

# DVGW-Information Wasser Nr. 77 zur Energieeffizienz

Die DVGW-Information Wasser Nr. 77 ist das Ergebnis des an der DVGW-Forschungsstelle TUHH, Hamburg, durchgeführten Projektes „Energieeffizienz/Energieeinsparung in der Wasserversorgung“. In dem Handbuch sind das Aufstellen der Energiebilanz für das Wasserversorgungsunternehmen und mögliche Energieeinsparpotenziale in der Wasserversorgung beschrieben.

Die deutsche Wasserversorgung verbrauchte im Jahr 2007 ca. 2,4 Mrd. kWh elektrische Energie [1]. Für den Bereich der Pumpen wird von einer möglichen Energieeinsparung von bis zu 16 Prozent ausgegangen, in Einzelfällen sind Einsparungen von bis zu 36 Prozent möglich [2]. In der Schweiz konnten durch Umsetzung von Effizienzmaßnahmen im Mittel 30 Prozent der eingesetzten elektrischen Energie in Wasserversorgungsunternehmen (WVU) eingespart werden [3].

An der DVGW-Forschungsstelle TUHH wurde von Juli 2007 bis August 2010 das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und dem DVGW geförderte F&E-Vorhaben „Energieeffizienz/Energieeinsparung in der Wasserversorgung“ durchgeführt. Um die Praxisnähe zu gewährleisten, waren an dem Projekt 14 WVU beteiligt. Als Ergebnis wurde im September 2010 die DVGW-Information Wasser Nr. 77 „Handbuch Energieeffizienz/Energieeinsparung in der Wasserversorgung“ [4] vorgestellt. In dem Handbuch sind nahezu alle Projektergebnisse dargestellt. Nur die Ergebnisse der Datenerhebungen zur Erprobung der Energiebilanz sind im Handbuch nicht enthalten. Teile der Ergebnisse dieser Erhebungen werden in diesem Artikel gezeigt und die Projektergebnisse vorgestellt.

Um eine Einsparung elektrischer Energie zu erreichen und diese zu dokumentieren, ist es notwendig, dem in **Abbildung 1** dargestellten Ablauf zu folgen. Für das Erstellen der Energiebilanz ist es zunächst notwendig, die benötigten Daten (Jahresenergieverbräuche, mittlere Absenkungen usw.) zu erheben. Anschließend ist die Energiebilanz aufzustellen. Anhand einfacher Beurteilungskriterien wird eine erste energetische Einschätzung gegeben. Mit Hilfe dieser Kriterien können Bereiche mit Untersuchungsbedarf festgelegt werden, die dann explizit auf Energieeinsparpotenziale untersucht

werden. Nach einer genauen Betrachtung der Maßnahmen und der Bewertung der Wirtschaftlichkeit werden die Maßnahmen umgesetzt. Um den Erfolg der Maßnahmen zu dokumentieren, ist anschließend eine erneute Datenerhebung mit Erstellung einer Energiebilanz erforderlich.

## Energiebilanz

Das Erstellen einer Energiebilanz für elektrische Energie ist notwendig, um die Energieverbräuche im Wasserversorgungsunternehmen den einzelnen Aufgabengebieten der Wasserversorgung zuzuordnen und diese dann anschließend bewerten zu können. Die Energiebilanz ist die Grundlage aller energetischen Betrachtungen. Die Defi-

nition der einzelnen Aufgabengebiete der Wasserversorgung für die energetische Bewertung wurde durch [5] vorgenommen. Die Grundlage der Energiebilanz ist ein hierarchisches System, mit dem es möglich ist, die Energieverbräuche strukturiert zu erfassen. In **Abbildung 2** ist das hierarchische System dargestellt. Für eine exakte Energiebilanz ist des Weiteren die Energieübergabe an den Grenzen zwischen den Aufgabengebieten zu betrachten. Diese findet z. B. durch die Übergabe eines Restdruckes in ein anderes Aufgabengebiet statt. Dies ist ganz typisch zwischen der Wassergewinnung und der Wasseraufbereitung. Hier wird ein Teil des Druckes, den die Brunnenpumpen erzeugen, an die

