

Mario Hübner; Matthias Götz

Zweckverband Steinwaldgruppe setzt auf höhere Energieeffizienz

Die richtigen Schritte für eine effiziente Wasserförderung wurden beim Zweckverband Steinwaldgruppe schon immer unternommen. Das jüngste Beispiel zeigt die Generalüberholung einer vor sieben Jahren ausgelieferten hocheffizienten Unterwassermotorpumpe.

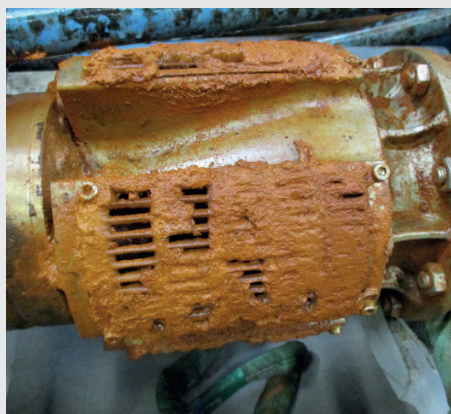


Bild 1 Verockerungen an Unterwassermotorpumpen beeinflussen deren energieeffizienten Betrieb wesentlich.

Quelle: Wilo/Hübner

Die in Trinkwasserbrunnen eingesetzten Unterwassermotorpumpen sind die zentralen Verbraucher von elektrischer Energie in der Wassergewinnung. In einem Wasserwerk mit Grundwassergewinnung entfällt der größte Anteil (fast 80 %) des elektrischen Gesamtenergieverbrauchs auf den Betrieb von Pumpen. Welche Optimierungsmöglichkeiten haben dabei die Betreiber von Bohrlochpumpen in Vertikalfilterbrunnen?

Verschiedene Prozesse zwischen biologischen und chemischen Inhaltsstoffen des Bodens führen im Laufe des Betriebs von Brunnen oft zu einer Brunnenalterung. Durch Verringerung der Wassereintrittsfläche in das Brunnenbauwerk und die dadurch stärkere Betriebswasserspiegelabsenkung – sowie die dann auch teilweise mehr oder weniger starke Verockerung der Unterwassermotorpumpe – läuft der Pumpbetrieb nicht selten in einem schlechten Wirkungsgrad. Dies betrifft auch hocheffiziente Maschinen, die erst in den letzten Jahren ausgeliefert wurden.

Deshalb ist ein rechtzeitiger Austausch oder die Überarbeitung und Optimierung des Pumpenbestandes an veränderte Einsatzbedingungen immer empfehlenswert.

In den vergangenen Jahren erhielten die Wasserversorger oftmals einen günstigen Tarif von ihrem Stromversorger. Der aktuell stark gestiegene Strompreis verändert jedoch die Kalkulation für eine kostengünstige Trinkwasserversorgung bei den Wasserversorgern, mit negativen Folgen. Perspektivisch wird sich diese Entwicklung in einer deutlichen Erhöhung der Wasserpreise niederschlagen. Um dem entgegenzuwirken, sind die kommunalen Wasserversorger mehr denn je gefordert, auf die Energieeffizienz bei der Trinkwasserförderung zu achten.

Wasserversorgung beim Zweckverband Steinwaldgruppe

Die Versorgung mit Wasser gehört bei der Steinwaldgruppe seit über 50 Jahren zur Selbstverständlichkeit. Im täglichen Leben ist uns oft nicht bewusst, dass es durchaus nicht selbstverständlich ist, immer und überall sauberes und qualitativ hochwertiges Trinkwasser zur Verfügung zu haben. Die damalige Gründung des neuen Zweckverbandes durch die Landkreise Neustadt a. d. Waldnaab und Tirschenreuth war notwendig geworden, um den Anforderungen der Zukunft gerecht zu werden. Aus zunächst bescheidenen Anfängen heraus hat sich die Steinwaldgruppe zu einem modernen leistungsfähigen Unternehmen entwickelt.

