

IWW Zentrum Wasser

Energieeffizienz in der Wasseraufbereitung

**IWW Kolloquium am 22. September 2015
Mülheim an der Ruhr**

Nadine Staben, Dieter Stetter



Institut an der
UNIVERSITÄT
**DUISBURG
ESSEN**



Energieeffizienz in der Wasseraufbereitung

- **Energieverbrauch in der Wasseraufbereitung**
- **Energetische Potenziale**
 - **Steigerung Energieeffizienz und Verringerung Energieverbrauch**
 - **Ökonomische und ökologische Optimierung des Strombezugs**
- **Zusammenfassung**

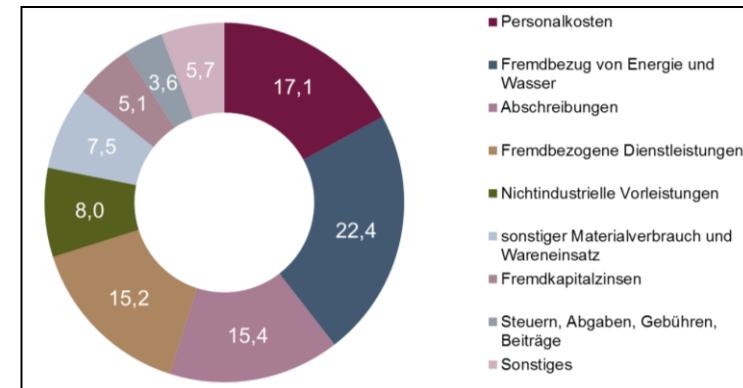
Energieverbrauch der Wasserversorgung (WV)

- **Primäre Zielstellung bei Konzeption und Betrieb der WV**
 - Sichere Bereitstellung von Trinkwasser
- **Energetische Optimierung der Systeme bei Konzeption und Betrieb bisher oft nur untergeordnet relevant**
 - Aber: Größter Anteil an Gesamtkosten der Wasserversorgung (Fremdbezug Energie und Wasser: 22,4 %; Stat. Bundesamt, 2015)
 - Zunehmende Relevanz durch steigende Strompreise möglich

- **Anteile der Hauptprozesse am gesamten Stromverbrauch variieren**

- Spez. Energieverbrauch WA ist beeinflusst von individuellen Randbedingungen (Topografie, Rohwasserqualität, usw.)

Kostenstruktur der WV 2013



Quelle: Statistisches Bundesamt, FS 4, Reihe 6.1, Heft 2014 (erschieden Juli 2015)

Energieeffizienz der Wasseraufbereitung

- **Energetische Potenziale sind in jedem System vorhanden**
- **Generelle Empfehlungen sind allgemein bekannt, oft fehlt die systematische Analyse von Potenzialen und deren Umsetzung**
 - Verringerung Energieverbrauch und Steigerung Energieeffizienz (Optimierung von Aggregaten, Prozessen, Betriebsweisen)
 - Energie(-rück)gewinnung (thermisch, hydraulisch)
 - Energiebezugskosten senken (Bezugszeitpunkte optimieren,...)
- **Systemübergreifende Analyse sinnvoll, um bestes Kosten-Nutzen-Verhältnis für Maßnahmen zu erzielen**
- **Maßnahmen sind sehr verschieden, müssen individuell ermittelt werden**

- ***Obligatorische E-Audits/-Managementsysteme für viele WVU bis 12/2015 (gem. EDL-G)***

Energieeffizienz in der Wasseraufbereitung

- **Energieverbrauch in der Wasseraufbereitung**
- **Energetische Optimierung in der Wasseraufbereitung**
 - **Steigerung Energieeffizienz und Verringerung Energieverbrauch**
 - **Ökonomische und ökologische Optimierung des Strombezugs**
- **Zusammenfassung**

Energieeinsparung: Allgemein bekannte Maßnahmen

■ Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, z.B.:

- Wirkungsgraderhöhung Kreiselpumpen
- Hydraulische Optimierung der Anlagen
 - Einzelwiderstände, Reibungsverluste
 - Optimierung Filterbetrieb/-ausstattung, Einmischprozesse
- (...)

