



Ansätze für eine energieeffiziente Abwasserwirtschaft

2. Internationale Symposium Abwasser-Recycling

Braunschweig, 04. – 06.11.2009

Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz
Lehrstuhl Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft



Motivation

➤ **Energie**

- Politisches Top Thema (CO₂- Emissionen, Klimawandel)

➤ **Energieverbrauch durch Abwasserreinigung**

- < 1% des Stromverbrauchs in BRD
(Vergleich: Stromproduktion durch Photovoltaik in BRD 2008 ca. 0,6%)
- Einer der größten kommunalen Stromverbraucher und somit Kosten bedeutsam für Kommunen
- In Summe ca. 4.400 GWh_{el}/a
- 2,4 Mio. t CO₂ (Stromverbrauch abzgl. Eigenversorgung)
- Entspricht CO₂- Ausstoß von 600.000 Autos (bei 20.000 km/a und 200g CO₂/km)

➔ **Motivation aus betriebswirtschaftlichen und Umweltschutzaspekten**



Ansatzpunkte für Energieeffizienz

Reduzierung Verbrauch

- Reinigungsverfahren
- Betriebliche Maßnahmen
- Energieeffiziente Aggregate
- Einsatz der EMSR-Technik

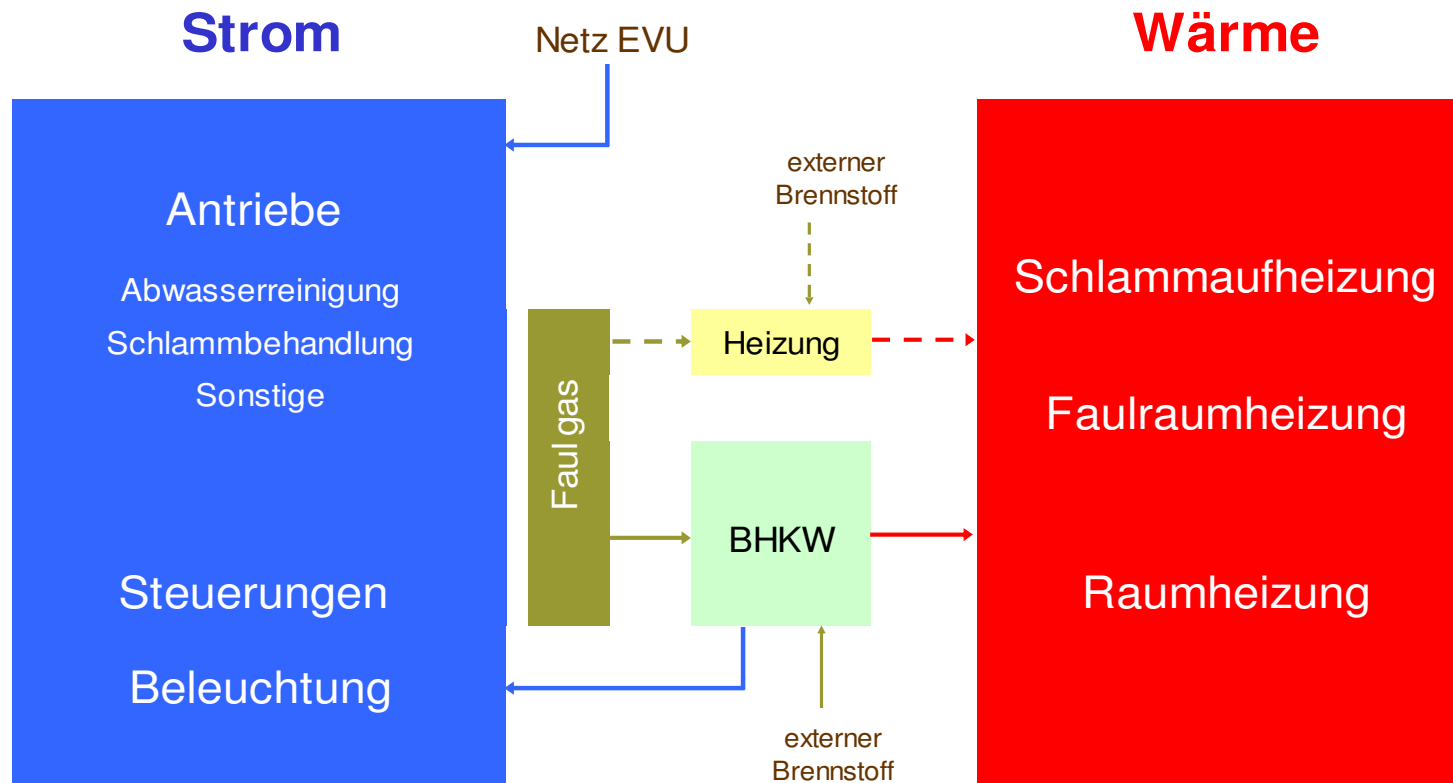
Erhöhung Produktion

- Erhöhung Faulgasproduktion
- Erhöhung Wirkungsgrad Faulgasnutzung/ Verstromung
- (Ab)wärmenutzung
- Nutzung Topographie
- Einbindung alternativer Energieträger