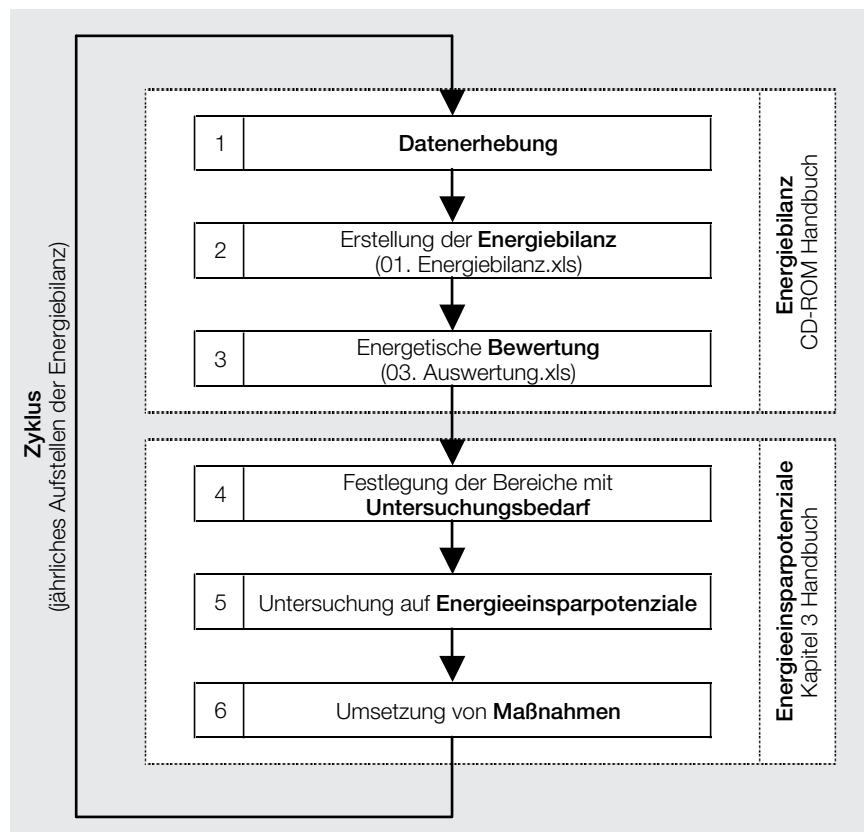
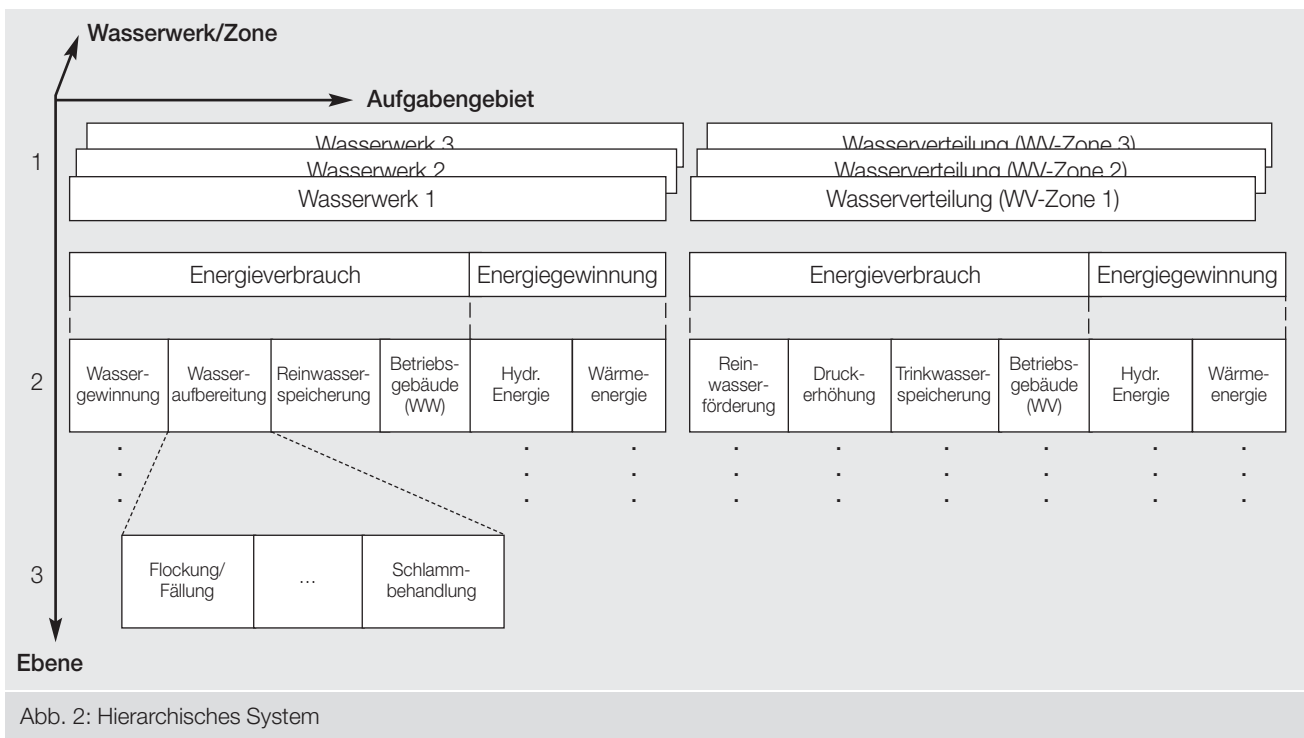