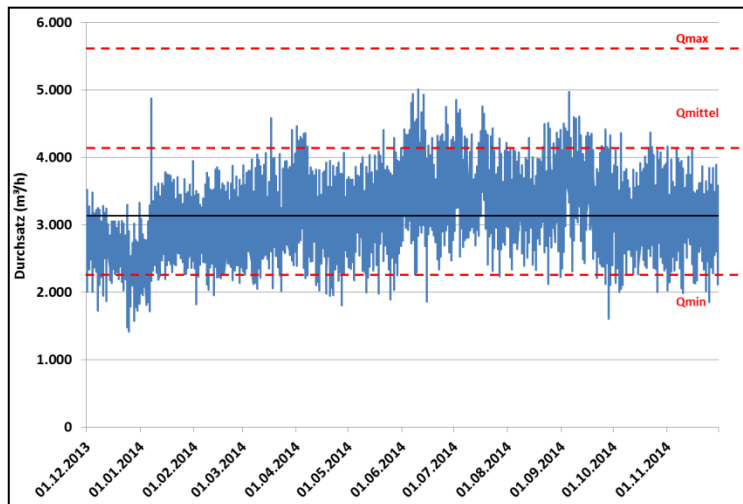


■ Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs, z.B.:

- Gezielte Anpassung von Anlagenbetrieb/Dosierung an jeweilige Bedingungen (Wassermenge, -qualität)
 - Kenngrößen (Rest-Ozon, ct-Wert, Rest-Chlor, Sauerstoffgehalt, Trübung,...)
- (...)

Ermittlung von Optimierungspotenzialen: Mustervorgehensweise

- Schritt 1: Bestandsanalyse
- Schritt 2: Datenaufnahme (Vor-Ort-Messungen)
- Schritt 3: Interpretation der Daten
- Schritt 4: Feinanalyse auffälliger/relevanter Verbraucher
- Schritt 5: Optimierungsmaßnahmen



Optimierungsansätze Wasseraufbereitung: Beispiele aus einem WW

1. Mikrosiebtrommel

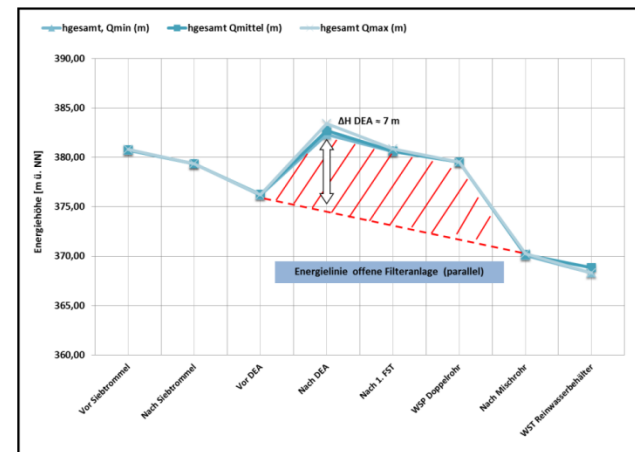
- Dauerhafte Umgehung durch Bypass und Reduzierung der Förderhöhe um 4 m möglich

2. Offene und geschlossene Filteranlage parallel

- Druckerhöhungsanlage (Förderhöhe = 7 m) könnte dauerhaft eingespart werden

3. Filterspülprogramme

- Optimierung hinsichtlich Energie- und Wasserverbrauch möglich, verbesserte Reinigungswirkung zu erwarten



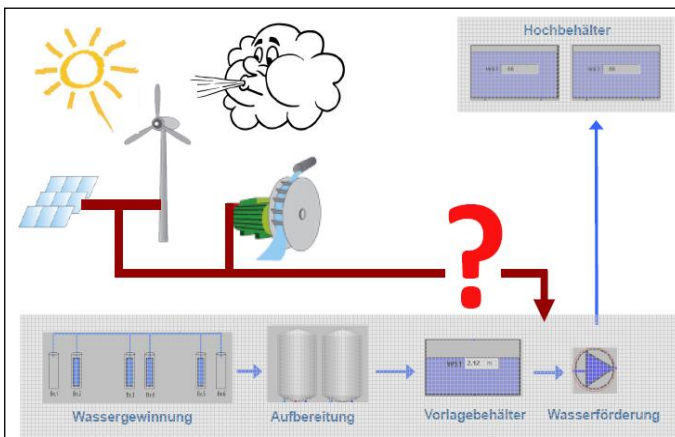
Energetische Optimierungen: Beispiele eines Wasserwerkes