Neue Verfahren

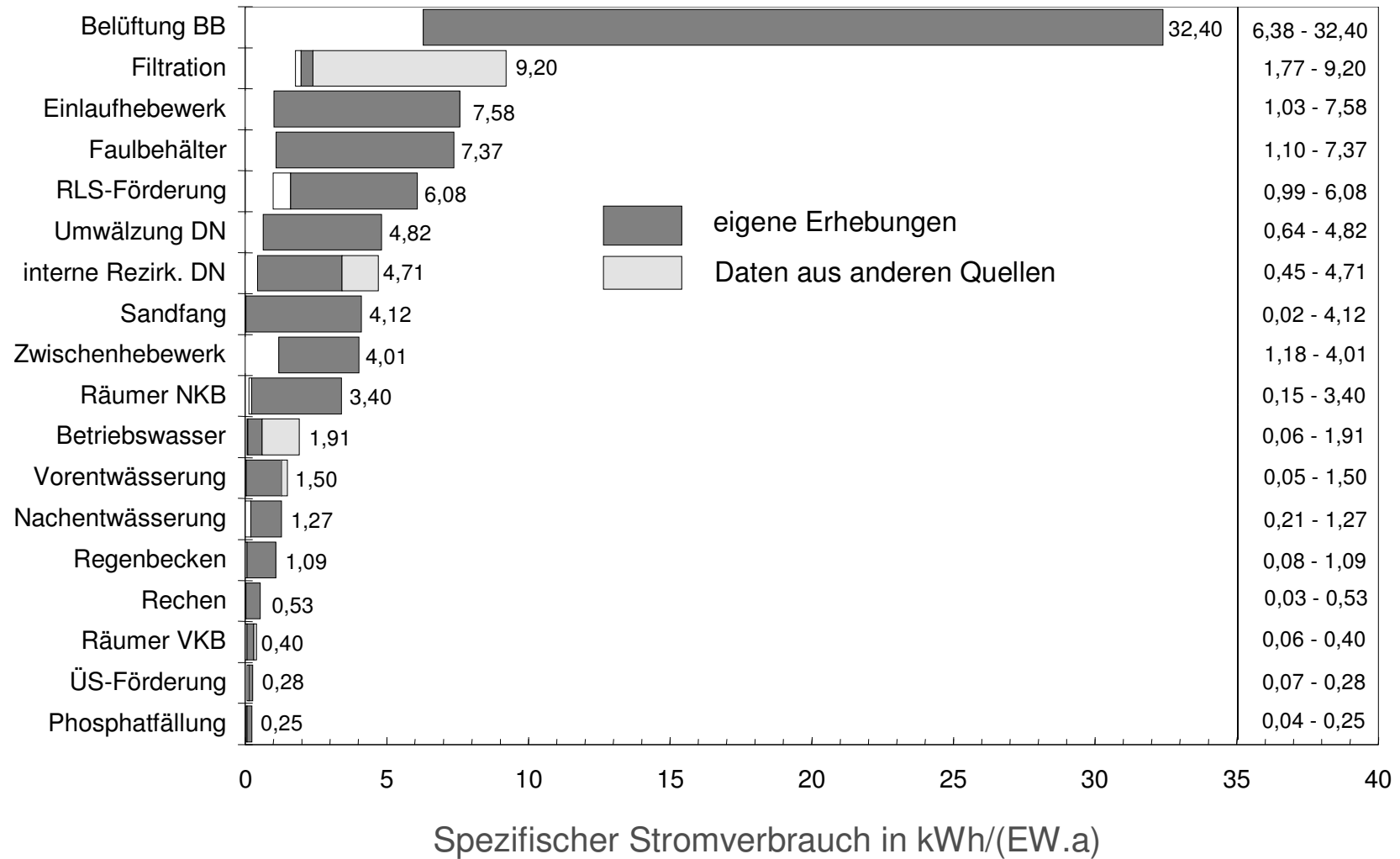
- Neuartige Sanitärsysteme
- Mikrobielle Brennstoffzelle?
-

