

Ungeahnte Potenziale

– energetische Optimierung der Wasserverteilung

Basierend auf der Trinkwasserverordnung und weiteren Normen sind Wasserversorgungsunternehmen (WVU) verpflichtet, **eine nachhaltige und wirtschaftliche Trinkwasserversorgung zu gewährleisten**. Darüber hinaus sind WVU sowohl aus ökonomischen als auch aus ökologischen Aspekten bestrebt, den Energiebedarf der Wasserverteilung zu minimieren. Im Rahmen des vom Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsvorhabens ENERWA (Energetische Optimierung des wasserwirtschaftlichen Gesamtsystems Talsperren/Fließgewässer – Trinkwasseraufbereitung – Transport-Speicherung-Verteilung) wurden daher **Optimierungsansätze zur Reduktion des Energiebedarfs der Wasserverteilung entwickelt**.

von: Daniel Löwen, Max Loderhose, Jan Echterhof, Paul Wermter & Piet Hensel (alle: RWTH Aachen)

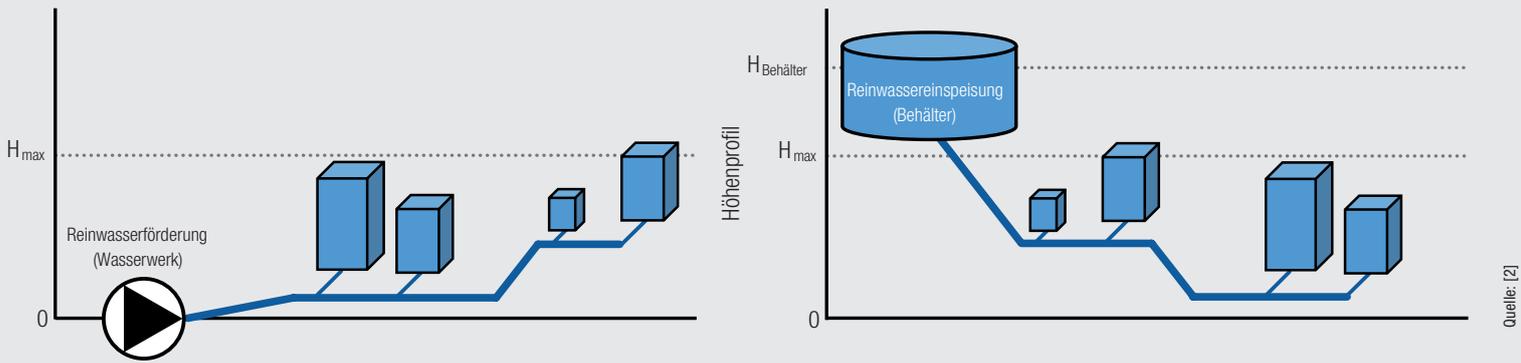
Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde im Sinne eines „Schnelltests“ eine kostengünstige Abschätzung der energetischen Einsparpotenziale für Wasserverteilungsnetze entwickelt. Aus der Kombination der Reduzierung des Versorgungsdrucks am Hausanschluss auf den ortsüblichen Bedarf sowie der Entkopplung des höchstgelegenen Verbrauchers konnten dabei bei bisherigen Anwendungen im Durchschnitt Energieeinsparungen von rund 20 Prozent ermittelt werden. Zu Beginn der Untersuchung fand im Rahmen des Vorhabens eine Typisierung von spezifischen Strukturmerkmalen der Wasserverteilung (lokale und regionale nicht beeinflussbare, natürliche und anthropogene Faktoren) statt. Darauf aufbauend erfolgte eine Bewertung und Ableitung strukturmerkmalbezogener Energieeinsparpotenziale. Mithilfe einer umfangreichen statistischen Auswertung hinsichtlich des Bedarfs an elektrischer Energie konnten die WVU klassifiziert und das gesamte Energieeinsparpotenzial abgeleitet werden.

Innerhalb der Untersuchungen ergaben sich wesentliche Energiebedarfsreduzierungen durch die Druckzonenoptimierung, also die Entkopplung höchstgelegener Verbraucher sowie die optimierte Bereitstellung des bedarfsgerechten Versorgungsdrucks. Weitere Energieeinsparpotenziale können durch die Reduzierung des Wasserverlusts und den Einsatz effizienter Pumpen gehoben werden.