Abb. 1: Ablauf des Prozesses zur Energieeinsparung

Quelle: DVGW-Forschungsstelle TUHH



Quelle: DVGW-Forschungsstelle TUHH

Wasseraufbereitung übergeben. Somit ist auch ein Teil des Energieverbrauchs der Brunnenpumpen der Wasseraufbereitung zuzuschreiben. Die Theorie zu dieser Aufteilung wurde durch [6] veröffentlicht.

Der gesamte Fragebogen bzw. die vollständige Energiebilanz, die Excel-Tabelle zur Aufteilung des Stromverbrauchs der Pumpen sowie die Beurteilungskriterien sind auf der CD-ROM der DVGW-Information Wasser Nr. 77 [4] vorhanden.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass, bevor Maßnahmen abgeleitet oder eingeleitet werden, eine Energiebilanz aufzustellen ist. Dies ist wichtig, um Bereiche mit Handlungsbedarf zu identifizieren und anschließend Erfolge auch dokumentieren zu können.

### Ergebnisse der Datenerhebungen im Projekt

Im Projektverlauf wurden unterschiedliche Versionen der Excel-Tabelle zur Erstellung der Energiebilanz durch Datenerhebungen getestet. Diese Tabelle wurde anschließend bis zur finalen Version weiterentwickelt, die in einer letzten Datenerhebung getestet wurde. Teile der Ergebnisse dieser letzten Datenerhebung werden hier dargestellt. Hierfür wurden vier Box-Plots zu Beurteilungskriterien aus drei Bereichen ausgewählt. Es soll gezeigt werden, dass die Aussage der Kriterien sehr unterschiedlich sein kann, aber auch anhand dieser einfachen Kriterien Erkenntnisse gewonnen werden können. Die Bandbreiten weiterer Kriterien wurden be-

reits auf der Abschlussveranstaltung des Projektes in Osnabrück am 9. September 2010 vorgestellt und sind in den Tagungsunterlagen der Veranstaltung vorhanden.

**Abbildung 3** zeigt den Box-Plot des spezifischen Energieverbrauchs der Wasserwerke (links) und der Wasserverteilungen (rechts). Es ist zu erkennen, dass selbst bei dieser geringen Anzahl an betrachteten Wasserwerken bzw. Wasserverteilungen große Schwankungen auftreten. Für die 27 Wasserwerke und 35 Wasserverteilungen liegen unterschiedliche Randbedingungen, wie z. B. die Förderhöhe, vor, die den Energieverbrauch beeinflussen. Aus diesem Grund lassen sich aus dem spezifischen Energieverbrauch Wasserwerk und Wasserverteilung allein keine Erkenntnisse über die Energieeffizienz ableiten.