Energiebedarf und Nutzung auf Kläranlagen

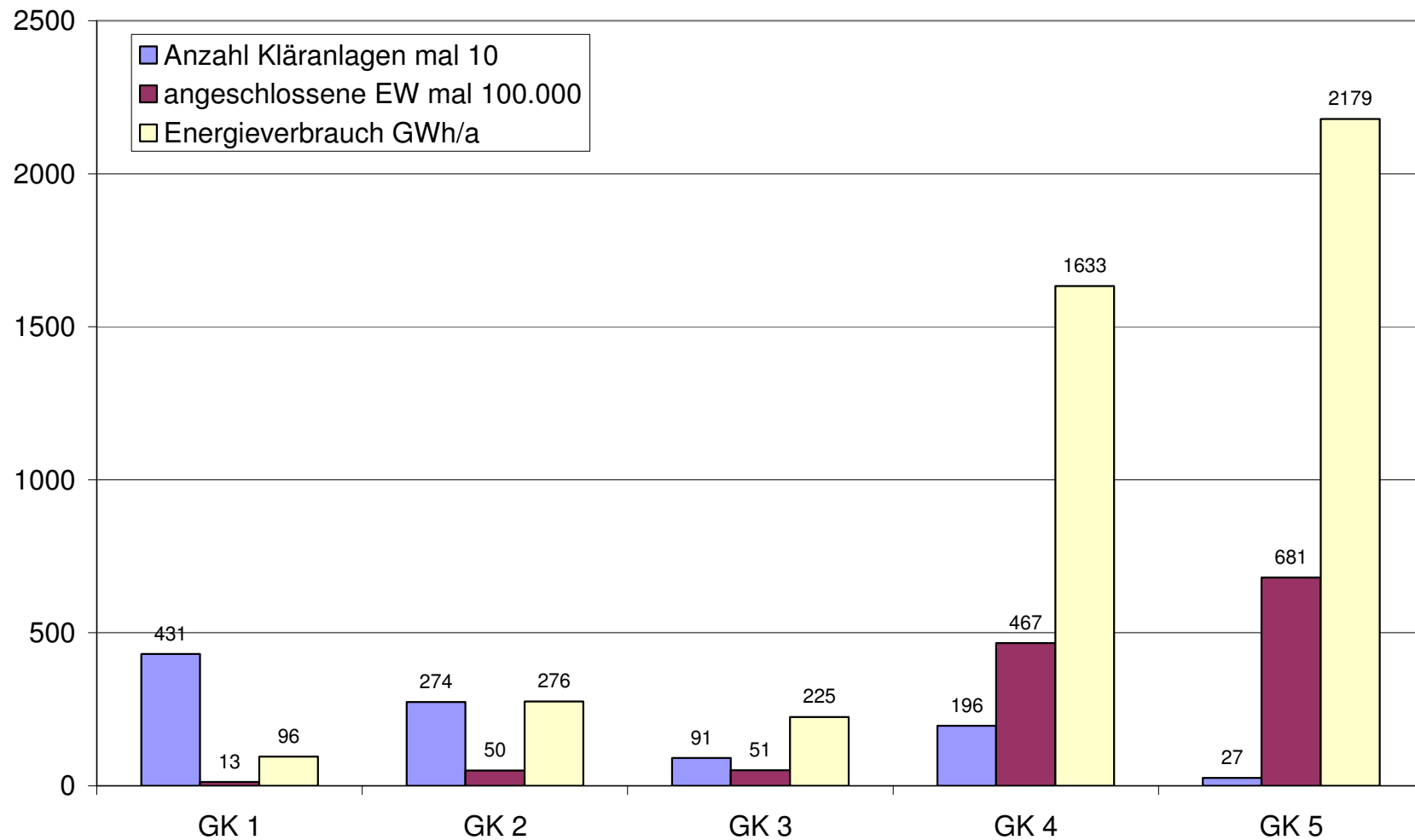




Verbrauch einzelner Stellen (GK 4+5)