Druckzonenoptimierung

Die Bereitstellung des Versorgungsdruckes in Trinkwassernetzen erfolgt üblich bis zum Druckniveau des höchstgelegenen Abnehmers. Bei Trinkwassernetzen mit einer Einspeisung von unten (**Abb. 1 links**) ist hierbei der Bedarf an elektrischer Energie vor allem durch die Pumpenergie zur Bereitstellung des benötigten Versorgungsdruckes charakterisiert. Hiervor zu unterscheiden ist eine Einspeisung von oben (**Abb. 1 rechts**), bei welcher der Druck durch die Lageenergie gegeben sein kann und für die Wasserverteilung kaum oder gar kein zusätzlicher bzw. externer Bedarf an elektrischer Energie besteht [1].

Wird das Wasserversorgungsnetz von unten gespeist und ist kein Hochbehälter in dem Netz vorhanden, so liegen wesentliche Energieeinsparpotenziale in der Optimierung der Druckzonenengestaltung: Durch eine gezielte Entkopplung hoch gelegener Abnehmer in zusätzliche Hochzonen kann das Druckniveau im übrigen Netzgebiet häufig deutlich reduziert werden. Bei einem geringen Anteil der in die Hochzone zu fördernden Wassermenge an der Gesamtförderung sowie einer großen Druckdifferenz sind erhebliche Energieeinsparpotenziale möglich, diese betragen in den innerhalb von ENERWA untersuchten Netzen zum Teil über 60 Prozent [2]. Durchschnittlich werden aus den Erfahrungen des ENERWA-Vorhabens Energieeinsparungen in Höhe von zehn bis 15 Prozent für realistisch gehalten.



Inwieweit die Einrichtung weiterer Hochzonen wirtschaftlich ist, kann nur eine Einzelfallbeurteilung zeigen, da die Investitionen für zusätzliche Druckerhöhungsanlagen von einer Vielzahl lokaler und betrieblicher Faktoren abhängen. Mithilfe des entwickelten „Schnelltests“ kann jedoch mit geringem Prüfaufwand bestimmt werden, ob eine anschließende Detailanalyse sinnvoll ist.

Bedarfsgerechter Versorgungsdruck

Weitergehend zur Entkopplung hoch gelegener Abnehmer ist auch die Anpassung des Ver-

sorgungsdrucks an den tatsächlichen Bedarf schnell auswertbar. Empfohlen wird die bedarfsgerechte Bereitstellung des Versorgungsdrucks bis maximal zum 4. Obergeschoss [3], was mindestens 3,4 bar an der Abzweigstelle zum Hausanschluss entspricht. Bei bisherigen praktischen Anwendungen konnten Energieeinsparpotenziale zwischen fünf und 40 Prozent erreicht werden [4]. Aufgrund der bisher gelebten Praxis, häufig einen höheren Versorgungsdruck bereitzustellen, scheuen jedoch viele Versorger eine vollständige Reduktion des Druckniveaus auf den laut DVGW-Regelwerk minimal vorzuhaltenden Druck. Gleich-

Abb. 1: Trinkwassernetztypen: von unten gespeist (links), von oben gespeist (rechts)

F.A.S.T. 1/2

wohl lässt sich bereits bei einer Reduzierung des Versorgungsdruckes um 0,5 bar in der bundesweiten Wasserverteilung, auf Basis von Erfahrungswerten zum spezifischen Energiebedarf von durchschnittlich 0,265 kWh/m³ [5] und dem theoretischen Energiebedarf von 2,714 Wh/(m³*m) [6] ein Energieeinsparpotenzial von 5,1 Prozent abschätzen [7]. Daher sollte zumindest eine schrittweise Reduktion des Druckniveaus in Erwägung gezogen werden.

