

Grundwasserpumpen Förderung, Frequenzgesteuerte Pumpen, Sanftanlasser

Dieser Beitrag ist eine Zusammenfassung für den Vortrag beim Schweizerischen Brunnenmeisterverband im April 2017

Allgemeines

In der Schweiz gibt es rund 3000 öffentlichen Wasserversorgungen, die jährlich insgesamt ca. 1 Mrd. m³ Trinkwasser oder pro Einwohner täglich 355 Liter (darin sind Industrie und Gewerbe bereits berücksichtigt) abgeben. Das entspricht rund 2% der jährlichen Niederschlagsmenge. Für die Gewinnung, Aufbereitung und die Verteilung des Trinkwassers verbrauchen die Wasserwerke jährlich gut 0,4 TWh Elektrizität oder rund 0,4 kWh/m³, davon weitaus am meisten für das Pumpen. Unter den öffentlichen kommunalen Ausgaben macht der Elektrizitätsverbrauch für die Wasserversorgung rund 20 % aus. Sparpotenziale bestehen in der Effizienzverbesserung. Ein gewisses Potential besteht aber auch in der Vermeidung der teils immer noch beträchtlichen Wasserverluste durch Lecks im Netz.

Veränderung in der Wasserwirtschaft

Bedingt durch den Klimawandel und einen dramatischen Preisanstieg der Energiekosten sind bei der Gewinnung und Förderung 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 und Stufenpumpwerken möglichst lange erhalten bleiben. 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 individuell auf die Anforderungen ihres Einsatzbereichs ausgelegt wird. Hier greifen dann zusätzliche Maßnahmen wie der Einsatz von Frequenzumformern oder moderner Beschichtungssysteme für Pumpen. So werden mögliche Effizienzsteigerungen nicht komplett erreicht, da die Gesamtzusammenhänge aller Einflussgrößen einer kompletten Anlage oft nicht bekannt sind.

Grundwasservorkommen

Das reiche Grundwasservorkommen in der Schweiz füllt die Hohlräume im Erdreich, wird aus Niederschlags- und Flusswasser neu gebildet und bestimmt den Wasserkreislauf. Etwa 150 km³, dies entspricht 150 Milliarden m³ Wasser, sind im Untergrund vorhanden, womit Grundwasser neben den Seen den grössten Wasserspeicher der Schweiz darstellt. Ca. 10% sind jährlich erneuerbar und können nachhaltig ohne bleibende Auswirkungen aus der Umwelt entnommen werden.

Die Qualität und Kosten

Das Schweizer Leitungswasser hat in punkto Sauberkeit weltweit kaum Konkurrenz. Wasserhahn auf, einige Schluck Wasser trinken, Wasserhahn zu. Was anderswo als Luxus gilt, ist für die meisten Menschen in der Schweiz selbstverständlich. Das liegt daran, dass dieses Wasser oft naturbelassen werden kann. Weil der große Anteil aus dem Grund- und Quellwasser entnommen wird, ist das Wasser natürlich gefiltert. Das Regenwasser versickert und durchläuft die geologischen Schichten. Somit ist eine Wasseraufbereitung in vielen Fällen nicht notwendig. Wasser aus karstigen Untergrund versickert schneller und wird dadurch weniger gründlich gefiltert, dieses wird dann oft sicherheitshalber auch in der Schweiz entkeimt. In anderen Ländern ist der Energieaufwand für die Trinkwasserbereitstellung z. B. durch Membranfiltration deutlich höher. Nur 13 % des Wassers in der Schweiz werden zwei- oder mehrmals aufbereitet. Dies ist sicherlich auch ein Grund dafür, dass für dieses hochwertige Wasser ein günstiger Preis zur Verfügung steht, ca. 0,15 Rappen für einen Liter frei Haus oder ca. 23 Rappen pro Person und Tag hält sich von den Kosten im Rahmen. Dass dies so bleibt sollte uns dennoch immer wieder fordern nach effizienteren Lösungen zu suchen. Auch um den Energiebedarf in der Schweiz weiter (wie in den letzten Jahren schon erfolgreich geschehen) zu senken.

