

Energieeffiziente Wasserförderung

Der steigende Bedarf an sauberem Trinkwasser stellt angesichts der Urbanisierung, des Klimawandels und der Umweltverschmutzung eine große Herausforderung dar. Der Rohstoff Wasser entwickelt sich in immer mehr Regionen zu einem knappen und kostbaren Gut. Darüber hinaus nimmt der Wasserbedarf von Landwirtschaft und Industrie sowohl weltweit als auch regional in Deutschland stark zu. Dies führt dazu, dass die sichere und ausreichende Wasseraufbereitung und -versorgung bereits heute globale Herausforderungen bilden. Gleichzeitig stellen die steigenden Energiepreise und die Notwendigkeit zur Reduzierung von CO₂-Emissionen die Wasserversorgungsunternehmen vor die Herausforderung, für eine energieeffizientere Trinkwasserbereitstellung zu sorgen. Hier sind professionelle Lösungen für die immer komplexeren Anforderungen der Trinkwassergewinnung und Wasserförderung gefragt.

Effiziente Pumpen als Antwort auf den Klimawandel

Flutkatastrophen, Stürme, Hitzerekorde: Extreme Wetterereignisse nehmen zu – auch in Deutschland. Der Klimawandel zeigt auf zerstörerische Weise, wozu die Natur fähig ist. Besonders präsent sind noch die Bilder der Flutkatastrophe aus dem Sommer 2021. In Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz kamen mehr als 180 Menschen ums Leben, es entstanden Sachschäden in Milliardenhöhe. Aktuell sind auch Bayern und viele andere Bundesländer



Bild 1: Die Wilo-Actun Zetos bietet einen Pumpenwirkungsgrad von bis zu 85,5 %.

PUMPENFÖRDERUNG

Aktuell besteht die Möglichkeit, eine Förderung bei der NKL-Kommunalrichtlinie in Anspruch zu nehmen, wenn eine Pumpenaustauschmaßnahme durchgeführt wird. Um förderberechtigt zu sein, muss sich der Gesamtwirkungsgrad des Systems um mindestens 10 % erhöhen und beim Gesamtwirkungsgrad des Aggregats 70 % oder höher erreicht werden. Nach Erfüllung dieser Kriterien kann ein Förderungsantrag gestellt werden.

Bei Pumpen, die weniger als 80 m³/h fördern, muss sich der Gesamtwirkungsgrad des Systems um mindestens 10 % erhöhen und darf im Ergebnis des Aggregatsgesamtwirkungsgrads 65 % nicht unterschreiten, sofern moderne drehzahl-geregelte Antriebe verwendet werden.

Die Installation der MSR-Technik ermöglicht die Ermittlung und Überwachung des Gesamtwirkungsgrads und gewährleistet einen bedarfsgerechten Betrieb des Frequenzumformers. Bei der Auswahl der Messtechnik ist darauf zu achten, Verfahren einzusetzen, die keine zusätzlichen Druckverluste verursachen.

von Hochwasser betroffen. Auf der anderen Seite kämpfen wir mit langen Trockenzeiten und hohen Temperaturen.

Daher ist es unerlässlich, die Wasserwirtschaft aus einer übergeordneten Perspektive zu betrachten. Nicht nur können Pumpen und Pumpensysteme eine entscheidende Rolle bei der Bewältigung von Flutkatastrophen und Trockenperioden spielen. Durch eine bestmögliche Auslegung werden zudem bereits vor einem Katastrophenfall nachhaltige Kosten und CO₂-Emissionen gesenkt.

Kostenfresser unwirtschaftliche Arbeitsweisen

Wie entscheidend der Betriebswasserspiegel für die Pumpenauslegung ist, wird am Beispiel eines kommunalen Versorgers aus Unterfranken ersichtlich. Im Vergleich zu früheren Messungen war hier der Wasserspiegel im Laufe der Zeit um 22 m abgesunken. Nach Gegenüberstellung von zwei möglichen einsetzbaren Pumpenaggregaten wurde festgestellt, dass sich die Leistung bei einem Betriebspunkt von 131 m³/h auf 101 m³/h verringerte. Die Maschine hatte eine Förderzeit von 11,5 h und einen Gesamtwirkungsgrad von etwa 72,5 %. Die Veränderungen des Wasserspiegels führten dazu, dass die Pumpe weniger Wasser förderte und mit einem schlechteren Wirkungsgrad arbeitete. Dadurch musste die Maschine 14,4 h laufen, um ihre Aufgabe zu erfüllen. Bei einem Energiepreis von 30 Cent/kWh ergab dies Mehrkosten pro Jahr von 11.300 € für einen Brunnen. Die Untersuchung einer Anlage eines anderen Nutzers zeigte die Notwendigkeit auf, eine veraltete Maschine durch eine neue zu ersetzen. Bei der Auslegung der neuen Pumpen wurde beschlossen, die Geschwindigkeit in der Druckleitung auf 1 m/s zu