In dem Box-Plot in **Abbildung 4** ist der Wirkungsgrad der Brunnenpumpen dargestellt. Der Medianwert des Wirkungsgrades der 360 Brunnenpumpen liegt bei 0,48. Im mittleren Bereich (25. bis 75. Perzentil) weisen 50 Prozent der Pumpen einen Wirkungsgrad zwischen 0,38 und 0,56 auf. Hier gibt es somit Einsparpotenziale, da viele Pumpen nicht in ihrem optimalen Wirkungsgradbereich arbeiten. Mit Hilfe des Wirkungsgrades können sofort eine Bewertung vorgenommen und Erkenntnisse gewonnen werden.

Eine Bewertung allein anhand des in **Abbildung 5** dargestellten spezifischen Energieverbrauchs Wasseraufbereitung ist nicht

möglich. Es sind Schwankungen mit dem Faktor 4,5 vorhanden, welche durch die unterschiedlichen Aufbereitungen erklärt werden können. Die 22 in diese Auswertung eingegangenen Wasseraufbereitungen unterschieden sich in der verfahrenstechnischen Aufbereitung nicht sehr stark, allerdings haben bereits kleine Unterschiede großen Einfluss auf den Energieverbrauch. Erst bei der Betrachtung der einzelnen Aufbereitungsschritte in der 3. Ebene können Aussagen zur Energieeffizienz formuliert werden. Es ist immer genau zu beachten, welche Kriterien betrachtet werden und welche weiteren Einflussgrößen vorhanden sind. Dies lässt sich am Beispiel der Reinwasserpumpen erläutern.

**Abbildung 6** zeigt den Box-Plot des Wirkungsgrades der Reinwasserpumpen. Die Wirkungsgrade der Pumpen liegen, im Vergleich zu den anderen Beurteilungskriterien, in einem engeren Bereich. Einen mit diesem Kriterium nicht erfassten Einfluss auf den Wirkungsgrad der Pumpen haben das anschließende Rohrleitungssystem mit seiner spezifischen Anlagenkennlinie und die Auslegung der Pumpen.

### Energieeinsparpotenziale

Für alle Bereiche der Wasserversorgung wurden Energieeinsparpotenziale erarbeitet, diese sind in der DVGW-Information Wasser Nr. 77 [4] aufgeführt. Hierbei wurden die Bereiche mit Potenzialen entsprechend dem hierarchischen System in **Abbildung 2** aufgebaut. Der Begriff der Wasserverföderung wurde neu eingeführt. Unter