Die Trinkwasserversorgung erfolgt heute aus zwölf Tiefbrunnen in vier Wasserschutzgebieten mit den dafür erforderlichen Wasser-

aufbereitungsanlagen, Pumpwerken und Hochbehältern sowie einem über 200 km langen Leitungsnetz. Die Wasserwerke Oed (180 l/s) und Neuersdorf (100 l/s) stellen das notwendige Wasser aus Brunnen mit einer Tiefe von bis zu 170 m zur Verfügung. Davon profitieren 80.000 Einwohner, die jederzeit mit einer sicheren Wasserversorgung rechnen können. Trinkwasser aus der Region für die Region – darauf sollen sich auch noch nachfolgende Generationen verlassen können. Dennoch, anders als oftmals angenommen, ist die nördliche Oberpfalz ein sogenanntes Wassermangelgebiet. Viele Gemeinden haben selbst kein oder nicht ausreichend eigenes Wasser. Diese Gemeinden versorgt die Steinwaldgruppe, die rein kommunal getragen ist.

Neue Pumpentechnik

Die Steinwaldgruppe entschied sich 2015, die neue Unterwassermotorentechnologie Wilo-Actun ZETOS mit Permanentmagnetmotor einzusetzen. Eine der ersten Pumpen wurde damals an den Zweckverband geliefert. Die neu entwickelte Pumpe zeichnet sich durch eine mehrstufige Hydraulik mit halbaxialen Laufrädern und einen Best-in-Class-Wirkungsgrad aus. Die hocheffiziente Bohrlochpumpe setzt damit neue Maßstäbe in Sachen Energieeffizienz und Kosten. Die Gehäuseteile und Laufräder sind aus Edelstahlfeinguss gefertigt. Für eine hohe Laufruhe sorgt ein optimiertes Laufraddesign sowie eine an das Laufrad angegossene Wuchtmasse. Der Druckanschluss ist wahlweise mit einem integrierten Rückflussverhinderer ausgestattet.



Bild 2 Die detaillierte Überwachung von Pumpen ermöglicht Rückschlüsse hinsichtlich Laufverhalten, Temperatur und Energieeffizienz.

Quelle: Steinwaldgruppe/Götz

Asynchron- und Synchronmotoren – Technologiewechsel sorgt für Wirkungsgradsteigerung

Eine hohe Chance für eine erhebliche Wirkungsgradsteigerung bietet der Übergang vom Asynchron- zum Synchronmotor. Gegenwärtig verursachen Rotorverluste etwa 30 % der Gesamtmotorverluste. Durch den Umstieg vom stromdurchflossenen – und somit verlustbehafteten – Asynchronrotor auf einen nicht durchflossenen Synchronrotor lassen sich die Rotorverluste fast vollständig eliminieren.

Permanentmagnet-Synchronmotoren wurden ab dem Sommer 2015 bei der Steinwaldgruppe in den Bereichen eingesetzt, in denen eine hohe Effizienz erforderlich ist. Im Gegensatz zu herkömmlichen Asynchronmotoren benötigen Permanentmagnetmotoren einen Frequenzumrichter, da sie nicht selbstständig am Drehstromnetz anlaufen können. Die Energieeinsparungen überstei-

gen jedoch bei Weitem die Investitionskosten für das Gesamtsystem, bestehend aus Motor und High-Efficient-System.

Die Motortemperatur bestimmt wesentlich die Zuverlässigkeit des Antriebs. Höhere Temperaturen verringern die Lebensdauer der Lager, Dichtungen und der Motorwicklung. Geringere Verluste im Motor senken dementsprechend die Motortemperatur und erhöhen somit die Zuverlässigkeit. Bei gleichen Erwärmungsbedingungen führt dies zu niedrigeren Innentemperaturen und somit zu einer Erhöhung der Lebensdauer der Pumpen. Wilo SE hat eine Software programmiert, mit der die Betreiber die Einsparung bei jeder Anlage und die Amortisationszeit für den aktuellen Betriebspunkt genau aufgezeigt bekommen. Die Besonderheit des Programms: Es vergleicht die jeweiligen Fördermengen, berechnet die genauen Laufzeiten der Pumpen und berechnet die sogenannte Energiebilanz, wobei der Systemwirkungsgrad berücksichtigt wird. Am Ende kann zum je-

weiligen Betriebspunkt der Energiebedarf in kWh/m³ ermittelt werden. Das Ergebnis lässt dann einen Vergleich von bis zu 14 Pumpen zu.