Zum Vortrag

Der Kreislauf des Wassers – Oft wird Grundwasser mit Vertikalfilterbrunnen entnommen, über Wasseraufbereitungsanlagen aufbereitet und über Pumpen und Hochbehälter in die Häuser transportiert. Ein grosser Teil davon wird von uns nicht verbraucht, sondern nur gebraucht. Dabei verschmutzen wir es, sodass das Abwasser über Pumpstationen in die Kläranlagen gefördert wird. Dort wird es über verschiedene Reinigungsstufen gereinigt und den Vorflutern zurückgegeben. Durch falsche Sparsamkeit beim Wasserverbrauch erreichen die Abwassertransportleitungen oft zu kleine Fließgeschwindigkeiten, was zu Ablagerungen in den Freispiegelleitungen führen kann. Gleichzeitig werden den Brunnen kleinere Mengen entnommen, was dazu führt, dass die Pumpen in Betriebszustände gefahren werden, in denen die Aggregate bei sehr schlechten Wirkungsgraden arbeiten. Aus diesem Grund ist eine Gesamtsystembetrachtung notwendig um eine energieeffiziente Wasserförderung zu gewährleisten. Für den Wassertransport, sowie der Druckerhöhung in Anlagen können die verschiedensten Pumpentypen ihren Einsatz finden, mit Unterwassermotorentechnologie oder mit klassischen Normmotoren.

Energiekonzept Wasserversorgung Basel

Der Basler Energieversorger IWB hat das Energiekonzept seiner Trinkwasserförderung überarbeitet. Um Energie zu sparen, wurden die Pumpanlagen der Pumpstation Zentrale West und Pumpstation Mischreservoir in den Langen Erlen neu konzipiert. Wichtige Erkenntnisse aus der Untersuchung der Förderstrategien lassen sich wie folgt zusammenfassen: Das wichtigste Element des Energieverbrauchs ist der Wirkungsgrad von den Pumpen und Motoren. Neben dem reinen Stromverbrauch der Aggregate ist das

gesamte Betriebskonzept ein wichtiger Bestandteil eines Energieoptimierungsprozesses. Die Bewirtschaftung der Speicher ist in erster Linie ein Gebot der Trinkwasserhygiene. Bei den vorliegenden Verhältnissen ist das Energiesparpotenzial durch angepasste Speicherbewirtschaftung sehr gering. Mit einer forcierten Nachtförderung ist eine maximale Kosteneinsparung von 40.000 Franken pro Jahr möglich. Der Energieverbrauch wird durch verstärkte Nachtförderung tendenziell erhöht. Durch die Verbindungsleitung zwischen den Hauptpumpwerken entsteht heute jährlich ein grosser Verlust. Dieser kann mit einer angepassten Betriebsweise um die Hälfte reduziert werden. Das neue Konzept sah vor, in beiden Pumpanlagen die bestehenden Pumpen durch neue mit besserem Wirkungsgrad zu ersetzen. Die Zentrale West ist bereits auf die neuen Maschinen umgebaut. Mit dieser Maßnahme spart die IWB in Zukunft rund 50.000 Franken pro Jahr. Das entspricht ca. 18% der vorherigen Energiekosten.

Optimierungsmöglichkeiten

Beim Einsatz von Unterwassermotoren hat man viele Optimierungsmöglichkeiten. Im Vortrag geht es hauptsächlich um Einsparpotenziale, die mit einer intelligenten FU-Steuerung erreicht werden können. Man versucht den Betriebspunkt zu optimieren und die Pumpen möglichst viele Stunden laufen zu lassen. Einsparung erzielt man dann durch die geringeren Reibungsverluste in der Druckleitung und manchmal erreicht man eine kleinere Brunnenabsenkung, wodurch sich die statische Höhr reduziert.

Zeitliche Entwicklung der Brunnenleistung

Bei Vertikalfilterbrunnen, sollte nicht in verschiedenen Aquiferen verfiltert werden, damit im Brunnen kein Wassertourismus entsteht. Das heisst, dass sich kein sauerstoffhaltiges Wasser aus oberen Schichten mit mineralhaltigem Wasser aus unteren Schichten vermischen sollte, da es sonst zu Verockerungen im Brunnen kommen kann. Gerade beim Einsatz von Filterkies im Ringraum kommt es dann dazu, dass sich ein Belag aus Eisenhydroxid bildet und somit den Porenkanal verkleinert. Dadurch ist der Zulauf im Brunnen nicht mehr optimal und es können größere Brunnenabsenkungen eintreten. Glaskugeln mit glatteren Oberflächen und ohne Unterkorn, sind zwar in der Anschaffung teurer, wirken aber einer Verockerung entgegen. Die zeitliche Entwicklung des Brunnens wird verändert und eine Regenerierung kann nach hinten verschoben werden. Spart man sich in einem Brunnenleben eine Regenerierung, sind die Mehrkosten der Glaskugeln bezahlt.

