

gwf

Wasser
Abwasser

2/2012

Jahrgang 153

ISSN 0016-3651

B 5399



Oldenbourg Industrieverlag München
www.gwf-wasser-abwasser.de

www.amitech-germany.de

FLOWTITE GFK-Rohrsysteme

- Kanalrohrleitungen
- Druckrohrleitungen
- Trinkwasserleitungen

- Stauraumkanalsysteme
- Wasserkraftleitungen
- Trinkwasserspeicher

- GFK-Sonderprofile
- Industrieleitungen
- Brunnenrohre

- Schächte
- Bewässerungsleitungen
- Brückenrohre



AMITECH

A Member of the AMIANTIT Group

Einsparung von Pumpenergiekosten in der Wasserversorgung durch Berücksichtigung des Netzbetriebes

Christian Hähnlein

Der nachhaltige Umgang bei der Nutzung von Energie wird derzeit bei Ver- und Entsorgungsunternehmen diskutiert, und es werden nach sorgfältiger Vorbereitung und Planung entsprechende Maßnahmen ergriffen.

Grundsätzliche Randbedingungen wie z.B. das sich seit Jahren verändernde Verbrauchsverhalten, die Energiewende, aber auch verschärfte Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit, Betriebssicherheit und die Netzoptimierung stellen auch die Wasserversorgungsunternehmen (WVU) vor neue Herausforderungen. Hierzu zählen vor allem Kostensenkungen und nachhaltiger Umgang mit Energie. Zusätzlich führen Verschärfungen der Klimaschutzziele dazu, die Energieeffizienz in der Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung zu über-

prüfen und ggf. zu erhöhen. Der Energieverbrauch der Pumpen stellt, abhängig von den topografischen Randbedingungen, den Hauptanteil am Energieverbrauch eines WVU dar. Dieser Artikel soll daher einen Überblick geben, welche Möglichkeiten zur Überprüfung und Verbesserung der Energieeffizienz beim Betrieb von Pumpen vorhanden sind.

Grundlagen

Bei der Gewinnung und Verteilung von Roh- und Trinkwasser werden üblicherweise, in Abhängigkeit von den topografischen Randbedingungen, Kreiselpumpen eingesetzt, um die Versorgung zu jeder Zeit, an jedem Ort und mit dem erforderlichen Druck sicherzustellen. Um diese Ziele erreichen zu können, ist elektrische Energie für den Betrieb

der Pumpen notwendig. Dabei sind Anforderungen an die Versorgungssicherheit, die Wasserqualität und die Bereitstellung von Löschwasser nach dem Stand der Technik einzuhalten.

Bei der Steuerung von Pumpwerken bleibt bei vielen Wasserversorgungsunternehmen bis heute die aktuelle hydraulische Situation im Netz unberücksichtigt. Dabei muss unterschieden werden, ob der Versorgungsdruck ausschließlich durch den Förderdruck der Pumpen (Verteilnetz ohne Hochbehälter) oder durch einen Hochbehälter in Kombination mit einem Pumpwerk aufrechterhalten wird (Verteilnetz mit Hochbehälter).

Aus einem vermaschten Netz kann keine Anlagenkennlinie abgeleitet werden. Daher werden Pumpen und Behälter in der Regel ohne Berücksichtigung der aktuellen Netzdrücke betrieben. Dies kann dazu führen, dass der Energieverbrauch der Pumpen im Betrieb zu hoch ist, auch wenn diese im optimalen Wirkungsgradbereich betrieben werden.

Pumpwerke in Verteilnetzen ohne Hochbehälter werden in der Regel nach starren Vorgaben wie beispielsweise konstanten Ausgangsdrücken oder fest vorgegebenen Förderströmen gefahren. Behälter in Verteilnetzen mit Hochbehälter werden häufig maximal gefüllt, auch wenn am folgenden Tag bei weitem nicht mit dem maximalen Tagesbedarf zu rechnen ist. Dies führt in Abhängigkeit von der Verbrauchslage u.U. zu ineffizientem Pumpenbetrieb. Durch eine variable Anpassung der Netzdrücke (Verteilnetze ohne Hochbehälter) bzw. der Behälterwasserstände

Bild 1.
Optimierungspotenziale bei Verteilnetzen ohne Hochbehälter.