Absoluter Stromverbrauch auf Kläranlagen in D





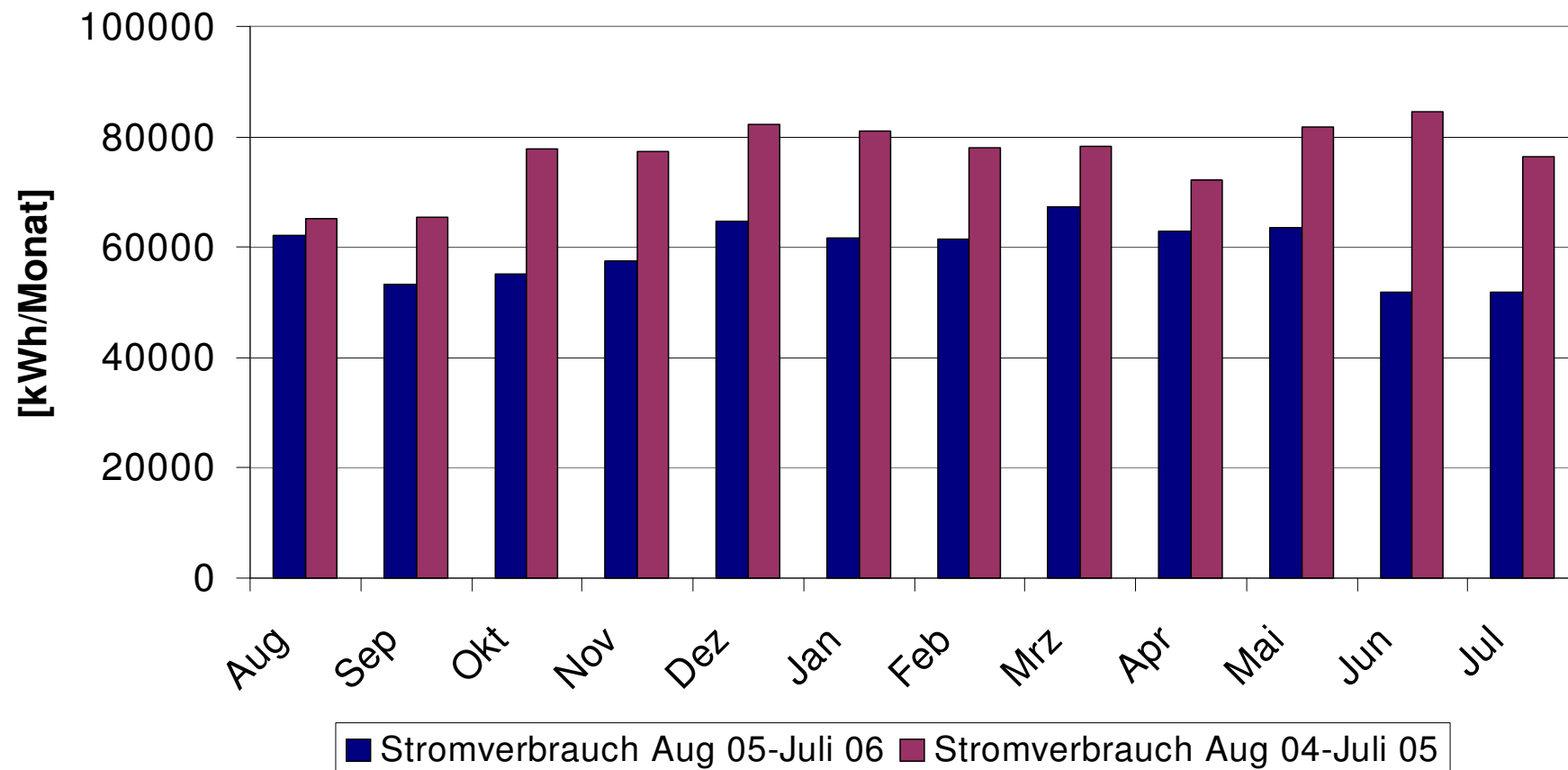
Ansatzpunkte für Optimierung

- **Energiebedarf an der Quelle reduzieren**
 - Reduzierung Abwasseranfall, richtige Dimensionierung, energiesparenden Verfahren
- **Energiesparmaßnahmen**
 - Maschinentechnische Maßnahmen (z.B. Motorwirkungsgrade, Art und Anordnung des Belüftungssystems, Wartung...)
 - Betriebliche Maßnahmen (Regelungen O_2 nach Bedarf, t_{TS} , Q_{RS} , Denitrifikation, Intervallbetrieb Rührwerke...)
 - Wärmedämmung (nur bei Fremdenergiebezug)
- **Effiziente Nutzung der Eigenproduktion**
 - Erhöhung Klärgasproduktion und Nutzung des gesamten Klärgases mit Kraft-Wärme-Kopplung
 - Nutzung anfallender Abwärme (aus Prozessen oder Abwasserwärme)



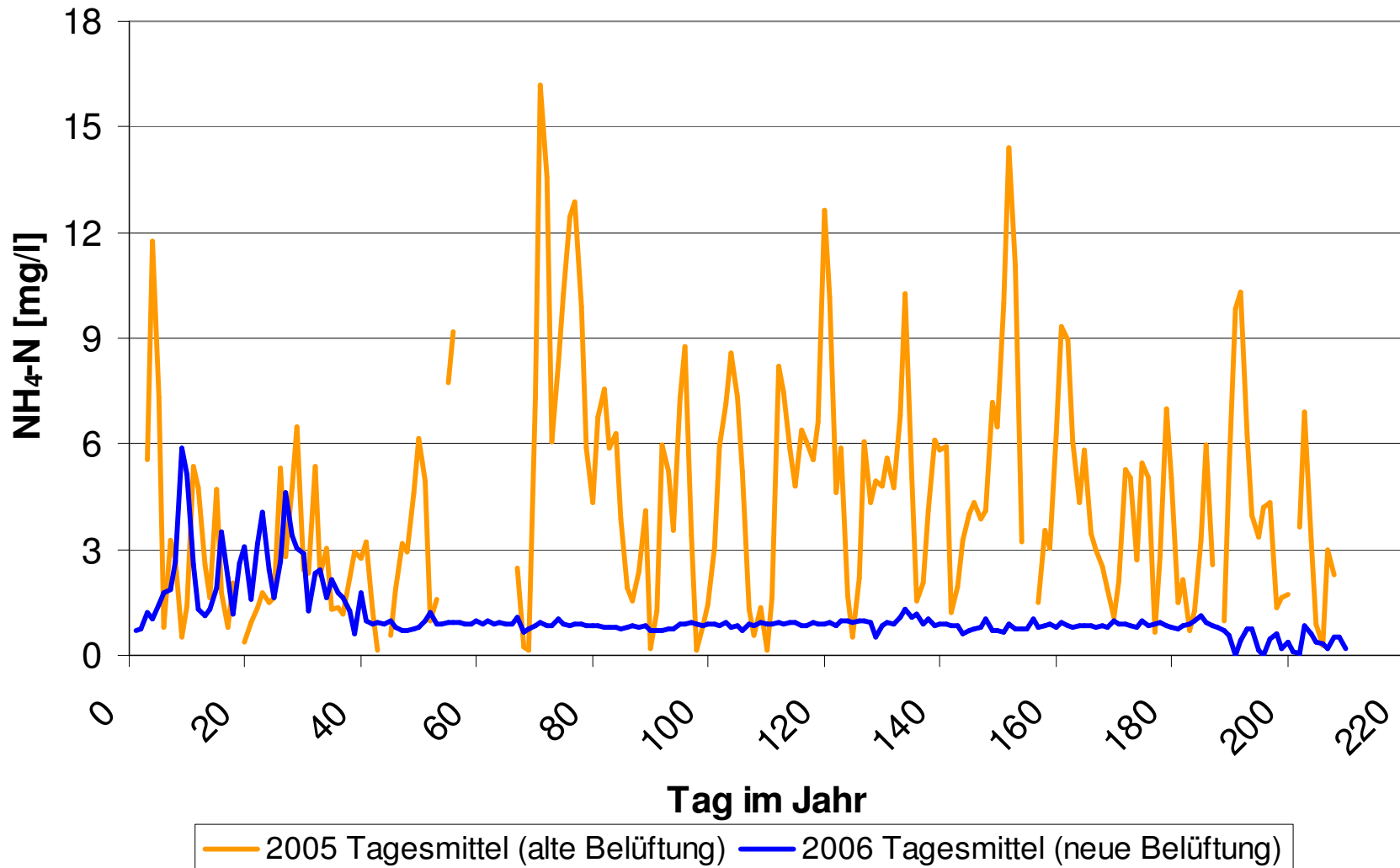
Beispiel zur Optimierung des Belüftungssystem