Pumpversuch

Pumpversuche unterstützen den Brunnenbauer seinen Brunnen kennen zu lernen. Diese werden heute allerdings auf Grund der Kosten nicht mehr oft durchgeführt. In dem im Vortrag gezeigten Beispiel wurden dem Brunnen mit einer kleinen Motordrehzahl ca. 33 l/s entnommen. Durch das Hochregeln der Drehzahl entnahm man dem Brunnen anschließend 65 l/s. Gleichzeitig senkte sich der Betriebswasserspiegel um 12 m ab. Dadurch muss die Pumpe das Wasser in eine um 12 m höhere statische Höhe fördern.

Die Auswertung dieser Werte, helfen dem Planer bei der Auslegung der entsprechenden Pumpen. An dieser Stelle sollte festgelegt werden, welche Entnahmemengen geplant sind und ob bei der Anschaffung des Aggregats ein Frequenzumformer berücksichtigt wird.

Frequenzumformer (FU) und Ähnlichkeitsgesetz

Beim Einsatz von Frequenzumformern bleiben beim Verändern der Drehzahl die Geschwindigkeitsdreiecke an der Schaufel des Laufrades ähnlich. Dadurch kann man, insbesondere bei einer dementsprechenden Anlagenkennlinie, lange in einem guten Wirkungsgrad fahren.

Im Vortrag werden die unterschiedlichsten Wirkungsgrade berechnet. Das Verhältnis der Frequenzen zu den Drehzahlen betrachtet und die Auswirkungen auf die Menge und Höhe des Betriebspunktes und der dazugehörigen Leistungsaufnahme.

Die neue Zetos

Bei der neuen Wilo Zetos (8 Zoll) handelt es sich um eine Pumpe mit einem Pumpenwirkungsgrad von über 84%. Möglich macht diesen Spitzenwert die CFD-unterstützte Konstruktion. Durch die sehr feine Auflösung des CFD-Gitters ist es gelungen, die Strömung in der Grenzschicht korrekt zu berechnen. Die Stromlinien auf den Schaufeln und im Leitgehäuse zeigen am Ende ablösungsfreie Strömungen. Die Wilo Zetos wird in der Standardausführung aus einem massiven Feinguss in der Qualität V4A (1.4408) und in der Sonderausführung aus einem Duplexwerkstoff 1.4517 gefertigt.

Verschiedene Motoren

Nach der Auslegung der Pumpe ist es wichtig den richtigen Motor zu finden. Es werden die unterschiedlichsten Motoren aufgezeigt: Wieder- und nicht wiederwickelbare Motoren, Asynchronmotoren und Antriebsmaschinen mit Permanentmagneten, die synchron laufen.

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 Asynchron-Rotor auf einen nicht durchflossenen Synchron-Rotor lassen sich die Rotorverluste fast vollständig eliminieren. Im Gegensatz zu herkömmlichen Induktionsmotoren benötigen PM-Motoren einen Frequenzumrichter, da sie nicht selbstständig am Drehstromnetz anlaufen können. Diese 4-poligen Motoren werden dann über den FU bei ca. 100 Hz betrieben, um als Synchronmotor dann bei 3000 U/min zu arbeiten. In den Verkaufsunterlagen werden sie oft mit 2900 U/min abgebildet. Diese erreichen sie bei ca. 96,7 Hz, somit sind dann die hydraulischen Kurven der Pumpen identisch zu den Maschinen, die mit einem Drehstromasynchronmotor betrieben werden. Die Energieeinsparungen übersteigen oft

bei weitem die Investitionskosten für das Gesamtsystem, bestehend aus Motor und High Efficient System (FU und du/dt- oder Sinusfilter)