Am 30. Oktober 2015 wurde die erste Pumpe mit Permanentmagnetmotor für die Steinwaldgruppe im Werk Hof abgenommen. Zu diesem Zeitpunkt war sie noch unbeschichtet. Sie besaß einen Pumpenwirkungsgrad von 83,6 % und einen Gesamtwirkungsgrad von 73,6 % im Bestpunkt. Kurz danach wurde sie eingebaut. Durch den Einsatz von Sensoren und kontinuierlichen Messungen sowie durch eine permanente Überwachung wurde festgestellt, dass bei der Steinwaldgruppe weitere Pumpen unwirtschaftlich arbeiten. Dies zeigte, dass die Erfassung von repräsentativen Messdaten für die Dokumentation und zur Überwachung der Funktionsfähigkeit von Brunnen unerlässlich ist. Die Daten in Echtzeit sind zudem für den Betrieb von Bedeutung, um Abweichungen im Brunnenbetrieb vom Normalbetrieb frühzeitig erkennen zu können.

Hatte man bei den ersten Pumpen den Austausch in erster Linie aufgrund ihrer Alterung durchgeführt, so wurden weitere Pumpen überwiegend zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit ausgetauscht. Heute sind alle Brunnen der Steinwaldgruppe mit neuer Technik ausgerüstet. In letzter Zeit wurden die Maschinen auch alle mit einer Ceram-CT Beschichtung versehen.

Durch die permanente Überwachung in der Leitzentrale hat man es über die Jahre erreicht, die Maschinen immer mehr in ihren Bestpunkten laufen zu lassen (Bild 2).

Ausbau der Pumpe und eingehende Untersuchung

Im Laufe der Zeit wurde bei einer Pumpe eine Verschlechterung der Leistungsdaten festgestellt. Der Zweckverband entschied sich deshalb, die Pumpe vom Hersteller überholen zu lassen. Diese Maßnahme wurde bei einer weiteren Pumpenabnahme im Jahr 2022 von Herrn Götz (Zweckverband Steinwaldgruppe) und Herrn Hübner (Wilo SE) besprochen. Das Aggregat, eine Wilo-Actun ZETOS-K8.100-5 mit Motor NU 511-4/37 (37 kW Nennleistung), wurde dazu am 27.09.2022 ausgebaut (Bild 3 und 4). Die Pumpe hat ihren durchschnittlichen Betriebspunkt bei 25 l/s auf 95 m mit einem Pumpenwirkungsgrad von 83,6 %,

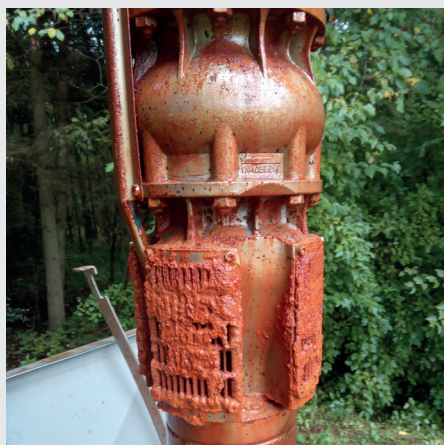


Bild 3 und 4 Wilo-Actun ZETOS-K.100-5 mit starken Verockerungen nach sieben Jahren Dauerbetrieb

Quelle: Steinwaldgruppe/Götz

einem Motorwirkungsgrad von 89,5 %, inkl. FU-Wirkungsgrad, bei einem Gesamtwirkungsgrad von 74,8 % im Neuzustand. Seit Inbetriebnahme hatte das Aggregat eine Laufzeit von 43.096,5 Betriebsstunden, die Fördermenge belief sich insgesamt auf 2.313.021 m³. In dieser Zeit lief das Pumpenaggregat hervorragend, ohne Mängel sowie ohne Wartung. Im Zuge der permanenten Überwachung wurde aber festgestellt, dass sich die Leistung ab dem fünften Betriebsjahr sukzessive verschlechterte. Ab dem fünften Jahr war es eine Verschlechterung von ca. 3 %, ab dem sechsten Jahr von ca. 6 % und ab dem siebten Jahr bis zum Ausbau von ca. 15 %. Als Ursache wurde eine Verockerung vermutet. Das örtliche Brunnenwasser hat einen Eisengehalt von 0,280 mg/l und einen Mangangehalt von 0,026 mg/l.