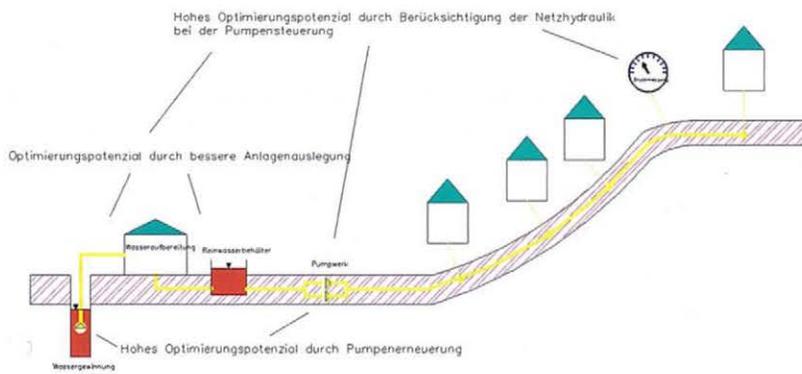
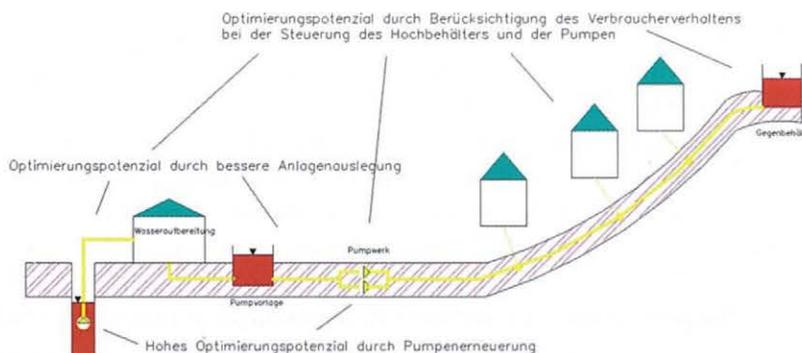


Bild 2.
Optimierungspotenziale bei Verteilnetzen mit Hochbehältern.



(Verteilnetze mit Hochbehältern) an den tatsächlichen Bedarf ist eine erhebliche Einsparung an Pumpenergie möglich.

Energieeinsparpotenziale

In der Literatur ist bereits eine Vielzahl an Erkenntnissen zum Thema Energieeinsparungen bei Rein- und Rohwasserpumpen zu finden. Verwiesen wird vor allem auf [1, 2, 4, 5].

Die Möglichkeit, beim Betrieb von Pumpen in der Wasserversorgung Energie einzusparen, lässt sich in die folgenden beiden Kategorien unterteilen. Zusätzlich ist die Angabe eines Richtwertes zum maximal möglichen Energieeinsparpotenzial aus der Literatur enthalten:

Optimierung der Pumpeninstallation [1]

1. Einsatz der Drehzahlregelung (20%)
2. Optimierung der Pumpendimensionierung (4%)
3. Austausch ineffizienter gegen neue effizientere Pumpen (3%)
4. Verbesserung der Installation und Wartung (3%)

Optimierung der Pumpensteuerung unter Berücksichtigung der Netzhydraulik [5]

1. Verbesserung der Anlagenauslegung (10%)
2. Berücksichtigung der Netzdrücke bei der Steuerung der Pumpen (22%)

Bei der Optimierung der Pumpeninstallation beträgt das Gesamtenergieeinsparpotenzial in Abhängigkeit von den topografischen Randbedingungen, bis zu 30%. In diesem Bereich gibt es bereits einige Projekte größerer deutscher Wasserversorgungsunternehmen. Beispielsweise plant Hamburg Wasser, durch erhebliche Reduktion des Energieverbrauches und Erhöhung der eigenen Energieproduktion bis 2018 vollkommen energieautark zu sein [3]. Investitionen in effizientere Pumpeninstallationen amortisieren sich oft innerhalb

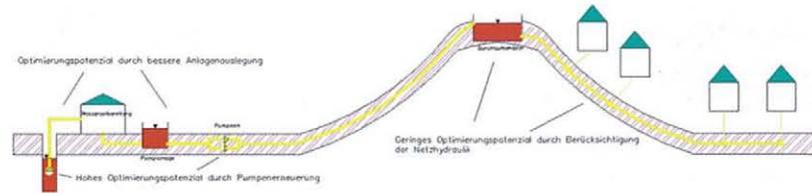


Bild 3. Optimierungspotenziale bei Verteilnetzen mit Durchlaufbehältern.

weniger Jahre durch die Energieeinsparungen.