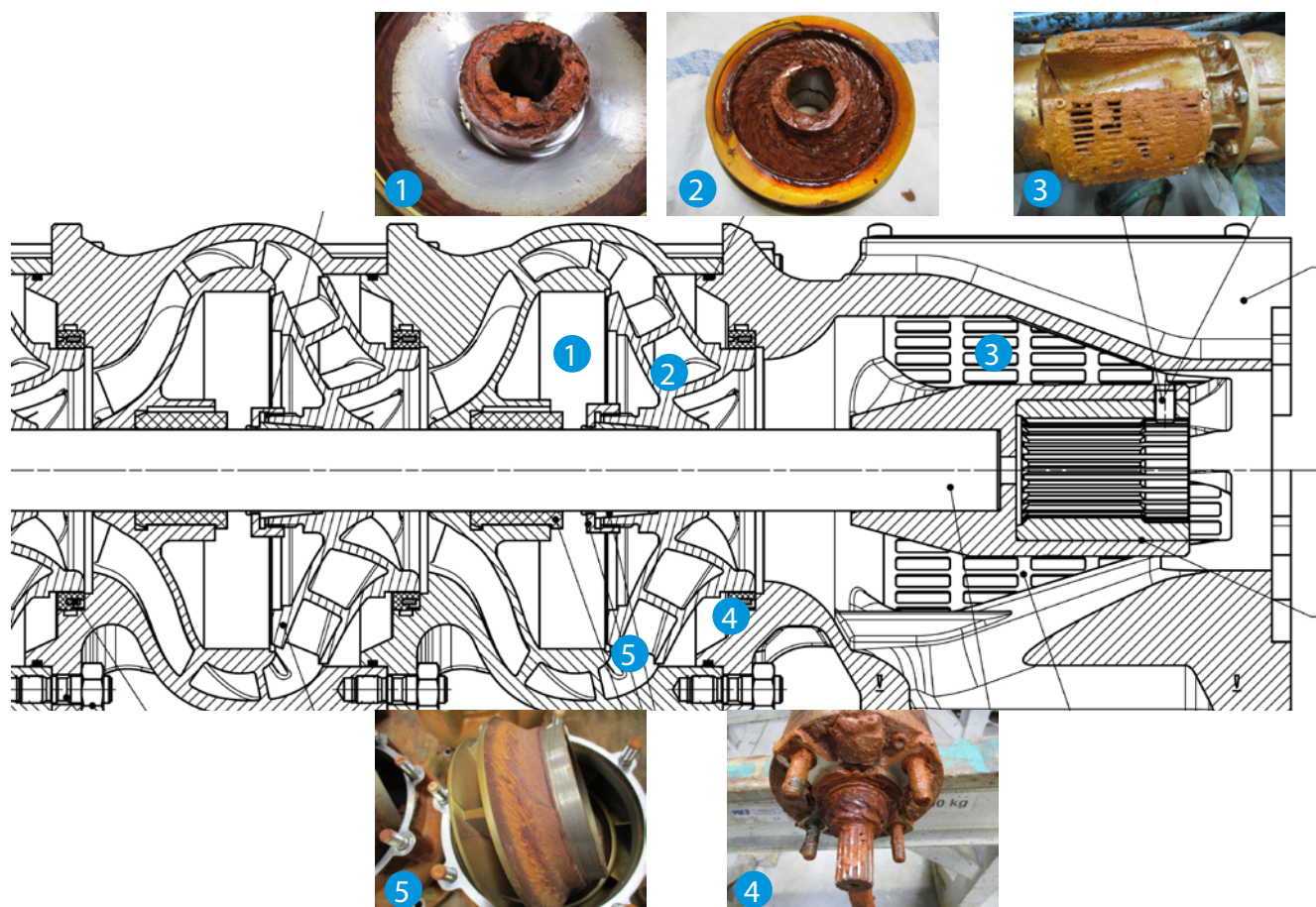


Bild 2: Schnittbild der Pumpe

reduzieren. Dies basierte auf der Tatsache, dass eine 1,8 km lange Druckleitung DN 150 angeschlossen war und mit einer Geschwindigkeit von 1,7 m/s betrieben wurde. So müssen die Maschinen nun zwar länger arbeiten, dies ist in diesem spezifischen Anlagenkontext jedoch möglich. Durch diese Maßnahme konnte man die Einsparung zwischen der alten und der neuen Pumpe auf 12.300 €/a steigern. Bei der Berechnung wurde ein Preis von 20 Cent/kWh zugrunde gelegt. Wie wichtig die Druckanpassung in dem Kontext war, zeigt die hohe Einsparung – hätte man beim Pumpentausch lediglich Wilos effizientestes Produkt mit hocheffizientem Permanentmagnetmotor eingesetzt, hätte die Einsparung 5.300 € betragen und wäre somit satte 7.000 € niedriger ausgefallen.

Die Beispiele verdeutlichen nicht nur den Bedarf, die passende Pumpe samt richtigem Motor zum Einsatz zu bringen, sondern den Pumpprozess ganzheitlich zu durchleuchten.

Effektive Lösung für die Rohwasserentnahme

Die Wilo-Actun Zetos Pumpe bietet eine universelle Lösung für die effiziente Rohwasserentnahme, sei es für die kommunale Wasserversorgung, die Landwirtschaft oder den Bergbau. Mit höchstem Pumpenwirkungsgrad in ihrer Klasse von bis zu 85,5 % unbeschichtet, ist sie ideal für eine energiesparende Wasserversorgung in nahezu jedem Prozess. Der widerstandsfähige Edelstahl-Feinguss und das robuste Design garantieren eine lange Lebensdauer und einen anhaltend hohen Wirkungsgrad, gerade