Nachdem die Maschine in der Reparatur bei Wilo im Werk Hof eingetroffen war, untersuchte man sie näher. Zur besseren Orientierung wurden dem Schnittbild der Pumpe (Bild 5) die jeweiligen Aufnahmen der dokumentierten Schadensbilder zugeordnet. Hierbei wurde ersichtlich, dass die Schaufel des Laufrads (5) wenig Verockerung zeigte, der Radseitenraum jedoch teilweise stark verockert war (2) und die Leitgehäuse (1) keine Verockerungen aufwiesen. Bei der Kontrolle wurde bereits ein größerer Materialabtrag festgestellt, der von einer gewissen Rezirkulationsströmung verursacht worden war, die Gehäuse waren an manchen Stellen fast durchgespült. Das kommt in dieser Form sehr selten vor. In den meisten Fällen entstehen komplette Verockerungen ohne einen größeren bis zu keinem Materialabtrag. Dies deutet darauf hin, dass die Maschine des Öfteren im Teillastbereich gearbeitet hat, was aus technischen Gründen nicht immer vermeidbar ist.

Energiebetrachtung

Im Zweckverband wurde vor einigen Jahren eine Übersicht (Tab. 1) erstellt. Hierbei wurde deutlich, dass beim Wechsel von hocheffizienten Unterwassermotorpumpen größere Einsparpotenziale möglich sind. Deshalb tauschte die Steinwaldgruppe in den folgenden Jahren alle Brunnenpumpen aus. Die zuvor beschriebene Pumpe befindet sich im Brunnen 8. Die Daten der Pumpe aus Brunnen 8 sind in den Bildern 6 und 7 enthalten. Die Erfassung dieser Daten ermöglicht die Bestimmung des

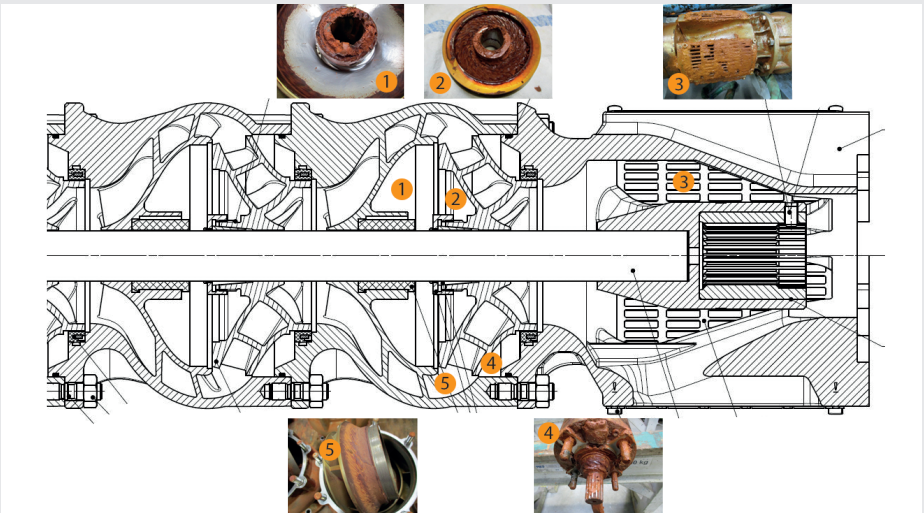


Bild 5 Schnittbild der ZETOS-K8 mit zugeordneten Schadensbildern
Quelle: Wilo/Hübner

Systemwirkungsgrades für die Brunnenpumpe und den spezifischen Energieverbrauch des Brunnens als Kennzahl für die Energieeffizienz in kWh/m³. Als energetisch optimale Variante sollte Messtechnik verwendet werden, die den Volumenstrom nicht beeinflusst. Aus den Diagrammen wird deutlich, dass sich der spezifische Energiebedarf über die letzten sieben Jahre von 0,33 kWh/m³ kontinuierlich auf 0,43 kWh/m³ erhöht hat (Bild 6). Die Tendenz ist dabei steigend, wobei bereits bei einem spezifischen Energiebedarf von 0,37 kWh die Sanierung beschlossen wurde. Wenn sich die Verockerung einmal auf dem Material oder am Saugsieb aufgebaut hat, wird die Ablagerung mit der Zeit zunehmend massiver, was den großen Sprung auf 0,43 kWh/m³ innerhalb weniger Monate erklärt. Umso notwendiger ist es in diesem Fall, entsprechende Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Mit Blick auf die gestiegenen Strompreise erweisen sich die erforderlichen Maßnahmen als noch drängender. In den Jahren 2015 bis 2022 lagen die Stromkosten bei ca. 18 Cent/kWh. Bei einer durchschnittlichen Förderleistung von 346.000 m³/a entstanden dabei