KA 13.000 EW
Stromverbrauch vor und nach Belüfterumbau im August 2005





Zusatzeffekt: Stabilisierung der Reinigungsleistung

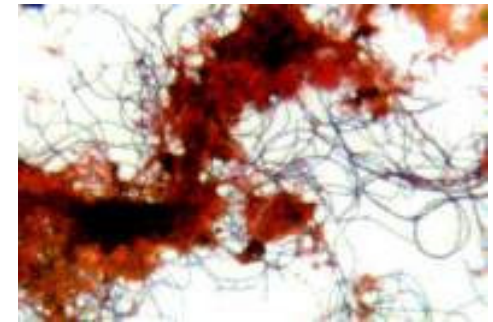




Wechselwirkungen Energieeinsparung/Anlagenbetrieb

➤ **Einhaltung der Überwachungswerte als Hauptaufgabe**

- Energieeinsparung nur „Nebenrolle“ mit Ziel: Kosteneinsparung, Entlastung Umwelt
- Vermeidung negativer Auswirkungen von Energiesparmaßnahmen



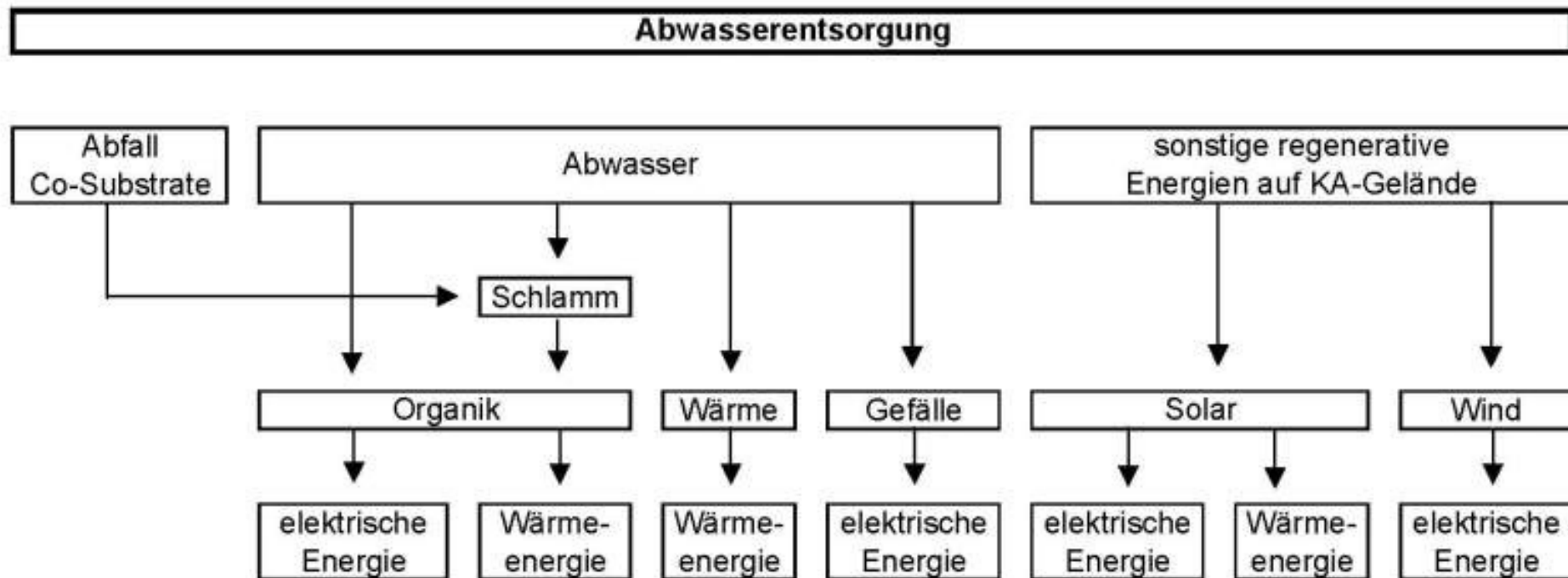
M. parvicella

➤ **Mögliche Beeinträchtigung des Betriebs**

- Reinigungsleistung
- Bläh- und Schwimmschlamm !!
- Verstopfung Pumpen (Pumpentyp, Drehzahländerung)
- Erhöhter Verschleiß durch hohe Anzahl Schaltspiele