Optimierungsansatz	Einsparung elektr. Energie (kWh/a)	Einsparung Energiekosten (€/a)
Bypass Mikrosiebtrommel	127.000	19.000
Wegfall geschlossene Filteranlage	107.000	16.000
Optimierung Filterspülung	22.000	3.300
Summe	256.000	38.300

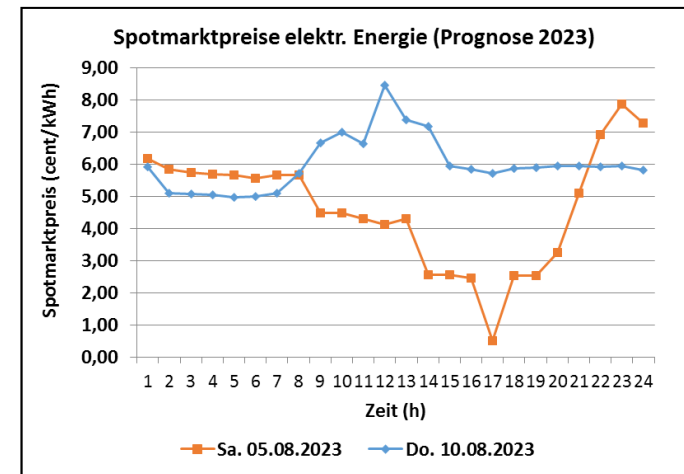
- **Einsparung ohne wesentliche Investitionen möglich:**
- **13 %** Energieverbrauch des WW zzgl.
 - **6 %** Energieverbrauch des Rohwasserpumpwerks

Ökonomische und ökologische Optimierung des Strombezugs

- **Zunahme erneuerbarer Energieträger am deutschen Strommix**
 - Wind- und Solarenergie: fluktuierend!
 - (kurzfristige) Senkung der Börsenstrompreise am (Spot-)markt
 - Niedrige Strompreise und geringe CO₂e/kWh
- **Flexibilität im Betrieb ist gefragt!**
 - Kann dies die Wasserversorgung (hier: WA) leisten?

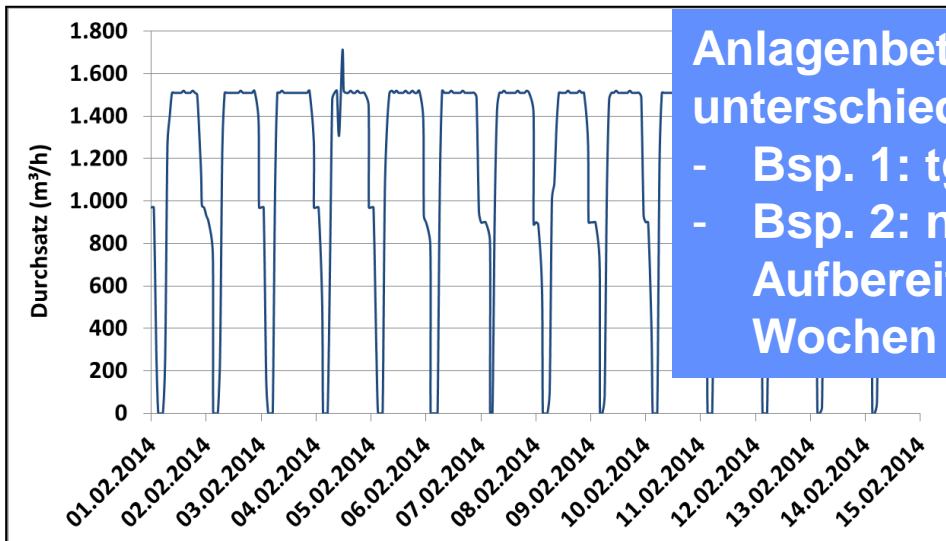


Bildquelle: Reh F (2014): Konferenzbeitrag Tag des Wassers NRW – Klimawandel & Energiewende - Auswirkung auf die Wasserwirtschaft, Haltern am See.