Stromkosten von 20.776 € im ersten und 26.686 € im letzten Jahr. Das entspricht Mehrkosten von rund 5.900 €/a. Betrachtet man die gestiegenen Stromkosten auf 40 Cent/kWh ab dem Jahr 2023, würde sich dieser Mehrbetrag bei sonst gleichen Rahmenbedingungen auf 13.100 €/a erhöhen (Bild 7).

Welche Maßnahmen wurden ergriffen?

Das Aggregat wurde komplett aufgearbeitet und zu einer neuen Maschine hergerichtet. Da diese Maschine noch nicht beschichtet war, wurde eine Ceram-CT-Beschichtung auf die Laufräder und die Leitgehäuse aufgebracht. Dadurch steigerte sich der Wirkungsgrad nochmals. Auch die erwähnten Ablagerungen werden sich verzögern, was Säuberungsarbeiten erleichtert. Die dabei entstandenen Aufwendungen beliefen sich auf ca. 8.700 €. Aus Bild 7 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.

Tab. 1: Effizienzsteigerungen lassen sich durch Technologiewechsel erzielen

	Leistungs- aufnahme Aggregat alt	Leistungs- aufnahme Aggregat neu	Einsparung	Jährliche Einsparung bei 5.100 Betriebsstunden und 0,18 Cent/kWh
Brunnen 7	20,2 kW	17,0 kW	15 %	2.900 €
Brunnen 8	41,0 kW	31,8 kW	23 %	8.400 €
Brunnen 12	39,7 kW	30,1 kW	24 %	8.800 €

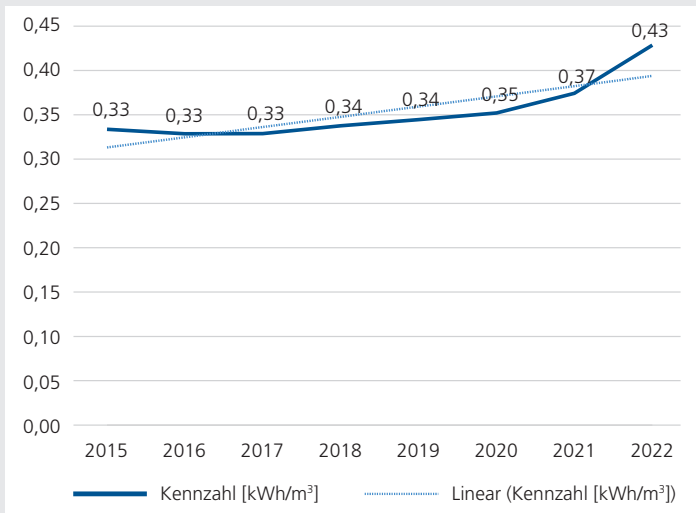


Bild 6 Entwicklung des spezifischen Energiebedarfs für die ZETOS-Pumpe in Brunnen 8 (2015-2022)
Quelle: Steinwaldgruppe/Götz

Das Beispiel zeigt, dass auch hocheffiziente Unterwassermotorpumpen ständig überwacht werden müssen und man auf diese Veränderungen möglichst schnell reagieren sollte, erst recht in Zeiten hoher Energiepreise.

In der Steinwaldgruppe wird auch strikt darauf geachtet, dass sich die Aggregate beim Lauf mehrerer Maschinen in der Brunnen-galerie immer gegenseitig abstimmen und möglichst nah am Bestpunkt des Aggregats betrieben werden. Das wird vermutlich bei vielen Verbänden aktuell noch nicht der Fall sein, weil es der Arbeitsalltag oft nicht erlaubt, in Prozesse einzugreifen, sodass die Effizienz wieder gesteigert werden kann. Außerdem fehlt es oftmals an erforderlicher Messtechnik, um überhaupt einen erhöhten Leistungsbedarf erkennen zu können.

