

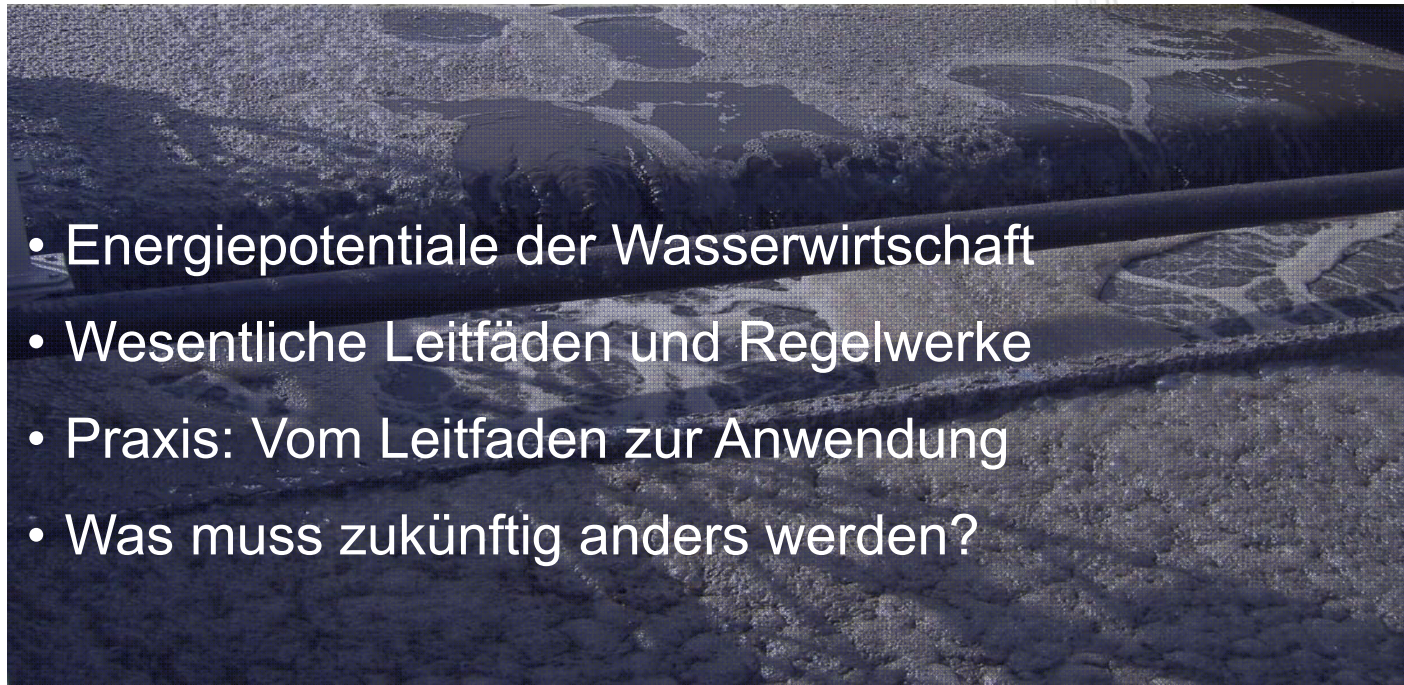
# Leitfaden und Regelwerke zur Energieeffizienz auf Kläranlagen



**Dr.-Ing. Manja Steinke, Bochum**



## Gliederung



- Energiepotentiale der Wasserwirtschaft
- Wesentliche Leitfäden und Regelwerke
- Praxis: Vom Leitfaden zur Anwendung
- Was muss zukünftig anders werden?



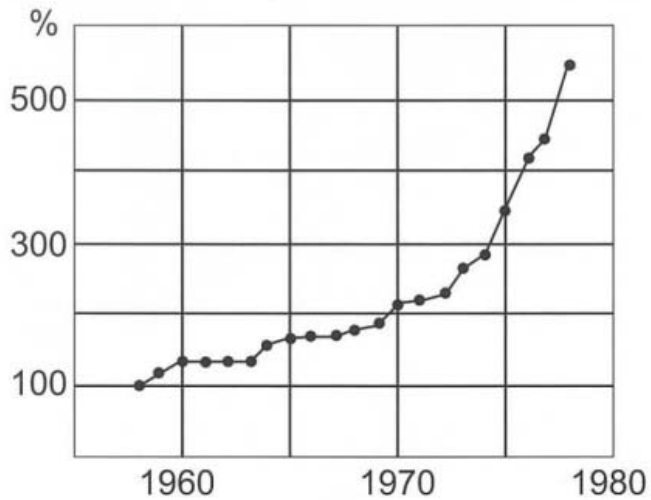
# Energiepotenziale der deutschen Wasserwirtschaft