Datenquelle: IAEW, 2015

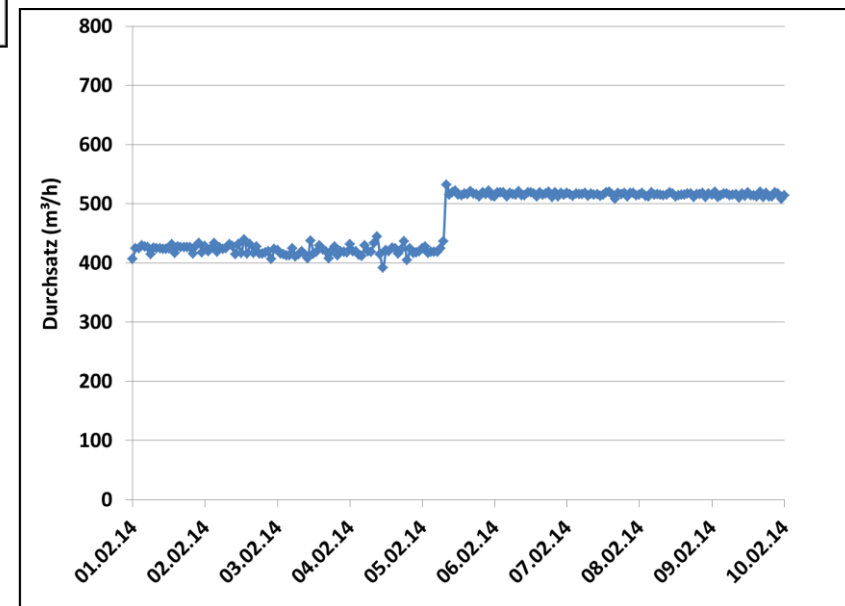
Dynamisierung im Durchsatz: Welche Möglichkeiten hat die WA?



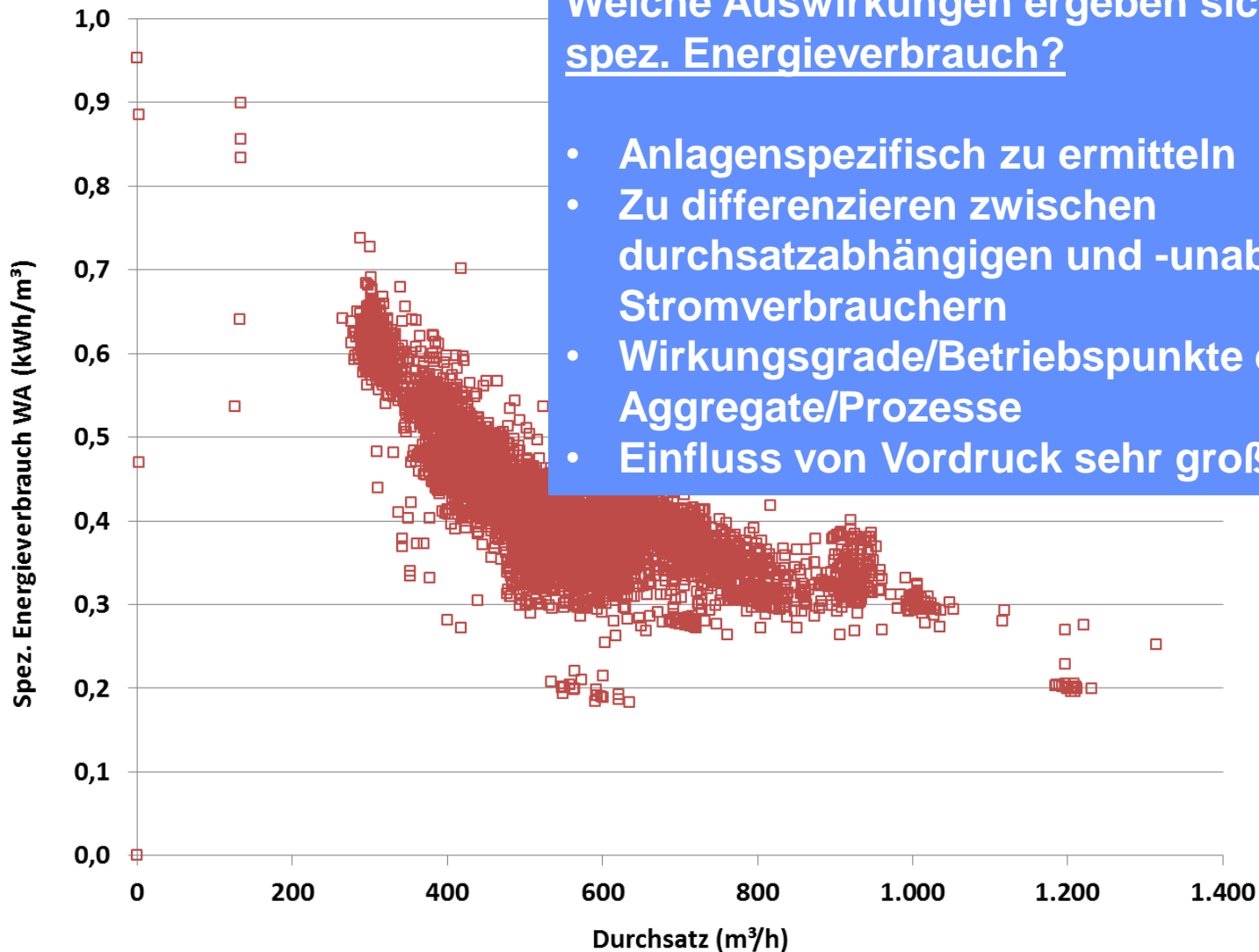
Anlagenbetrieb von Werk zu Werk sehr unterschiedlich:

- Bsp. 1: tgl. An- und Abfahren
- Bsp. 2: nahezu gleichbleibende, konstante Aufbereitungsleistung über Tage und Wochen

Welche Auswirkungen ergeben sich auf spez. Energieverbrauch, Wasserqualität, Standzeiten/Lebensdauern, Carbon Footprint usw.?



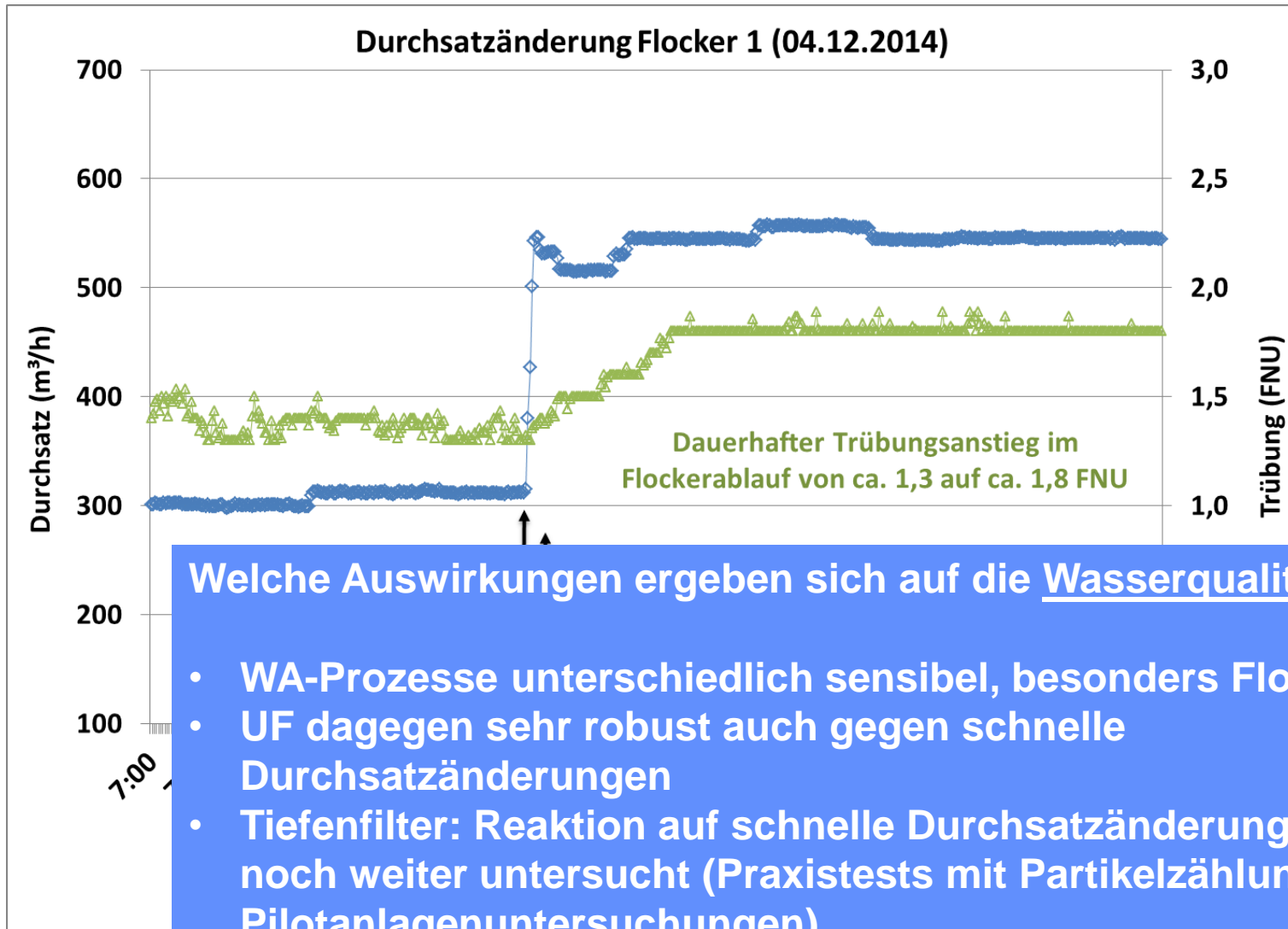
Zusammenhang Durchsatz und spez. Energieverbrauch (Beispielwasserwerk: Daten aus 2 Jahren)