Energiepotenziale





Ansatzpunkte zur Optimierung – Energieproduktion

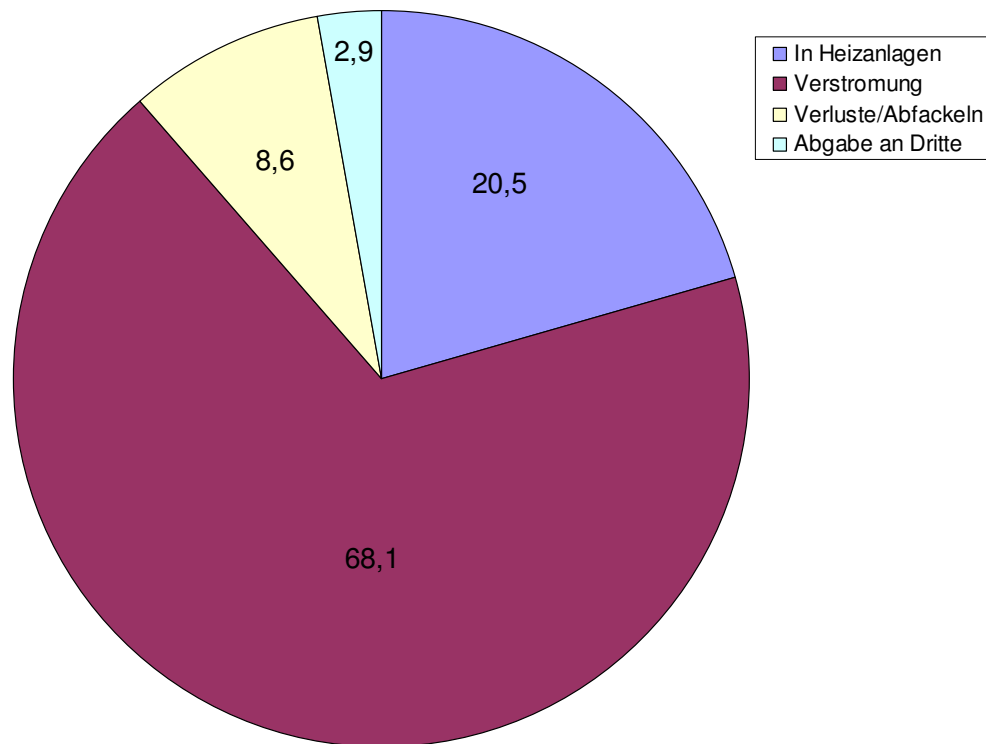
➤ **Faulgaserzeugung**

- Maßnahmen im Betrieb
 - Aufenthaltszeit in Vorklärung (Wechselwirkungen mit Denitrifikation beachten)
 - Schlammalter
- Maßnahmen im FT
 - Umwälzung
 - Temperatur
 - Aufenthaltszeit (ggf. Voreindickung)
- Nutzung von Kapazitäten (Co- Vergärung)
 - Betriebliche Auswirkungen beachten (Handling, Rückbelastung KA....)
 - Rechtliche Aspekte

Ansatzpunkte zur Optimierung – Energieproduktion

➤ Faulgasverwertung

Verwendung des Faulgases in Deutschland, 2004



➤ Vollständige Nutzung

- Bsp.: RLP: 40% der Anaerobanlagen ohne BHKW (Potenzial: ca. 10 GWh_{el}/a; über 25% zusätzlich)
- Bsp.: BW: knapp 30% der Anaerobanlagen ohne BHKW (Potenzial: ca. 30 GWh_{el}/a; ca. 25% zusätzlich)



Ansatzpunkte zur Optimierung – Energieproduktion

➤ Erhöhung Wirkungsgrad bei Verstromung

- Optimierung BHKW
- Neue Technologien (z.B. Brennstoffzellen)
 - Studie BW: Potenzial durch Einsatz Brennstoffzellen (Neubau und Ersatz BHKW) ca. 250 GWh_{el} (Verdopplung der derzeitigen Produktion)
 - Kosten??