Vergleich

In einem Vergleich von Pump-Aggregaten älterer Generation zu Unterwassermotortechnologien der neueren Version können Unterschiede von 8 % liegen. Wenn man diese Daten in ein Berechnungsprogramm eingibt, wird ersichtlich, dass die Amortisation, je nach Laufzeit und Energiepreis relativ schnell erreicht werden kann. Ein weiteres Programm, das aufgrund FU gesteuerter Motoren entwickelt wurde, wurde so erstellt, dass auch unterschiedliche Laufzeiten berücksichtigt werden können. Ein Anpassen der ganzen Werte für die vorhandene Anlage können ebenfalls berücksichtigt werden. Anhand eines Beispiels wird gezeigt, dass durch die Veränderung der Laufzeit wesentlich kleinere Pumpen gewählt und Einsparungen von ca. 30% möglich sein können. Im Vortrag wird ersichtlich, dass immer wieder das Lastprofil ermittelt werden muss. Das heißt laufen die Maschinen mit gleicher Drehzahl oder sind es geregelte Antriebe und welche unterschiedliche Mengen möchte man dem System entnehmen, um dann die Anlage so zu steuern, dass sie möglichst lange in ihrem hohen Wirkungsgrad auch läuft.

Projekt Enerwag

Die DVGW Forschungsstelle TUHH-Außenstelle des TZW Karlsruhe hatte am 15. und 16. Juni 2016 zu einem Workshop nach Hamburg eingeladen, auf dem die neue Technik behandelt wurde. Es wurde das Für und Wider der neuen PM-Motoren diskutiert und die Vor- und Nachteile angesprochen. Es haben viele Pumpen- und Frequenzumformerhersteller teilgenommen. Aufgrund der neuen Technik, die erst in den letzten 4 Jahren mit Unterwassermotoren auf den Markt gedrungen ist, hatte man Bedenken. Nach dem Workshop zeigte sich, dass es am Anfang mit dieser Technik leichte Probleme gegeben hat, auf die sich die Hersteller mittlerweile aber eingestellt und die Vorteile überwogen haben. Alleine unsere Firma hat im letzten Jahr im süddeutschen Raum ca. 50 solche Maschinen installiert.

Beschichtungen der Aggregate

In den letzten 10 Jahren wurden immer mehr Unterwassermotorpumpen beschichtet. Hier kommen zwei Beschichtungen zum Einsatz.

Unsere Ceram-CT-Beschichtung wird hauptsächlich zur Wirkungsgradsteigerung eingesetzt. Hier können ca. 2 % - Punkte erreicht werden. Auch Zetos Maschinen mit dieser Beschichtung haben für einen großen deutschen Wasserversorger den Pumpenwirkungsgrad auf über 86 % gebracht.

Beim Einsatz der Maschinen in Gebieten mit großer Verockerung wird unsere Ceram-Teflon-Beschichtung eingesetzt. Dadurch wirkt man den Ablagerungen an der Maschine entgegen.

Wasser 4.0 - Einführung in Digitale Wirtschaft

Digitalisierung prägt unser Leben beim Kommunizieren, Arbeiten und Wirtschaften immer mehr. Wir befinden uns im Wandel, der sowohl technologisch als auch gesellschaftlich ist und in digitalen Technologien fußt. Diese Veränderungen bringen Vorteile, Chancen und sie schaffen zum Teil ganz neue Herausforderungen sowie neue und andere Arbeitsplätze.

Automatisierung, Digitalisierung – die Anforderungen der Zukunft in den komplexen Infrastrukturen der Städte und Kommunen werden durch die Projekte im Bereich Wasser und Abwasser 4.0 in einer revolutionierenden Art und Weise gelöst. Diese Entwicklungen der vierten industriellen Revolution zielen auf die Steigerung von Energieeffizienz und Verfügbarkeit und damit Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft in D-A-CH. Moderne Überwachungen in die doch eher konservativen Wasser und Abwasserbewirtschaftung einzubinden, stellt ganz eigene Herausforderungen an Wasser und Abwasser 4.0. Das iwe Institut für Wasser- und Energiemanagement der Hochschule Hof vertreten durch Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. Lehmann und Frau Prof. Dr. Manuela Wimmer werden durch das Projekt SmaDiWa „Smarte digitale Transformation in der Wasserwirtschaft« gemeinsam mit weiteren Kooperationspartnern (einer davon ist WILO) neue Wege gehen. Digitalisierung ist heute eines der Buzz-Wörter bei innovativen Entwicklungen und wird unterschiedlich definiert. Wichtige Begriffe sind u. a. Erfassung, Strukturierung, Übertragung und Analyse von elektronischen Daten, Big Data, Visualisierung, Automatisierung, Prozessverständnis, Transparenz, Vernetzung mit Schnittstellen, Cloud-Computing, Internet der Dinge und Kennzahlen. Die Digitalisierung wird auch in der Wasserwirtschaft weiter einziehen. Diesen Prozess mit seinen potenziellen zukünftigen Optionen zu durchleuchten, unter smarten Gesichtspunkten voranzutreiben, Entwicklungs- Demonstrations- und Best Practice-Vorhaben auszuloten und zu initiieren und für alle Beteiligten der Wasserwirtschaft transparent zu gestalten ist Ziel dieses Projektes. Neue Geschäftsmodelle und Plattformen werden entwickelt werden müssen, was Unternehmen wie Uber, Facebook und AirBnB die die Plattformmärkte erfolgreich erobert haben, demonstrieren. Wichtig wird es sein die Auswirkungen im wirtschaftlich-technischen Bereich zu erkennen und umzusetzen. Es wird eine Internetplattform und ein Kompendium zur smarten Digitalisierung in der Wasserwirtschaft mit Entwürfen von Zukunftsszenarien geben. Öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen in Form von Symposien zur Multiplikation der Ergebnisse, zur Identifikation weiterer Akteure und zur Darstellung des iwe werden dies begleiten