Welche Auswirkungen ergeben sich auf den spez. Energieverbrauch?

- Anlagenspezifisch zu ermitteln
- Zu differenzieren zwischen durchsatzabhängigen und -unabhängigen Stromverbrauchern
- Wirkungsgrade/Betriebspunkte einzelner Aggregate/Prozesse
- Einfluss von Vordruck sehr groß

Zusammenhang Durchsatz und Wasserqualität (Beispiel: Flockung)



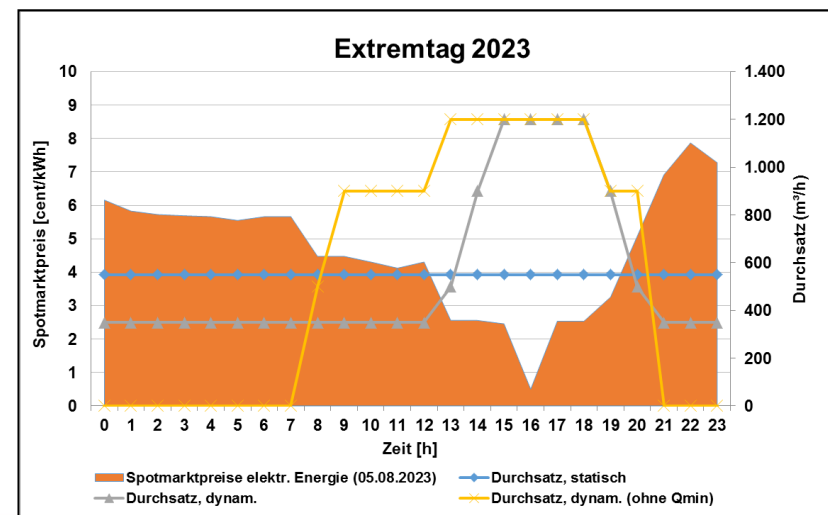
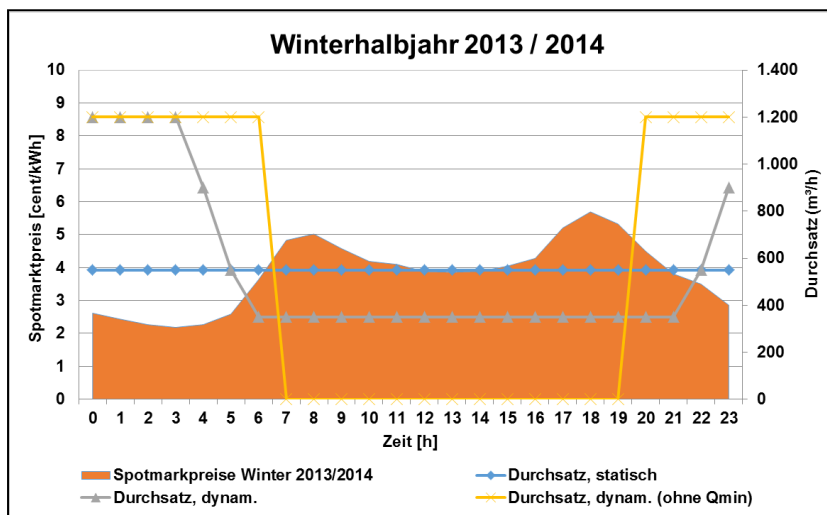
$$v > \frac{Q}{F} = v_t$$

Welche Auswirkungen ergeben sich auf die Wasserqualität?