unter schwierigen Bedingungen wie beispielsweise einem hohen Sandgehalt von bis zu 150 g/m³. In Kombination mit einem Permanentmagnetmotor werden hier bestmögliche Gesamtwirkungsgrade erreicht. Zudem arbeiten die Motoren auch im Teillastbetrieb noch bei hohem Wirkungsgrad.

Innovative Beschichtung verlängert das Pumpenleben

Eine wirtschaftliche Maßnahme gegen die Verockerung in Trinkwassersystemen kann zudem die Beschichtung der Pumpe sein. Sie ist sowohl zur Optimierung bereits beschädigter Pumpen als auch für den präventiven Schutz der Aggregate geeignet. Die Beschichtung Ceram-CT von Wilo bietet einen wirkungsvollen Schutz der zu fördernden Medien.

Es geht jedoch nicht nur um den Schutz der Komponenten, sondern auch um die Steigerung des Wirkungsgrades der Maschinen. Schließlich können Energiekosten und damit die gesamten Lebenszykluskosten deutlich reduziert werden. In einer lang angelegten Versuchsreihe konnten Verbesserungen des Wirkungsgrades von durchschnittlich 2 % festgestellt werden. Auch die Beschichtung Ceram-CP wird seit Jahren hierzu eingesetzt. Die Basis der Beschichtung besteht aus einer Kombination von Perfluoralkoxy und Polytetrafluorethylen, wodurch eine Antihafwirkung erzielt wird.

Um eine optimale Leistung des Pumpprozesses sicherzustellen, ist es neben richtigem Werkstoff und richtiger Beschichtung