Direkt Einschaltung, Stern-Dreieck-Anlauf, Sanftanlaufgeräte und FU´s

Am Ende des Vortrages werden die unterschiedlichsten Einschaltarten vorgestellt. Anhand der Motorengröße wird festgelegt, wenn es um Direkt und Stern-Dreieck-Einschaltung geht. In der Wasserwirtschaft haben sich Sanftanlaufgeräte etabliert. Sie reduzieren beim Einschalten mittels Phasenanschnitt die Spannung und erhöhen diese langsam bis zur vollen Netzspannung. Beim Erreichen der vollen Spannung wird die Elektronik überbrückt um die Verlustleistung zu verringern. Mit diesen Geräten können

wir eine schonende Brunnenentnahme garantieren. Der Einsatz von FU's wurde schon im Vorfeld beschrieben, der große Vorteil ist die automatische Regelung der gewünschten Menge die sehr oft Sinn macht, sicherlich gibt es auch Anlagen in denen sich dies bezüglich Energieeinsparung relativ wenig auswirkt, somit muss jede Anlage gut besprochen sein.

Fazit

Das Trinkwasser in der Schweiz hat eine exzellente Qualität. Voraussetzungen dafür sind in erster Linie unbelastete Ressourcen, die keine aufwändige Aufbereitung erfordern. Die hohe Güte dieses Naturprodukts wird garantiert durch strenge Anforderungen in der Trinkwasserverordnung und dem Bestreben der Wasserversorgungsunternehmen und dem Schweizer Brunnenmeister Verband, gemäß dem Minimierungsgebot, die Grenzwerte für Schadstoffe soweit wie möglich nachhaltig zu unterschreiten. Dies gewährleisten die Unternehmen dadurch, dass Planung, Bau und Betrieb sowie die Wartung ihrer Gewinnungsanlagen und des Leitungsnetzes nach höchsten technischen und hygienischen Standard fachgerecht durchgeführt werden. So kommt es in der Schweiz im wörtlichen Sinne – Trinkwasser aus der Leitung, was überwiegend naturbelassen ist. Vorausdenken und Vorsorge zahlen sich aus. Die enge Zusammenarbeit von Wasserwirtschaft und Behörden beim vorausschauenden Grundwasserschutz und das detaillierte Erstellen neuer Anlagen wie es kontinuierlich durchgeführt werden sollte, verbunden mit einem guten Wartungs-, Prüf- und Überwachungssystem garantieren auch in Zukunft die hohe Trinkwasserqualität. Die Zukunft der Vernetzung 4.0 – Dreiländerkongress zeigt die Zusammenarbeit in D-A-CH auf. Nicht zu vergessen gilt es weiterhin solche Tagungen zu besuchen um einen Austausch zwischen den Spezialisten zu gewährleisten.

Der Schweizerischer Brunnenmeisterverband kann stolz auf eine zwei wöchige Tagung mit 1100 Teilnehmern zurückblicken, eine Veranstaltung die in ihrer Art in ganz D-A-CH nicht zu finden ist.

Mario Hübner
Manager System - Engineering
Sales Region D-A-CH
WILO SE, Werk Hof
Heimgartenstraße 1 – 3
95030 Hof, Germany
Telefon: +49 (0) 9281 974 – 0
E-Mail: mario.huebner@wilo.com

Wilo Schweiz AG

Gerstenweg 7
4310 Rheinfelden

T +41 61 836 80 20
info@wilo.ch
www.wilo.ch

im April 2017