaten Laufzeit und 40.000 km Gesamtlauflistung. Leasingrate auf Basis einer UPE der Ford-Werke GmbH von € 34.490,- netto (€ 41.043,10 brutto), zzgl. Überführungskosten. Details bei allen teilnehmenden Ford Partnern.

zung in den Betriebsgebäuden verbraucht. In der Wasserversorgung, speziell in der Wassergewinnung sind strukturierte Untersuchungen der Energieeffizienz und deren kontinuierliche Verbesserung notwendig. Dabei ist das Ziel, den Energieverbrauch in der Wassergewinnung zu analysieren und mit unterschiedlichen Maßnahmen nachhaltig zu reduzieren. Ein besonderes Augenmerk wird auf die Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte gelegt.

Diese angegangene Verbesserung charakterisiert auch die Energieeffizienz des Wassergewinnungsprozesses. Bei jeder Komponente im Pumpprozess entstehen Energieverluste in Form von Wärme, die bei der Energieumwandlung oder durch Reibung auftreten. Darüber hinaus sind oft externe Verbraucher erforderlich, die den Energiebedarf erhöhen. Das sind beispielsweise Mess- und Informationstechnik sowie Klimageräte im Brunnengebäude, die notwendig sind, um den Wassergewinnungsprozess kontinuierlich sicher gewährleisten zu können.

Die erreichbare Größenordnung, um die die Energieverluste einzelner Komponenten und der Energieverbrauch externer Technologie reduziert werden können, stellt dabei das jeweilige Energieeinsparpotenzial dar. Daraus leitet sich die Priorisierung für Verbesserungsmaßnahmen ab.

Bei den Stadtwerken Landshut standen die Polderpumpen im Horizontalbrunnen Siebensee im zentralen Fokus. Dies war sinnvoll, da diese Maschinen die entscheidenden Aggregate für den Betrieb ihrer Grundwasserversorgung sind. Deren Wirkungsgrad beeinflusst dabei maßgeblich den Energiebedarf.

Für die klassische Unterwassermotorpumpe im Vertikalfilterbrunnen hat man heute auch die Möglichkeit anstatt Asynchronmotoren, effektivere Synchronmotoren einzusetzen. Hier steht im 8“ und 10“ Bereich die Wilo-Actun ZETOS-K8 und K10 bereit. Nicht zuletzt dank dem Einsatz von hochwertigen Materialien kombiniert mit der Robustheit, die durch das Feingussverfahren entsteht, eine Pumpe, die nahezu universell einsetzbar ist, wenn es um die Förderung und den Transport von Trinkwasser geht. Der Werkstoff der Maschine ist in der Standardausführung ein massiver V4A-Werkstoff, somit keine Tiefziehtechnologie. In der Sonderausführung stehen die Aggregate in Duplex-Ausführung zur Verfügung.

Durch Technologiewechsel höhere Wirkungsgrade

Eine hohe Chance für eine erhebliche Wirkungsgradsteigerung bietet der Übergang vom Asynchron- zum Synchronmotor. Gegenwärtig verursachen Rotorverluste etwa 30 % der Gesamtverluste. Durch den Umstieg vom stromdurchflossenen – und somit verlustbehafteten Asynchron-Rotor auf einen nicht durchflossenen Synchron-Rotor lassen sich die Rotorverluste fast vollständig eliminieren. Diese Motorenart wird bei der Unterwassermotorenteknologie seit knapp 10 Jahren eingesetzt und setzt sich in den letzten Jahren immer mehr durch. Im Gegensatz zu herkömmlichen Induktionsmotoren benötigen PM-Motoren einen Frequenzumrichter, da sie nicht selbstständig am Drehstromnetz anlaufen können. Die Energieeinsparungen übersteigen aber bei weitem die Investitionskosten für das Gesamtsystem, bestehend aus Motor und EFC. Die Motortemperatur bestimmt wesentlich die Zuverlässigkeit des Antriebs. Höhere Temperaturen verringern die Lebensdauer der Lager, Dichtungen und der Motorwicklung. Geringere Verluste im Motor senken die Motortemperatur und erhöhen somit die Zuverlässigkeit. Bei gleichen Erwärmungsbedingungen führt dies zu niedrigeren Innentemperaturen und somit zu einer Erhöhung der Lebensdauer.

Durch die notwendigen Frequenzumformer, die beim Einsatz dieser Technologie immer vorhanden sind, kann der Betriebspunkt über die Drehzahlregelung genau angefahren werden. Aggregate mit einer Ceram-CT-Beschichtung erreichen heute Gesamtwirkungsgrade bis zu 80 %.

Weitere Maßnahmen

Aktuell haben die Stadtwerke Landshut ihre fast 20 Jahre alte UV-Anlage getauscht und 650.000 Euro investiert. Seit Mai 2021 ist das neue und effizientere System im Einsatz. Rund 400 Liter pro Sekunde rauschen künftig durch die drei UV-Anlagen ehe das Wasser zu den Hochbehältern und in das Netz weiterfließt. Die Desinfektion mit künstlichem UV-Licht sorgt kontinuierlich für eine hygienisch einwandfreie Trinkwasserversorgung.

Die Norm ISO 50001 hat sich seit ihrer Veröffentlichung im Jahr 2011 als internationaler Standard für Energiemanagement-

systeme etabliert. Seit dem 21.02.2020 gilt nun die verschärfte Norm DIN EN ISO 50001:2018. Die Stadtwerke Landshut sind zertifiziert und arbeiten nach dieser Norm, diese Maßnahmen zeigen wieder ein erfolgreiches Beispiel. Wer im Wassernetz der Stadtwerke Landshut also seinen Hahn aufdreht, kann das kostbare und auch bezahlbare Nass bedenkenlos trinken.

Warum sollten wir in allen Energiebereichen sparsamer umgehen?

Der Energiehunger wächst. Deutschland braucht mehr Strom – für Millionen von Elektroautos, Wärmepumpen oder grünen Wasserstoff. In 10 Jahren dürfte laut einer aktuellen Prognose der Stromverbrauch um 10 bis 15 % höher liegen. Das hat für die Bürger ganz konkrete Auswirkungen: Denn es braucht mehr neue Windräder, Solaranlagen und Stromautobahnen. Dies beeinflusst das Erscheinungsbild der Landschaft, den Naturhaushalt und die biologische Vielfalt. Der komplette Umbau der Energieversorgung wird mehrere Jahrzehnte benötigen und weitreichende Folgen haben. Somit gilt weiter der Gedanke: Die beste Energie ist die, die man nicht verbraucht.

■ **Mario Hübner**

WILO SE, Werk Hof

www.wilo.com