Bei der Optimierung der Pumpensteuerung unter Berücksichtigung der aktuellen Netzhydraulik ist zusätzlich noch ein weiteres Energieeinsparpotenzial vorhanden. Das gilt auch dann, wenn bereits Pumpen durch moderne drehzahlgezielte Pumpen ersetzt wurden.

Vergleich des Energieverbrauches

Im Rahmen einer DVGW-Studie wurde für das Jahr 2007 der Energieverbrauch pro m^3 Wasser [kWh/m^3] von 416 Wasserversorgungsunternehmen ermittelt. Die Ergebnisse sind in [1] und [4] zusammengefasst. Die Auswertung der Daten weist einen Bereich des Energieverbrauches von 0,18 bis 0,96 kWh/m^3 auf, was dem 5,5-fachen des unteren Wertes entspricht. Der Median beträgt 0,58 kWh/m^3 und der Mittelwert 0,51 kWh/m^3 . Diese Werte enthalten nicht nur die reinen Pumpenergiekosten, sondern beispielsweise auch den Energiebedarf der Wasseraufbereitung und der Gebäudeklimatisierung. Die Zahlenwerte sind somit nur als Richtwerte

für einen Vergleich zwischen verschiedenen Wasserversorgungsunternehmen zu sehen, da beispielsweise topografische Randbedingungen nicht berücksichtigt wurden. Sie gelten weiterhin als Indikator, ob Handlungsbedarf zur Verbesserung der Energieeffizienz besteht.

In **Bild 1, 2 und 3** soll daher vereinfacht dargestellt werden, mit welchem Energieeinsparpotenzial in Abhängigkeit von der Netztopologie und der Optimierungsart für ein WVU zu rechnen ist.

Aufwand und Durchführung einer Energieeinsparungsanalyse

Grundlage einer fundierten Energieeinsparungsanalyse ist eine Messung des aktuellen Energieverbrauches jeder einzelnen Pumpe im Netz, mit entsprechender Archivierung der Messdaten. Hierzu ist es jedoch beispielsweise nicht ausreichend, einen Stromzähler abzulesen. Es sind Messgeräte zur permanenten Aufzeichnung des aktuellen Energieverbrauches der Pumpen erforderlich. Diese können jedoch problemlos nachträglich an einer



Kompetenz für Wasser

- Wasserversorgung / Pumpenoptimierung
- Netzberechnung (Wasser, Abwasser, Gas)
- Abwasserreinigung / Schlammbehandlung
- Informationssysteme / Vermessung
- Betriebsführungssysteme / Betriebsmanagement

Raiffeisenstraße 15
64347 Griesheim
Telefon: 06155/8445-0
Telefax: 06155/8445-22
internet: www.a2i.de
email: griesheim@a2i.de

aquadrat ingenieure
gesellschaft für wasserwirtschaft
und informationssysteme mbH

© Haus der Technik



Pumpe installiert werden. In Abhängigkeit von den elektrotechnischen Vorinstallationen fallen hierfür zusätzliche Kosten an. Im Hinblick auf eine zukünftige Aufdeckung möglicher Energieineffizienzen und der Möglichkeit für den Wasserversorger, jederzeit einen Überblick über den aktuellen Energieverbrauch zu haben, sind der Aufwand und die Kosten als vergleichsweise gering anzusehen.