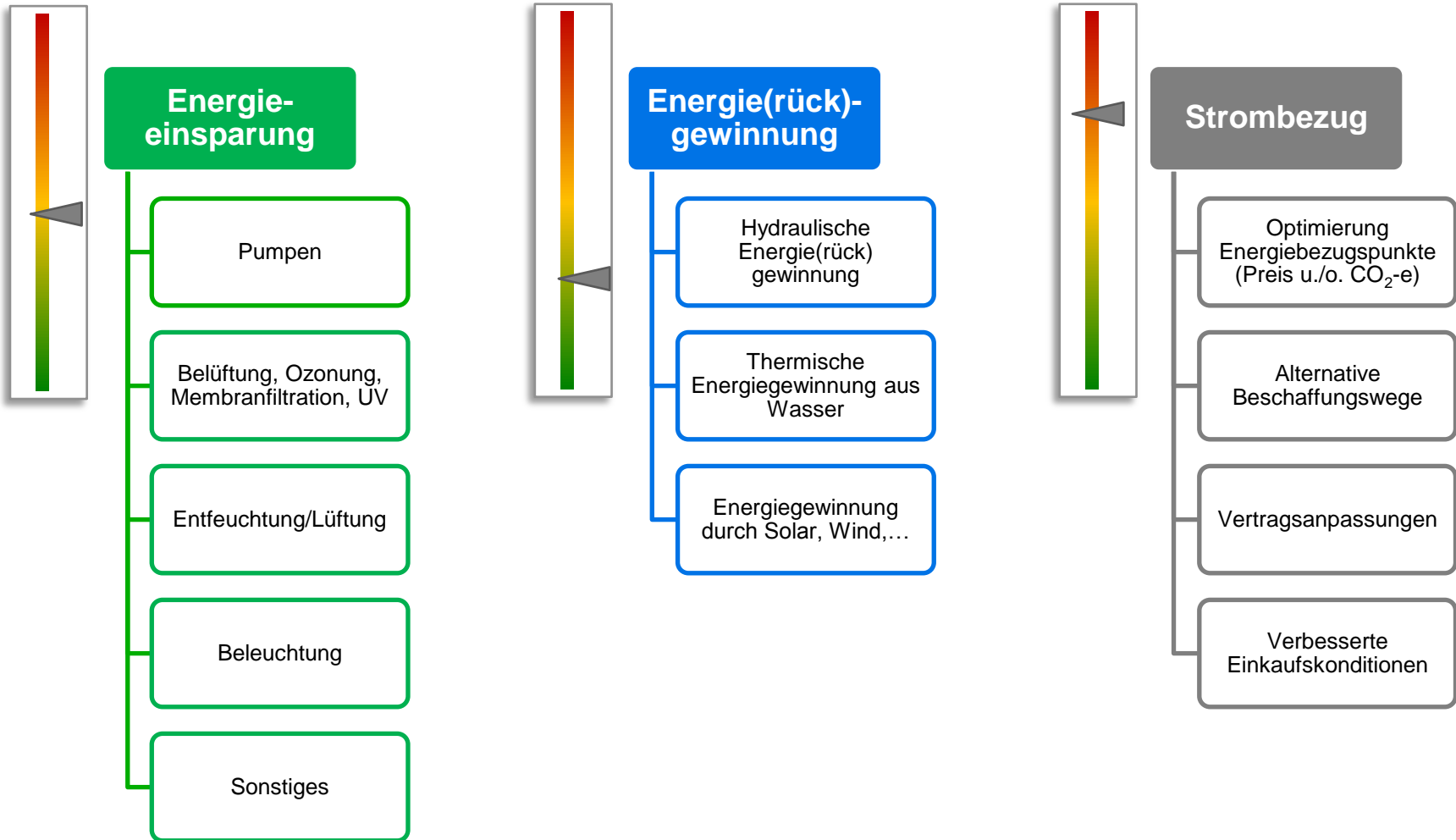
- WA-Prozesse unterschiedlich sensibel, besonders Flockung
- UF dagegen sehr robust auch gegen schnelle Durchsatzänderungen
- Tiefenfilter: Reaktion auf schnelle Durchsatzänderungen werden noch weiter untersucht (Praxistests mit Partikelzählung, Pilotanlagenuntersuchungen)

