

IWW Zentrum Wasser

Energiebezogenes Benchmarking in der Wasserversorgung

IWW Kolloquium

Energieeffizienz in der Wasserversorgung

22. September 2015, Mülheim an der Ruhr

Peter Lévai



Institut an der

**UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN**

Offen im Denken



- Ausgangslage und Motivation
- Energieeffizienz im Prozessbenchmarking
Wasserwerksbetrieb
- Beispielergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

Erfolgreiches Prozessbenchmarking Wasserwerke

■ BMBF-Forschungsprojekt

- Entwicklung Prozessmodell und Kennzahlensystem
- Beteiligung von 12 Praxispartnern

■ Praxisanwendung

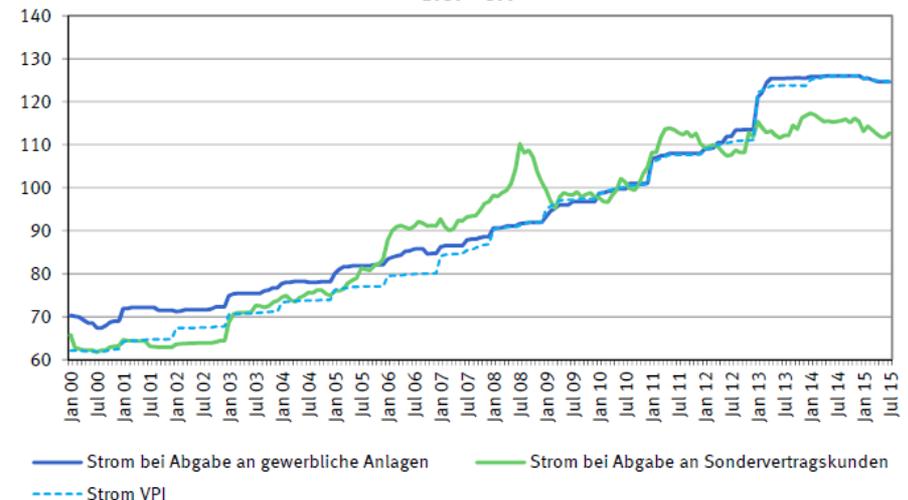
- Start mit Erhebungsjahr 2007
- Erweiterung Prozessmodell
- Bislang 5 durchgeführte Projektrunden
- bereits über 50 untersuchte Wasserwerke

■ Energie wichtiges Thema

- Energiepreisanstieg von 2000 bis 2015 um knapp 80%*

(* Strom bei Abgabe an gewerbliche Anlagen)

4.3 Erzeugerpreisindizes bei Abgabe an gewerblichen Anlagen und an Sondervertragskunden sowie Verbraucherpreise Strom
2010 = 100



Quelle: destatis

Ziele im Prozessbenchmarking Wasserwerke

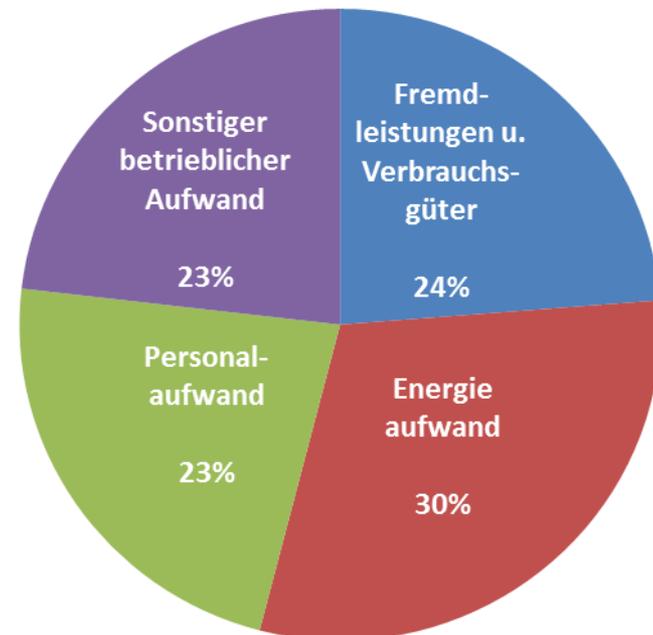
- **Positionsbestimmung im Vergleich zu anderen Wasserwerken**
- **Berücksichtigung nicht beeinflussbarer Randbedingungen (Strukturmerkmale) wie etwa die Art und Qualität der Ressource**
- **Konkretisierung von Ergebnissen aus Unternehmens-BM**
- **Transparenz über Kostenzuordnung im eigenen Haus**
- **Identifizierung von Ursachen und Bereichen mit Optimierungspotenzial**
- **Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen und Formulierung konkreter Maßnahmen**
- **Intensive Diskussion mit anderen Wasserwerksfachleuten**