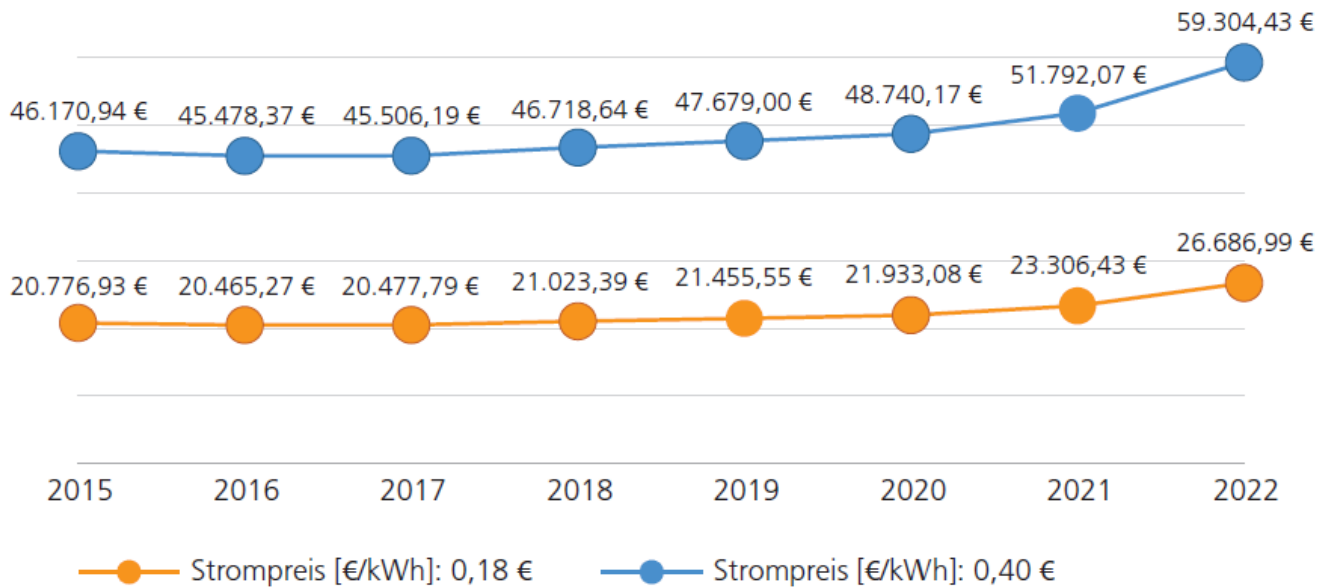


Bild 3: Entwicklung der Jahresenergiekosten im Brunnen 8 der Steinwaldgruppe am Beispiel der Wilo-Actun Zetos Pumpe

zudem entscheidend, das Verhältnis Q / Q_{opt} präzise einzustellen. Bei Unterwassermotorpumpen mit Permanentmagnetmotor ist ein Frequenzumrichter (FU) ohnehin erforderlich, aber auch bei Verwendung von Drehstromasynchronmotoren werden häufig FUs verwendet, um die Pumpen im optimalen Betriebspunkt zu halten und den unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden.

Bei der Betrachtung von Veränderungen des Sauerstoffniveaus wird heutzutage auch die Eintrittsgeschwindigkeit im Filterbereich und im Eintrittsbereich der Pumpe berücksichtigt, um mögliche Lösungsansätze zu finden.

Beispiel Steinwaldgruppe: Umfassende Optimierung der Pumpensysteme

Im Jahr 2015 traf die Steinwaldgruppe, ein Wasserversorgungsunternehmen in Tischenreuth, die Entscheidung, auf neue Aggregate mit Permanentmagnetmotoren umzusteigen und in die Jahre gekommene verockerte Wilo-Actun Zetos Pumpen wieder funktionsfähig zu machen.

Ende Oktober 2015 wurde die erste Pumpe mit Permanentmagnetmotor im Wilo-Werk Hof für die Steinwaldgruppe abgenommen. Zu diesem Zeitpunkt war sie noch nicht beschichtet und wies einen Pumpenwirkungsgrad von 83,6 % sowie einen Gesamtwirkungsgrad von 73,6 % im Bestpunkt auf.

Kurz darauf erfolgte der Pumpeneinbau. Durch den Einsatz von Sensoren, kontinuierliche Messungen und eine permanente Überwachung wurde festgestellt, dass weitere Pumpen der Steinwaldgruppe unwirtschaftlich arbeiteten. Dies verdeutlichte zudem die Bedeutung der Erfassung repräsentativer

Messdaten zur Dokumentation und Überwachung der Brunnenfunktionalität.

Echtzeitdaten sind für den Betrieb von großer Bedeutung, um Abweichungen vom Normalbetrieb frühzeitig zu erkennen. Während der Austausch der ersten Pumpen hauptsächlich aufgrund ihres Alters erfolgte, wurden weitere Pumpen vor allem zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit ausgetauscht. Heute sind alle Brunnen der Steinwaldgruppe mit neuer Technologie ausgestattet. In letzter Zeit wurden die Maschinen außerdem mit einer Ceram-CT Beschichtung versehen. Durch die permanente Überwachung in der Leitzentrale konnte im Laufe der Jahre erreicht werden, dass die Maschinen zunehmend im optimalen Betriebspunkt arbeiten.