Um eine kostengünstige Abschätzung der realisierbaren Energieeinsparpotenziale in Wasserverteilungsnetzen vornehmen zu können, wurde eine Methode entwickelt, mit der eine erste Quantifizierung der zu erwartenden Energieeinsparung möglich ist. Die georeferenzierte, flächendeckende Typisierung findet durch Verarbeitung aktuellster Daten statt. Berücksichtigt werden dabei u. a. die Topografie, der Gebäudebestand, die Einwohneranzahl sowie die Reinwassermenge. Basierend darauf lassen sich der Wasserbedarf und der benötigte Versorgungsdruck ableiten sowie potenziell zusammengehörige Siedlungsräume als Druckzonen einrichten. Bisherige Anwendungen ergaben, dass durch eine die Reduzierung des Versorgungsdruckes am Hausanschluss auf den ortsüblichen Bedarf sowie die Entkopplung des höchst gelegenen Verbrauchers im Durchschnitt Energieeinsparungen von rund 20 Prozent erzielt werden konnten.

Wasserverluste

Global gesehen stellen Wasserverluste in der Trinkwasserversorgung eines der wesentlichen Probleme dar [8]. Die durch Wasserverluste zusätzlich aufzubringende Pumpenergie und die damit einhergehenden Kosten sind jedoch größtenteils vermeidbar. In Deutschland beträgt der durchschnittliche Wasserverlust rund neun Prozent [9]. Mit einem Zielwert des Wasserverlusts von fünf Prozent [10] können im Durchschnitt vier Prozent der geförderten Wassermenge eingespart wer-

den, woraus vereinfacht – unter Annahme linearer Energiebedarfsfunktionen über die gesamte Wasserversorgungskette hinweg – ein Energieeinsparpotenzial von bis zu vier Prozent resultiert.

Pumpeneffizienz

Ein Austausch alter Pumpen durch neue Aggregate ermöglicht ebenfalls eine erhebliche Reduktion des Energiebedarfs. So sinkt zum einen der Wirkungsgrad der Pumpen über die Lebensdauer durch Materialverschleiß, zum anderen sind neue Pumpen, Motoren und Wechselrichter deutlich effizienter. Darüber hinaus liegen verbesserte Planungswerkzeuge für eine optimale Auswahl und Betriebsweise der Pumpen vor.

Das größte Energieeinsparpotenzial ergibt sich hierbei durch den Ersatz starrer durch drehzahlgeregelte Pumpen: Die bedarfsabhängige Regelung der Pumpendrehzahl ermöglicht eine gezielte Bereitstellung des geforderten Versorgungsdruckes und minimiert damit Drucküberschüsse bei den Verbrauchern. Zusätzlich können die Pumpen durch die Anpassung der Drehzahl im optimalen Betriebsbereich und damit mit hohem Wirkungsgrad und geringerem spezifischen Energiebedarf betrieben werden. Insgesamt werden die maschinen- und antriebstechnischen Energieeinsparpotenziale auf fünf bis 35 Prozent abgeschätzt [11–15].

Technisches (realisierbares) Energieeinsparpotenzial

Insgesamt führen die vorgestellten Effizienzmaßnahmen zu technisch realisierbaren Energieeinsparpotenzialen in einer Höhe von durchschnittlich ca. 35 Prozent. Im Rahmen der Untersuchung ließ sich die größte energetische Optimierung durch die Druckzonenoptimierung erreichen. Hochgerechnet auf die Bundesrepublik Deutschland, könnte so der Strombedarf von rund 105.000 Haushalten bzw. der Strombedarf einer Großstadt eingespart werden [16, 17].

Das Forschungsvorhaben ENERWA hat gezeigt, dass erhebliche Energieeinsparpotenziale in der Trinkwasserverteilung bestehen. Die Umsetzung technisch vorhandener Potenziale scheitert jedoch zum einen häufig an betrieblichen Bedenken und zum anderen an einer mangelnden Wirtschaftlichkeit. Da die Energiekosten in Bezug auf die Lebenszykluskosten einen Anteil von 85 Prozent ausmachen können [18], geht das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) jedoch davon aus, dass besonders bei kleinen und mittleren Unternehmen die Rentabilität von Energieeffizienzinvestitionen bei bis zu 25 Prozent liegen kann [19]. Mithilfe der im Projekt ENERWA entwickelten Methoden können die Energieeinsparpotenziale nun kostengünstig identifiziert und gehoben werden. Einige Maßnahmen rentieren sich dabei bereits innerhalb weniger Jahre.