⇒ **Prozessbenchmarking zur Erschließung von Effizienzreserven, besonders im Bereich Energiemanagement**

Bedeutung von Optimierungen im Energiebereich

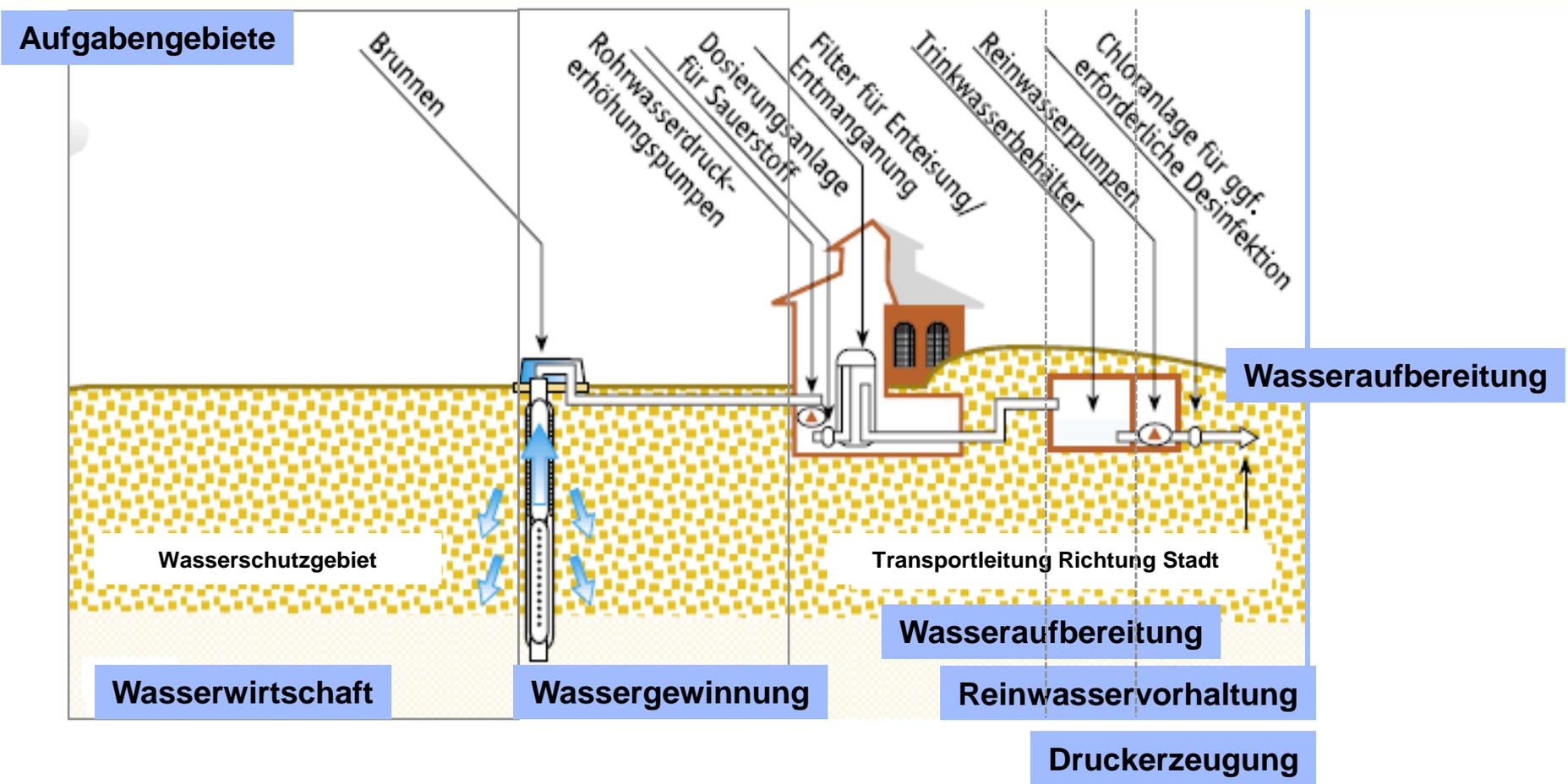
- **Anteil Energieaufwand am Betriebsaufwand Wasserwerksbetrieb**
 - im Mittel bei 30%*
 - in Einzelfällen bis hin zu 70%
- **Große energieintensive Pumpsysteme im Bereich des Wasserwerksbetriebes**
- **Trotz bereits erfolgter Optimierungen schlummern häufig noch ungenutzte Effizienzreserven**
- **Tendenziell steigende Energiepreise**