Ökonomische Vorteile einer Durchsatzdynamisierung

- **Einsparpotenzial in Energiekosten ist durch untertägige Durchsatzvariation im Vergleich zu konstanter Fahrweise gegeben.**
 - Beispielwasserwerk: Jahresbetrachtung auf Basis historischer Strompreise
 - 12 % bei Einhaltung eines Mindestdurchsatz
 - 22 % bei zugelassener, untertägiger Abschaltung des WW
 - Tagesbetrachtung an exemplarischen Extremtagen: Potenzial > 30 %
- **Technische Möglichkeiten sowie Auswirkungen auf Wasserqualität, Anlagenbetrieb, weitere Kosten sind individuell zu prüfen und zu beachten!**
 - Voraussetzungen: Rohwasserverfügbarkeit, Speicherkapazitäten!



Ansatzpunkte zur energetischen Optimierung: Bewertung und Priorisierung von Handlungsfeldern



Gesamtbarometer



- **Energieverbrauch in der Wasseraufbereitung**
- **Energetische Optimierung in der Wasseraufbereitung**
 - **Steigerung Energieeffizienz und Verringerung Energieverbrauch**
 - **Ökonomische und ökologische Optimierung des Strombezugs**
- **Zusammenfassung**

- Anteil Energieverbrauch WA am Gesamtenergieverbrauch der WV variiert
- Energetische Potenziale liegen oft im Gesamtsystem (Systembetrachtung vs. Einzelmaßnahmen!)
- Maßnahmen sind systemspezifisch und individuell
- Kosten-Nutzen-Verhältnis für Maßnahmen-Varianten sollte immer geprüft werden (Sensitivitätsanalyse)
- Strompreise können zukünftig steigen und Volatilität wird zunehmen
 - Potenzial zur ökonomischen und ökologischen Optimierung des Strombezugs durch variierende Durchsatzleistungen ist im Einzelfall zu prüfen

Ausblick / Empfehlung

- ⇒ **Energieeinsparpotenzial ist in jedem System der WA vorhanden**
- ⇒ **Bei Planung von Neuanlagen und der Instandhaltung sollte Energieverbrauch berücksichtigt werden**
- ⇒ **Aufwand für Energieanalyse bestehender Systeme ist monetär sinnvoll:**
 - ⇒ **Oft erzielen bereits einfache Optimierungen in Prozessen/Abläufen relevante Verbesserungen in Energieverbrauch und -effizienz**





■ Referenzen

- Zahlreiche Forschungs- und Beratungsprojekte zu Themen der Wasserversorgung
- Mehr als 40 nationale und internationale Publikationen und Fachvorträge

■ Lehrtätigkeit/Seminare

- Kostenvergleichsrechnungen WW
- Technisches Risikomanagement WW (Universität Duisburg-Essen)

■ Ausbildung und Berufserfahrung

- Studium: Technischer Umweltschutz (Dipl.-Ing.)
- Studium: Management and Technology of Water and Waste Water (M. Sc.)
- 11 Jahre Planung, Beratung und Forschung in der Wasserversorgung
- Diverse Projekte an der Schnittstelle Technik-Wirtschaftlichkeit-Nachhaltigkeit
- Koordination und Controlling umfangreicher Verbundvorhaben mit zahlreichen Partnern

■ Tätigkeitsschwerpunkte

- Management- und Technologieberatung von Wasserversorgungsunternehmen sowie Industriekunden
- Bewertung der Leistungsfähigkeit technischer Anlagen, Potenzialanalyse
- Betriebs-/Prozessoptimierung, Betriebshandbücher
- Risikomanagement (TRIM®)
- Aktuelle Forschungsthemen: Klimawandel, Nachhaltigkeit, Energieeinsparung

KONTAKT



Moritzstraße 26
45476 Mülheim an der Ruhr

Dipl.-Ing. Nadine Staben

Telefon: 0208 40303-410
E-Mail: n.staben@iww-online.de
Internet: www.iww-online.de

Dr. Dieter Stetter

Telefon: 0208 40303-240
E-Mail: d.stetter@iww-online.de
Internet: www.iww-online.de



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

Institut an der

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

 Mitglied
im DVGW-
Institutsverbund