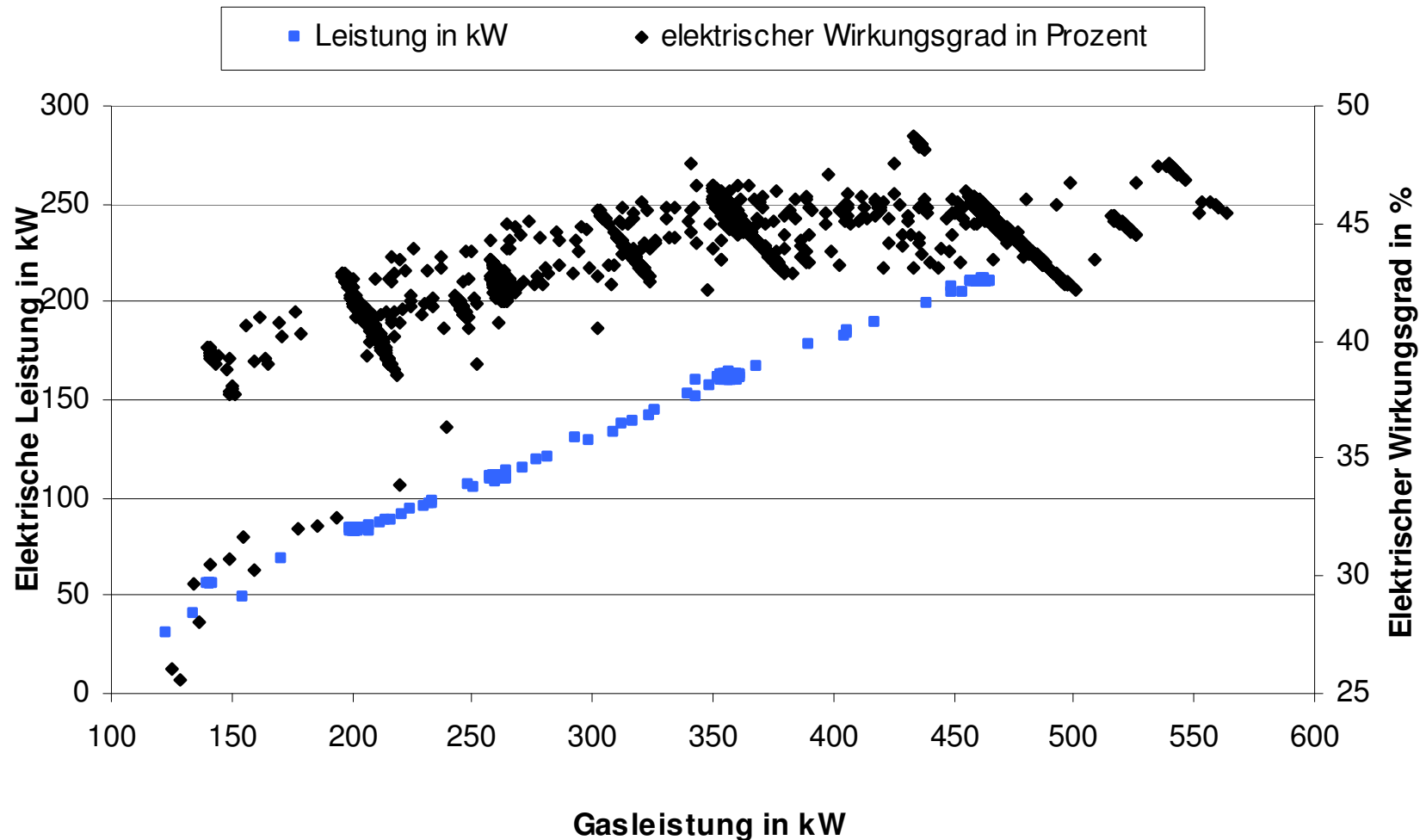
Potenzial für Brennstoffzellen in BW:

GKL	KA	Potenzial	Stromerzeugung	4 Pers. Haushalte
	Anzahl	kW _{el}	GWh _{el} /a	Anzahl
BHKW- Ersatzpotenzial	128	28.681	215	48.500
Neubaupotenzial	35	4.050	30	6.800



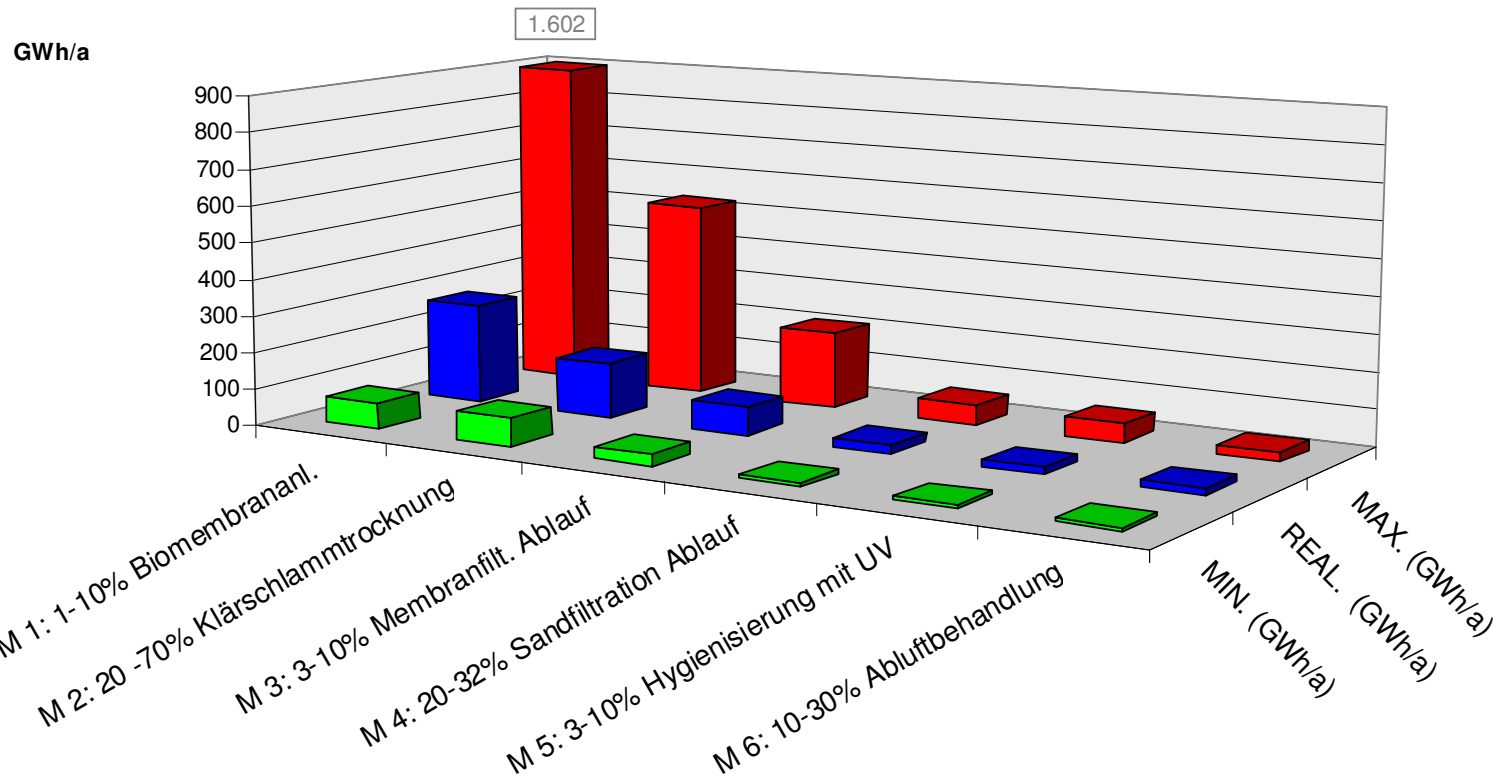
Bsp. Erste Ergebnisse Brennstoffzelle Möhringen