Anteil Energieaufwand am Betriebsaufwand Wasserwerksbetrieb*



* Ergebnis Prozessbenchmarking Wasserwerke, EJ 2008 bis 2013

Beispielhafte Aufteilung Aufgabengebiete



- Für Zuteilung Energieverbräuche zu den Aufgabengebieten sind die definierten Schnittstellen zu beachten
- Energieverbrauch ist ggf. anteilig (über Druckdifferenzen) zu schlüsseln

Energieverbrauch im Wasserwerksbetrieb

Wofür wird Energie benötigt?

- **Förderung (Pumpen) innerhalb der Wassergewinnung**
(Rohwasserentnahme und -transport)
- **Förderung innerhalb der Wasseraufbereitung**
(zusätzliche Wasserwerkspumpe oder anteilig über Brunnenpumpe)
- **Druckerzeugung für das Netz**
(Netzpumpen am Wasserwerk oder anteilig über Brunnen- oder Wasserwerkspumpen)
- **Belüftung und Entgasung**
(Kompressoren, Gebläse und Ventilatoren) innerhalb der Wasseraufbereitung
- **Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Entfeuchtung, Beleuchtung**
innerhalb Wasserwerk, auch andere Energieträger als Strom (Gas, Heizöl u.a.)
- **ggf. weiterer Bedarf in Abhängigkeit vom Aufbereitungsverfahren**
z.B. Ozonung

Kennzahlen zur Energieeffizienz (Auswahl)

Kennzahl	Einheit	Gewichtungsfaktor
Spezifischer gewichteter Energieverbrauch <u>Wassergewinnung</u>	kWh/m ³ /m	Mittlere Höhendifferenz der Wassergewinnung: Geodätische Differenz zwischen durchschnittlichem Betriebsgrundwasserspiegel und Eingang des Wasserwerkes
Spezifischer gewichteter Energieverbrauch <u>Wasseraufbereitung</u> (nur Förderenergie)	kWh/m ³ /bar	Druckdifferenz(en) innerhalb der Wasseraufbereitung: Differenz von Enddruck zu Eingangsdruck der Wasserwerkspumpe und Differenz von Vordruck der Netzpumpe zum Eingangsdruck der Wasseraufbereitung.
Spezifischer gewichteter Energieverbrauch <u>Druckerzeugung</u>	kWh/m ³ /bar	Druckdifferenz Ausgang Wasserwerk zu Vordruck Netzpumpen: Differenz von zu erreichendem Nenndruck bei der Einspeisung ins Rohrnetz und Vordruck an der Saugseite der Netzpumpen
Alternative Kennzahlen-Darstellung		
Wirkungsgrad (für <u>alle Aufgabengebiete</u>)	%	(System-)Wirkungsgrad, berechnet aus Umrechnung der Einheiten und aus den Konstanten mit dem Faktor 2,7778