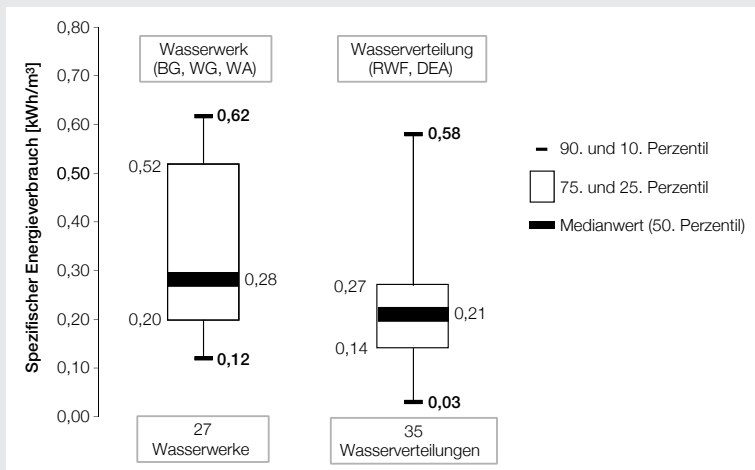


Abb. 3: Spezifischer Energieverbrauch Wasserwerk und Wasserverteilung

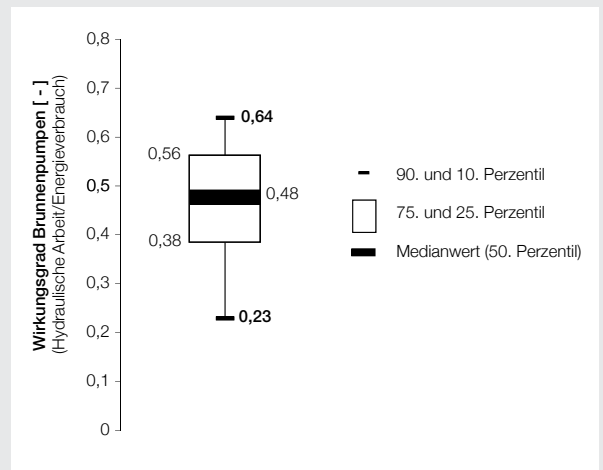


Abb. 4: Wirkungsgrad Brunnenpumpen

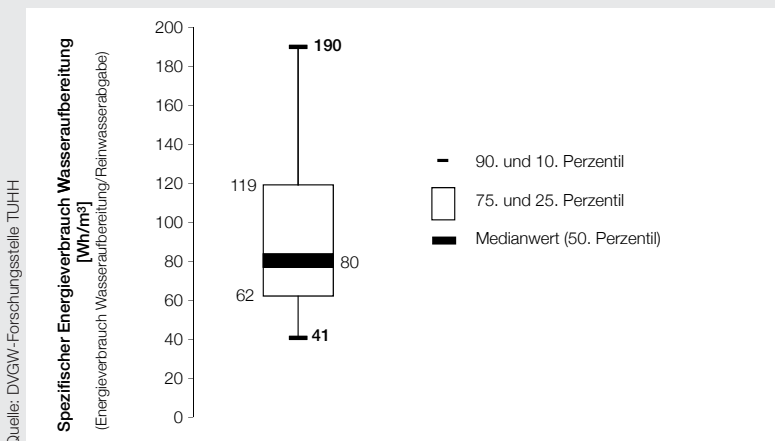


Abb. 5: Spezifischer Energieverbrauch Wasseraufbereitung

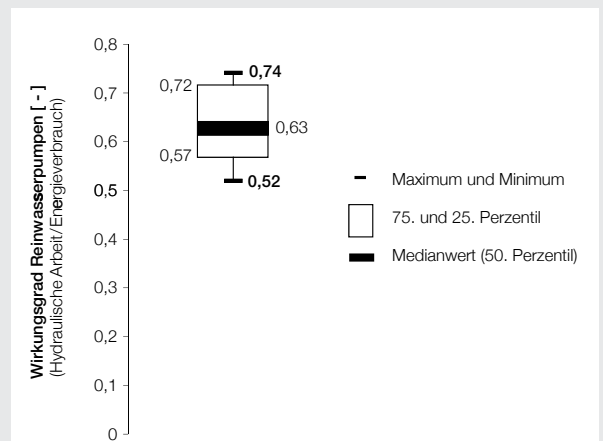


Abb. 6: Wirkungsgrad Reinwasserpumpen

Wasserrförderung werden alle pumpen- und rohrnetzspezifischen Energieeinsparpotenziale, die in vielen Aufgabengebieten auftreten, zusammenfasst, um Doppelungen zu vermeiden. Um die Lesbarkeit zu verbessern und ein einfaches Arbeiten mit dem Handbuch zu ermöglichen, wurde folgender Aufbau gewählt:

Zunächst ist ein eindeutiges **Stichwort** als Überschrift vorhanden. Es ist sofort erkennbar, was in diesem Abschnitt bearbeitet wird. Anschließend folgt eine **Kurzbeschreibung** in wenigen Sätzen, die es ermöglicht abzuschätzen, ob das Potenzial im eigenen Unternehmen vorhanden sein kann oder nicht. In der **Problembeschreibung** wird das Potenzial detailliert beschrieben. Mit der **Untersuchung und Bewertung** erfolgt die genaue Beurteilung des Potenzials im eigenen Unternehmen. Unter **Maßnahmen** sind dann mögliche Maßnahmen, die zu einer Verbesserung führen, aufgezählt. Abschließend ist häufig eine **Nutzen-Kosten-Rechnung** bzw. ein **Beispiel** vorhanden. Hier wird aufgezeigt, dass es in der Praxis auf Grund der Umsetzung von Maßnahmen zu Energieeinsparungen kommen kann. Solche Maßnahmen können zumeist auch wirtschaftlich dargestellt werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass es kein Ranking von Einsparpotenzialen gibt. Von Unternehmen zu Unternehmen liegen unterschiedlich große Einsparpotenziale in den unterschiedlichsten Bereichen vor.

### Fazit

Das Ergebnis des Projektes, die DVGW-Information Wasser Nr. 77 [4], ist für Wasserversorgungsunternehmen die Grundlage bei der Identifizierung von Energieeinsparpotenzialen und der Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung. Durch die klare Ablaufbeschreibung ist es möglich, Erfolge darzustellen und zu dokumentieren. Des Weiteren ist die als wichtig erachtete kontinuierliche Überwachung und Optimierung möglich.

### Literatur:

- [1] Plath, Michael; Wichmann, Knut (2009): „Energieverbrauch der deutschen Wasserversorgung“, DVGW energie | wasser-praxis (2009) Nr. 7+8, S. 54-55.
- [2] EUWID, Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH (2007): „Wasserwirtschaft kann Stromkosten für Pumpen um 16 Prozent senken“, Wasser und Abwasser (2007) Nr. 35, S. 1-2.
- [3] BFE; SVGW (2004): „Handbuch: Energie in der Wasserversorgung – Ratgeber zur Energiekosten- und Betriebsoptimierung“, SVGW, Zürich.
- [4] Plath, Michael; Wichmann, Knut, Ludwig, Gerhard (2010): „Handbuch Energieeffizienz/Energieeinsparung in der Wasserversorgung“, DVGW-Information Wasser Nr. 77, Juli 2010, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.
- [5] Plath, Michael; Möller, Kay; Wichmann, Knut (2008): „Energieeffizienz und Energieeinsparung in der Wasserversorgung“, DVGW energie | wasser-praxis (2008) Nr. 9, S. 52-55.
- [6] Plath, Michael; Wichmann, Knut (2009): „Energetische Bewertung der Wassergewinnung und Wasseraufbereitung“, DVGW energie | wasser-praxis (2009) Nr. 4, S. 44-48.

Information Wasser Nr. 77, Juli 2010, wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.

- [5] Plath, Michael; Möller, Kay; Wichmann, Knut (2008): „Energieeffizienz und Energieeinsparung in der Wasserversorgung“, DVGW energie | wasser-praxis (2008) Nr. 9, S. 52-55.
- [6] Plath, Michael; Wichmann, Knut (2009): „Energetische Bewertung der Wassergewinnung und Wasseraufbereitung“, DVGW energie | wasser-praxis (2009) Nr. 4, S. 44-48.

### Autoren:

Dipl.-Ing. Michael Plath  
 DVGW-Forschungsstelle TUHH  
 Technische Universität Hamburg-Harburg  
 Schwarzenbergstr. 95 E  
 21073 Hamburg  
 Tel.: 040 42878-3920  
 Fax: 040 42878-2999  
 E-Mail: michael.plath@tu-harburg.de  
 Internet: www.tu-harburg.de/www

Prof. Dr.-Ing. Knut Wichmann  
 DVGW-Forschungsstelle TUHH  
 Technische Universität Hamburg-Harburg  
 Schwarzenbergstr. 95 E  
 21073 Hamburg  
 Tel.: 040 42878-3451  
 Fax: 040 42878-2999  
 E-Mail: wichmann@tu-harburg.de  
 Internet: www.tu-harburg.de/www