Förderung

In Kommunen und im kommunalen Umfeld liegen große Potenziale zur Minderung von

Treibhausgasen. Mit der Kommunalrichtlinie wurde die im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit bestehende Förderung des kommunalen Klimaschutzes weiterentwickelt und fortgesetzt. Mit den durch diese Richtlinie in den Jahren 2022 bis 2027 geförderten strategischen Klimaschutzmaßnahmen wird auf addierte jährliche angestoßene Treibhausgas-minderungen in Höhe von rund 1.200.000 t CO₂-Äquivalent (netto) abgezielt. Der Austausch älterer Pumpen durch neue effiziente Aggregate wird unter gewissen Voraussetzungen meist gefördert, was den Amortisationszeitraum nochmals verkürzt.

Fazit

Kontinuierlich steigende Energiepreise und die Notwendigkeit zur Reduzierung von CO₂-Emissionen stellt die Wasserversorgungsunternehmen vor die Herausforde-

rung, für eine energieeffizientere Trinkwasserbereitstellung zu sorgen, obwohl auf diesem Gebiet schon viel getan wurde.

Im vorgestellten Beispiel geht es um den Rückgang einer effizienten Wasserförderung, die durch Verockerung ausgelöst wurde. Um weitere Potenziale zur Energieeinsparung auszuschöpfen, lohnt es sich für Wasserversorger, auch ihre Brunnenabschlussbauwerke im Auge zu behalten. Die durch Einbauteile verursachten Druckverluste sollten überprüft werden, um auch hier Pumpenförderhöhe einzusparen.

Die Rahmenbedingungen für nachhaltiges Handeln sind aktuell schwieriger denn je. Die zunehmende Verzahnung des lokalen Handelns mit globalen Aspekten und ihren weitreichenden Folgen wurde uns in letzter Zeit durch Klimawandel, Corona-Pandemie und wirtschaftliche Verwerfungen infolge des Kriegs in der Ukraine mehr als deutlich vor Augen geführt. Es sind anspruchsvolle Zeiten, auch für eine nachhaltige und effiziente Wasserversorgung. Nicht nur im effizienten Umgang mit Energie sollten wir unsere Verantwortung sehen, sondern auch für eine nachhaltige und zukunftsichere Wasserversorgung. Auch die effiziente Nutzung von Trinkwasser gewinnt vor dem Hintergrund des Klimawandels immer mehr an Bedeutung.

■ **Mario Hübner**

Wilo SE – Manager System

Engineering (Werk Hof)

mario.huebner@wilo.com

www.wilo.com

■ **Matthias Götz**

Zweckverband Steinwaldgruppe

Betriebsleiter

matthias.goetz@steinwaldgruppe.de

www.steinwaldgruppe.de

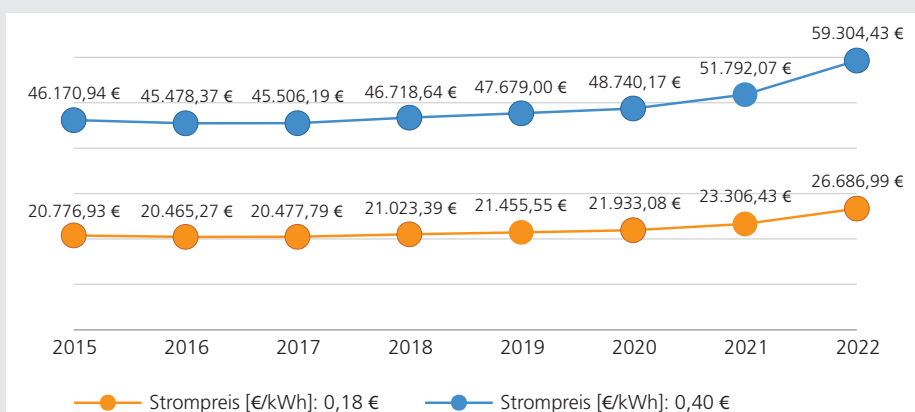


Bild 7 Entwicklung der Jahresstromkosten am Beispiel der ZETOS-Pumpe in Brunnen 8

Quelle: Steinwaldgruppe/Götz

Veranstaltungstipp:

DVGW-Wassertreff in Hof

26. bis 27. April 2023

Vortrag von Mario Hübner am 27. April 2023

DIE DIGITALISIERUNG ALS SCHLÜSSELFaktor IN DER WASSERVERSORGUNG FÜR MAXIMALE EFFIZIENZ UND STÄNDIGE VERFÜGBARKEIT

www.dvgw-kongress.de