Druckprofil/ -schema Wasserwerksbetrieb

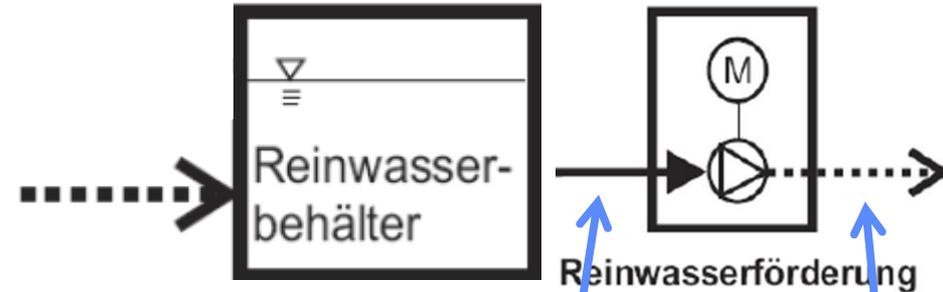
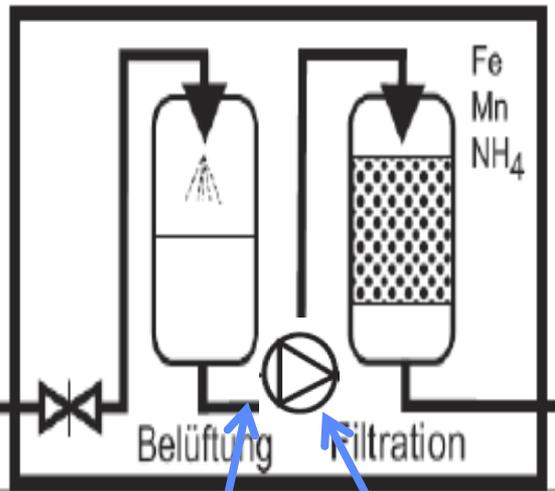
Wassergewinnung

Wasseraufbereitung

Wasserverteilung

Reinwasservorhaltung
bisher noch nicht separat
abgebildet –
energetisch betrachtet der
Wasseraufbereitung
zugerechnet
⇒ Weiterentwicklung ist
vorgesehen

Eingangsdruck
Wasseraufbereitung



Mittlere
Höhen-
Differenz
Wasser-
gewinnung
(Entnahme
u. Transport)