Elektrische ("Brutto")-Leistung und elektrischer Wirkungsgrad in Abhängigkeit der Gasleistung (17. Januar 2008 bis 3. März 2009)



Ausblick auf neue Technologien - Mehrverbrauch

Mehrverbräuche bei unterschiedlichen Szenarien
(Ist-Verbrauch 4.400 GWh/a)





Ausblick auf neue Konzepte und Ansätze

➤ **Neuartige Sanitärsysteme (NASS)**

- Stoffstromtrennung auf Haushaltsebene
- Wasserarme Systeme (z.B. Vakuumentwässerung)

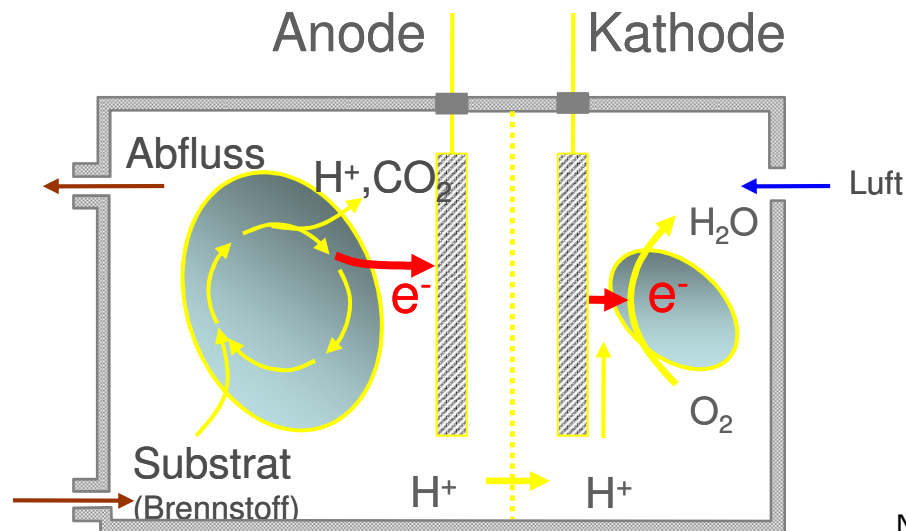
- ⇒ Möglichkeit der anaeroben Behandlung konzentrierter Stoffströme (Braunwasser/Schwarzwasser)
- ⇒ Höherer Gasausbeute pro kg oTR erzielbar

- Möglichkeit der Nährstoffrückgewinnung (Gesamtbilanz Düngerproduktion und Abwasserreinigung + Nährstoffrückgewinnung)

Ausblick auf neue Konzepte und Ansätze

➤ Mikrobielle Brennstoffzelle

- Direkte Umwandlung der im Abwasser enthaltenen chemischen Energie in Elektrizität
- Mikroorganismen werden zur Biokatalyse genutzt
- Idee: Direkte Kopplung von Abwasserreinigung und Energiegewinnung
- Noch im Bereich der Grundlagenforschung angesiedelt





Fazit

- Kläranlagen besitzen in Summe ein erhebliches Energieeinsparpotenzial insbesondere Gkl. 4-5
- Ansatzpunkte zur Energieoptimierung
 - Verminderung Verbrauch
 - Erhöhung Gasproduktion
 - Erhöhung des Wirkungsgrades bei Verstromung
- Hohes Potenzial bei Wirkungsgrad Verstromung durch Einsatz innovativer Technologien
- Aber: Mehrverbrauch bei zusätzlichen Anforderungen
- Grenzen der Energieeffizienz im konventionellen System (Energieautarkie nur im Einzelfall möglich)
- Neue Systeme und Verfahrenstechniken als Zukunftsperspektive in der Erforschung/Erprobung



Ansätze für eine energieeffiziente Abwasserwirtschaft

Vielen Dank!