Soll zusätzlich zu einer Optimierung der Pumpeninstallation eine Optimierung der Pumpensteuerung unter Berücksichtigung der Netzhydraulik erfolgen, ist die Erfassung hydraulischer Netzdaten erforderlich. Dazu ist es ausreichend, neben der standardmäßigen Erfassung der Netzeinspeiseströme und -drücke durch das Prozessleitsystem (PLS) Druckmessdaten an wenigen ausgewählten Knoten im Netz für einen Zeitraum von wenigen Tagen bis Wochen mit mobilen Druckloggern zu erfassen. Die zeitliche Auflösung der Messdaten sollte < 15 min betragen. Grundlage hierzu ist jedoch ein hydraulisches, kalibriertes Modellnetz des Wasserverteilnetzes, über das mittlerweile viele WVU verfügen. Bei der Rohwassergewinnung aus Brunnen sind weiterhin Messungen des Betriebswasserspiegels und der Druckverhältnisse in den Rohwasserförderleitungen erforderlich.

Wurden die Messdaten über einen längeren Zeitraum erfasst, können mit Hilfe verschiedener Berechnungs-

methoden und Optimierungsverfahren die folgenden Auswertungen vorgenommen werden [2, 5]:

1. Bestimmung des Wirkungsgradverlaufes der aktuellen Pumpen in Abhängigkeit vom Förderstrom und -druck.
2. Berechnung des zukünftigen Energieverbrauches bei Erneuerung der Pumpen oder Einführung von Frequenzumrichtern bei den aktuellen Pumpen.
3. Auswertung der hydraulischen Messdaten und Bestimmung häufig auftretender Netzlastzustände, die einen großen Anteil am Gesamtenergiebedarf haben.
4. Erstellung von energieeffizienten Pumpenfahrplänen durch Optimierungsrechnung häufig auftretender Netzlastzustände (Reinwasserverteilung) und Grundwasserabsenkung (Rohwasserförderung).
5. Bestimmung der erforderlichen Einspeisedrücke (Schaltpunkte).
6. Prüfung der Zoneneinteilung und Möglichkeiten einer Energierückgewinnung im Bereich von Regelventilen oder Behälter-einspeisungen.

Förderungsmöglichkeiten

Im Rahmen diverser Initiativen des Bundes und der Länder können Fördergelder zur Durchführung einer ausgewählten Klimaschutzmaßnahme beantragt werden. Somit sind generell Projekte zur Verringerung des Pumpenenergiebedarfes förderungsfähig.

Zusammenfassung und Ausblick

Einsparpotenziale beim Betrieb von Roh- und Reinwasserpumpen sind hoch und sollten verifiziert werden. Da sich Investitionen in einen effizienteren Pumpenbetrieb innerhalb weniger Jahre amortisieren können, wird empfohlen, eine Energieanalyse der Pumpen durchzuführen. Diese ist mit vergleichsweise geringen Kosten verbunden und wird außerdem durch Klimaschutzinitiativen des Bundes und der Länder gefördert.

Literatur

- [1] Plath M.: Energieeffizienz: Was können Wasserversorger tun? *gwf-Wasser/Abwasser* 152 (2011) Nr. 10, S. 952–957.
- [2] Plath, M., Wichmann, K. und Ludwig, G.: DVGW-Information Wasser Nr. 77 Juli 2010: Handbuch Energieeffizienz/Energieeinsparung in der Wasserversorgung. Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn, 2010.
- [3] Hamburg Wasser: Umwelterklärung 2010: Konsolidierte Fassung mit Daten von 2010 (EMAS), Internetartikel <http://www.hamburgwasser.de/umwelterklaerung.html?download=555>, Stand Dezember 2011.
- [4] Plath, M. und Wichmann, K.: Energieverbrauch der deutschen Wasserversorgung. DVGW-Umfrage zum aktuellen Forschungsvorhaben Energieeffizienz/Energieeinsparung in der Wasserversorgung“. *energie|wasser-praxis* (2009) Nr. 7+8, S. 54–55.
- [5] Hähnlein, C.: Numerische Modellierung zur Betriebsoptimierung von Wasserverteilnetzen. Dissertation am Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie, TU Darmstadt, 2008.

Autor/Kontakt:

Dr.-Ing. Christian Hähnlein,
 aquadrat ingenieure,
 gesellschaft für wasserwirtschaft
 und informationssysteme mbH,
 Raiffeisenstraße 15,
 D-64347 Griesheim,
 Tel. (06155) 8445-0,
 Fax (06155) 8445-22,
 E-Mail: c.haehnlein@a2i.de,
 www.a2i.de