Vordruck
Wasserwerkspumpe

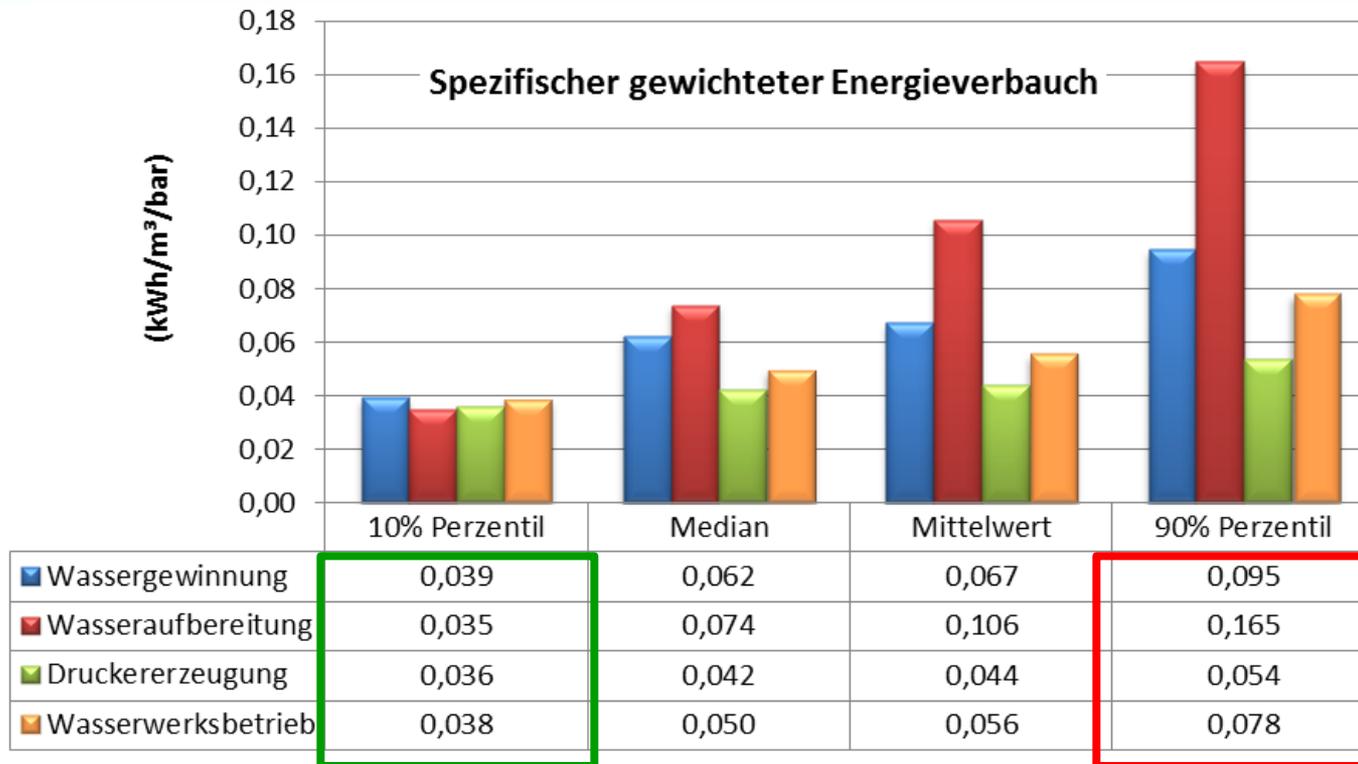
Enddruck
Wasserwerkspumpe

Vordruck
Netzpumpe

Benötigter Druck
Netzeinspeisung

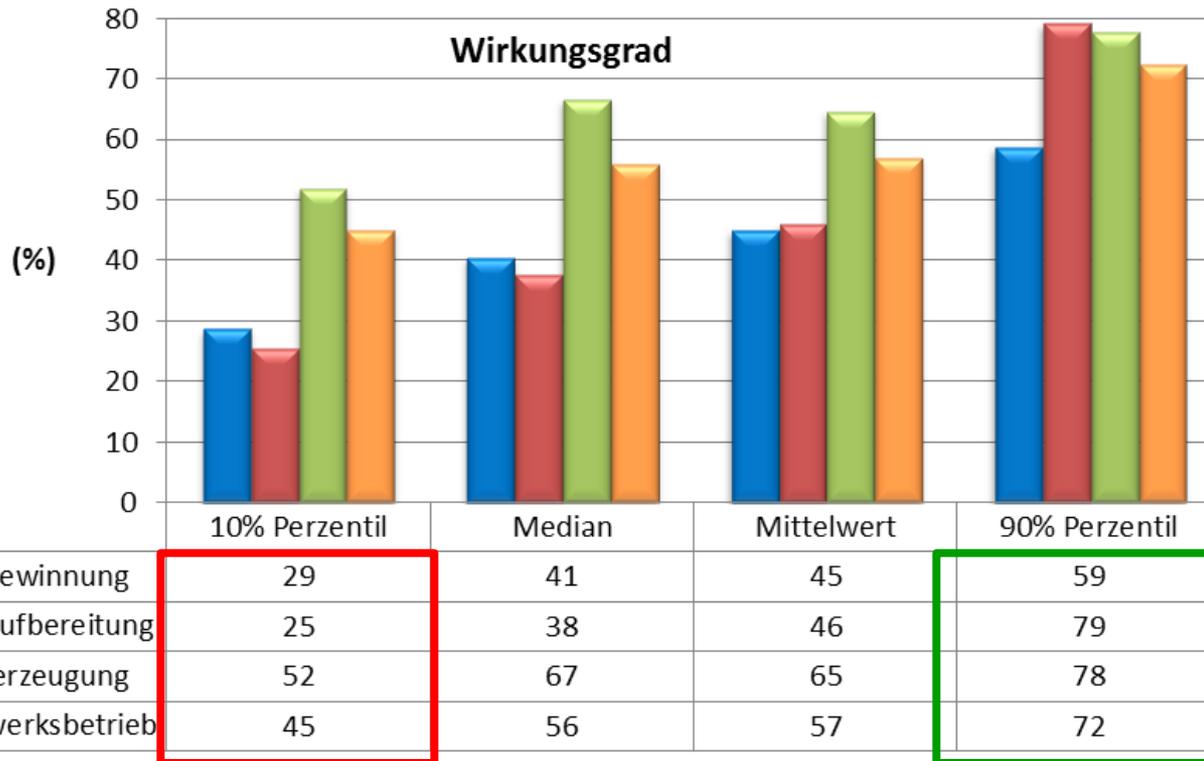
Quelle: DVGW Information Wasser Nr. 77, erweitert