Im Verlauf der Zeit zeigte eine bestimmte Pumpe eine Verschlechterung der Leistungsdaten. Aus diesem Grund entschied sich der Zweckverband dafür, die Pumpe vom Hersteller überholen zu lassen. Diese Maßnahme wurde während einer weiteren Pumpenabnahme mit Betriebsleiter Matthias Götz im Jahr 2022 besprochen. Das betroffene Aggregat, eine Wilo-Actun Zetos-K8.100-5 mit einem NU 511-4/37 Motor (37 kW Nennleistung), wurde Ende September 2022 ausgebaut. Die Pumpe erreichte im Ausgangszustand einen durchschnittlichen Betriebspunkt von 25 l/s bei 95 m mit einem Pumpenwirkungsgrad von 83,6 %, einem Motorwirkungsgrad von 89,5 % (einschließlich FU-Wirkungsgrad) und einem Gesamtwirkungsgrad von 74,8 % im Neuzustand.

Seit dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme hat das Aggregat eine Laufzeit von insgesamt 43.096,5 Betriebsstunden verzeichnet. Während dieser Zeit wurde eine Gesamtfördermenge von 2.313.021 m³ erreicht. Bis dahin lief das Pumpenaggregat

hervorragend, ohne Mängel sowie ohne Wartung. Im Zuge der permanenten Überwachung wurde aber festgestellt, dass sich die Leistung sukzessive verschlechterte. Ab dem fünften Jahr nahm die Leistung des Aggregats um etwa 3 % ab, ab dem sechsten Jahr um circa 6 % und ab dem siebten Jahr bis zum Ausbau um ungefähr 15 %. Als Ursache wurde eine Verockerung vermutet. Das örtliche Brunnenwasser weist einen Eisengehalt von 0,280 mg/l und einen Mangangehalt von 0,026 mg/l auf.

Nach dem Eintreffen der Maschine zur Reparatur bei Wilo führte man eine detaillierte Untersuchung durch. Zur besseren Orientierung wurden dem Schnittbild der Pumpe (**Bild 2**) die jeweiligen Aufnahmen der dokumentierten Schadensbilder zugeordnet. Bei der Untersuchung zeigte sich, dass die Schaufel des Laufrads (5) nur geringfügig verockert war, während der Radseitenraum (2) teilweise stark verockert war. Die Leitgehäuse (1) wiesen hingegen unterschiedliche Verockerungen auf.

Bei der Kontrolle wurde bereits ein größerer Materialabtrag festgestellt, der von einer gewissen Rezirkulationsströmung verursacht worden war. An einigen Stellen waren die Gehäuse nahezu durchgespült. Das kommt in dieser Form sehr selten vor. In den meisten Fällen entstehen komplette Verockerungen ohne einen größeren bis zu keinem Materialabtrag. Dies lässt darauf schließen, dass die Maschine häufig im Teillastbereich betrieben wurde, was aus technischen Gründen nicht immer vermieden werden kann.

Umgesetzte Maßnahmen

Das Aggregat wurde einer umfassenden Überholung unterzogen und in einen neuwertigen Zustand gebracht. Da die Maschine zuvor nicht beschichtet war, wurden die Laufräder und Leitgehäuse mit einer Ceram-CT-Beschichtung versehen. Dadurch steigerte sich der Wirkungsgrad um ein Weiteres. Auch die erwähnten Ablagerungen werden sich zukünftig verringern und verzögern, was Säuberungsarbeiten erleichtert.

Die dabei entstandenen Aufwendungen beliefen sich auf ca. 8.700 €. Aus **Bild 3** ist ersichtlich, dass sich diese Investition bei einem Energiepreis von 40 Cent/kWh bereits nach acht Monaten amortisiert hat. Der Ein- und Ausbau der Maschine wurde hier nicht berücksichtigt.

Fazit

Angesichts steigender Energiepreise und des dringenden Bedarfs, CO₂-Emissionen zu reduzieren, um den Klimawandel einzudämmen, stehen Wasserversorgungsunternehmen vor der Herausforderung, eine energieeffizientere Trinkwasserbereitstellung zu gewährleisten. Smarte Pumpen und Systemlösungen bieten eine unverzichtbare Lösung, um diesem Ziel gerecht zu werden.

Autor:

Mario Hübner, Manager System Engineering
WILO SE, www.wilo.com