Danksagung

Für die Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der Forschung für Nachhaltigkeit (FoNa) im Förderschwerpunkt Nachhaltiges Wassermanagement (NaWaM) sowie der Unterstützung aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des interdisziplinären Projektverbands ENERWA bedanken sich die Autoren. ■

Literatur

- [1] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (2016): DVGW-Merkblatt W 1100-2: Definition von Hauptkennzahlen für die Wasserversorgung. Februar 2016, Bonn.
- [2] Hensel, P. (2017): Energetische Optimierung von Trinkwassernetzen. 3R, Heft 03/2017, S. 76–80.
- [3] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (2015): DVGW-Arbeitsblatt W 400-1: Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV); Teil 1: Planung. Februar 2015, Bonn.
- [4] Rammner, M. (2017): Optimierung von Druckzonen im Zuge der Erneuerung einer Druckerhöhungsanlage. ENERWA-Abschlusskonferenz. 09. März 2017, Mülheim an der Ruhr.
- [5] IWW Zentrum Wasser (2017): Aufbereitete Benchmarking-Datensätze aus einer bundesweiten Erhebung. Juli 2017, Mülheim an der Ruhr.
- [6] Pinnekamp, J., Gredigk-Hoffmann, S., Riße, H., Miethig, S., Loderhose, M., Wöffen, B., Genzowsky, K., Bolle, F.-W., Schröder, M., Gramlich, E., Schmitz, M., Koenen, S., Seibert-Erling, G. (2017): Energie und Abwasser – Handbuch NRW. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). 2017, Düsseldorf.

- [7] Löwen, D. (2017): Energieoptimierung in der Wasserverteilung – Ansätze zur Abschätzung der Einsparpotenziale in NRW. Masterthesis, nicht veröffentlicht. 29. August 2017, Aachen.
- [8] Gang, G., Dietz, R. (2008): Wasserverlustreduzierung in der Trinkwasserversorgung – Effiziente Netzüberwachung mit neuem Monitoring-System. 3R International (47), Heft 8-9/2009, S. 493–496.
- [9] Statistisches Bundesamt (2015): Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserentsorgung - Öffentliche Wasserversorgung – Fachserie 19, Reihe 2.1.1, 29.07.2015, Wiesbaden.
- [10] Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2008): Wasserverbrauch und Wasserverluste, online unter www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6637.htm (Stand: 16.08.2017).
- [11] Bundesamt für Energie (2003): Stromkosten halbieren in der Wasserversorgung. EnergiInnovation, Februar 2003.
- [12] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (2010): Handbuch Energieeffizienz/Energieeinsparung in der Wasserversorgung – Wasser-Information Nr. 77.. Juli 2010, Bonn.
- [13] Plath, M. (2014): Procedure of energy efficiency studies in a water company. 06.05.2014, München.
- [14] Kilchman, Kamm, Kobel, Kempf, Maruug, Loeffel, Riesen, Baumann, Ott, Rüegsegger, Müller, Schmid (2004): Handbuch Energie in der Wasserversorgung. Bundesamt für Energie (BFE). 01.01.2004, Bern.
- [15] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2012): Erstellung eines Leitfadens zur Optimierung der Energienutzung bei Wasserversorgungsanlagen. März 2012, Wien.
- [16] BBSR (2015): Raumabgrenzungen – Methodik und Entwicklung der BBSR-Typen. 7. Dresdner Flächennutzungssymposium. 06.05.–07.05.2015, Dresden.
- [17] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2016): Stromverbrauch im Haushalt. 22.01.2016, Berlin.
- [18] Räder, F. (2010): Energieeffiziente Pumpen in Industrie und Gewerbe – Lebenszykluskosten optimieren. 26.04.2010.
- [19] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Ein gutes Stück Arbeit. Mehr aus Energie machen - Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz. Dezember 2014, Berlin.

Die Autoren

Daniel Löwen ist ...

Max Loderhose ist ...

Jan Echterhof ist ...

Paul Wermter ist ...

Piet Hensel ist ...

Kontakt:

Daniel Löwen

Forschungsinstitut für Wasser- und

Abfallwirtschaft

RWTH Aachen

Kackertstr. 15–17

52056 Aachen

Tel.: 0241 80268-31

E-Mail: loewen@fiw.rwth-aachen.de

Internet: www.fiw.rwth-aachen.de

Flowserve 1/2