Benchmarking-Kez-Ergebnisse Energieeffizienz



- **Mittelwert:** arithmetisches Mittel aller Kennzahlenergebnisse
- **Median:** Der mittlere Wert aller Ergebnisse (aussagekräftiger als Mittelwert, da nicht so empfindlich gegenüber Ausreißern)
- **Perzentil:** statistischer Wert, unter dem ein bestimmter Prozentsatz aller Messwerte liegt
 - **10% Perzentil:** 10% aller Kennzahlenergebnisse liegen unter diesem Wert
 - **90% Perzentil:** 90% aller Kennzahlenergebnisse liegen unter diesem Wert

Benchmarking-Kez-Ergebnisse Energieeffizienz



Referenzwerte Wirkungsgrad (ETA) Pumpen:

z. B. Kreiselpumpen:

Große Pumpen (> 3600 m³/h): ETA = 80-93 %

Mittlere Pumpen (180 - 1800 m³/h): ETA = 70-80 %

Kleine Pumpen (< 180 m³/h): ETA < 60 - 70 %

Quelle: Technik der Wasserversorgung: Praxisgrundlagen für Führungskräfte, Merkl/2008

Beispielhafte Ergebnisse PBM Wasserwerke

Ergebnis PBM

Handlungsempfehlungen

Hoher Energieverbrauch und Instandhaltungsaufwand in der **Wassergewinnung** aufgrund starker Verockerungen

Prüfung, inwiefern die Betriebsweise gleichmäßiger gestaltet werden kann, Reduzierung der Verockerungsgefahr durch möglichst gezielte Steuerung der Wasserentnahme (Brunnen), z.B. durch frequenzgesteuerte Pumpen (Vermeidung von Lastspitzen und Verockerungsneigung)

Hoher Energieverbrauch **Wasseraufbereitung** (Wasserwerksgebäude)

Modernisierung und Anpassung der Anlagen für Heizung, Belüftung und Klimatisierung in den Wasserwerken, z.B. Abschaffung / Austausch uneffektiver Luftentfeuchter (Kondensattrockner anstelle Adsorptionstrockner)

Hoher spezifischer Energieverbrauch **Druckerzeugung**

Überprüfung der richtigen Dimensionierung und Auslegung der Pumpen zur Verbesserung der Wirkungsgrade, Überprüfung und Austausch energieintensiver Pumpsysteme

Praxisbeispiel Optimierungsmaßnahme Pumpen

Ausgangslage im Rahmen Prozessbenchmarking

- Vergleichsweise hoher spezifischer Energieverbrauch für die Reinwasserförderung (Druckerzeugung)

➤ Empfohlene Maßnahme

- Untersuchung zum Tausch der Pumpen durch den Wasserversorger unter Berücksichtigung des Pumpenalters

➤ Untersuchungsergebnisse - zu erzielende Einsparungen in kWh und EUR

- Tausch der Reinwasserpumpen des Werkes: deutliche Wirkungsgradverbesserung (von 58% auf 82%)
- Ersparnis: Energieverbrauch ca. 26 %, Energiekosten ca. 16 %
(Berücksichtigung steigender Energiepreise)
- Alternative Berechnung unter Veranschlagung von Sicherheitsfaktoren (0,5 bis 0,75) für Ersparnis, da Systemwirkungsgrad in der Praxis geringer ausfällt als in Theorie.
- Ersparnis mit Sicherheitsfaktor: Energieverbrauch 15 %,

➤ Entscheidung nach Untersuchung

- Austausch der Pumpen.

Zusammenfassung und Ausblick

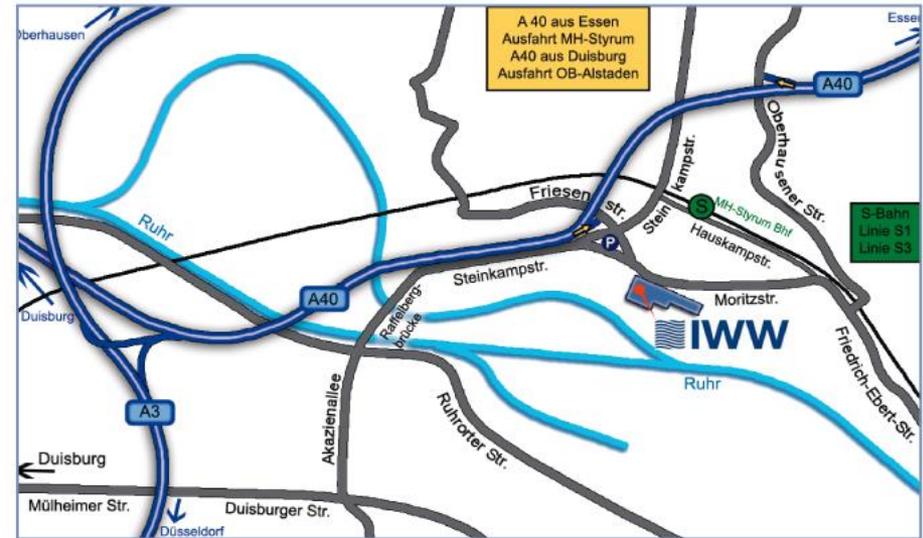
- Themenbereich „Energie“ im Prozessbenchmarking Wasserwerke zentral
 - Vergleichbarkeit durch Verwendung gewichteter Kennzahlen sichergestellt
 - Erfahrungen aus 5 Benchmarking-Projektrunden zeigen, dass in vielen Fällen noch (weitere) Effizienzreserven vorliegen
 - Zusätzlicher Mehrwert durch das Element „Erfahrungsaustausch“
 - Viele erfolgreich umgesetzte Verbesserungsmaßnahmen bei den Teilnehmern
-
- Energiebezogenes Benchmarking ist eine gute Grundlage für die Effizienzsteigerung im Wasserwerksbetrieb.
 - Nächste Runde startet im Frühjahr 2016



Peter Lévai
p.levai@iww-online.de

Moritzstraße 26
45476 Mülheim an der Ruhr

Telefon | +49 (0)208-4 03 03-0
Fax | +49 (0)208-4 03 03-80
E-Mail | info@iww-online.de
Web | www.iww-online.de



IWW RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR WASSER
BERATUNGS- UND ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT MBH

Institut an der

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

 Mitglied
im DVGW-
Institutsverbund