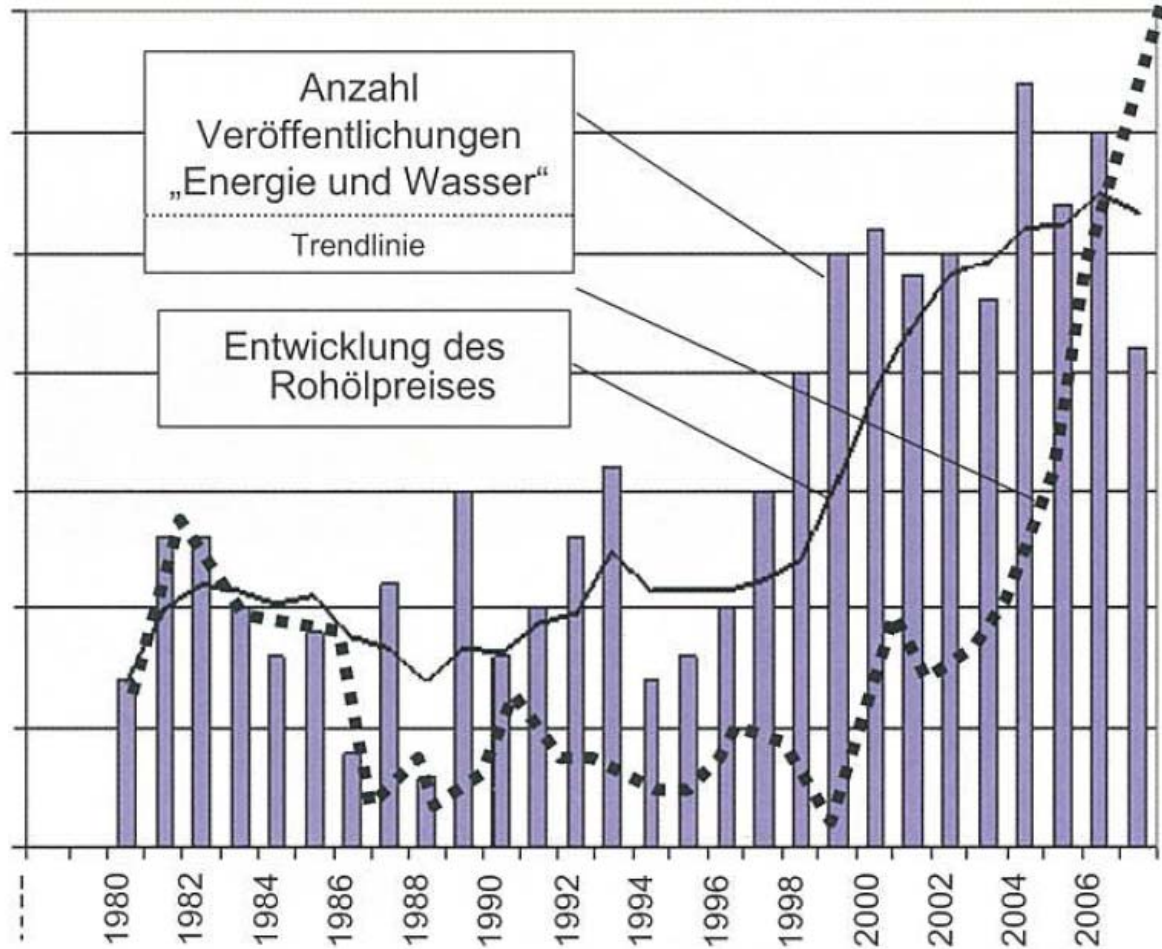
# Entwicklung Veröffentlichungen „Energie und Wasser“

## Veröffentlichungen und Rohölpreis

### Energiekosten für Kläranlagen



(Kunz, 1982)



(DWA-Themenband: Energiepotentiale der deutschen Wasserwirtschaft)  
 (Schröder, 2010)



Technisch/wirtschaftliche Aspekte  
der Klärgasverwertung auf Kläranlagen  
im Zusammenwirken von

Technisch / wirtschaftliche Aspekte  
der  
Faulgasverwertung in Gasmotoren auf Kläranlagen  
im Zusammenwirken von

**Abwasserreinigung und Energieautarkie**  
**Berücksichtigung weitergehender Emissionsaspekte**  
**1997**

Meyer, H.  
Kaudelka, A.  
Podewils, W.

MITTEILUNGEN  
DER OSWALD-SCHULZE-STIFTUNG  
HEFT 4

1983

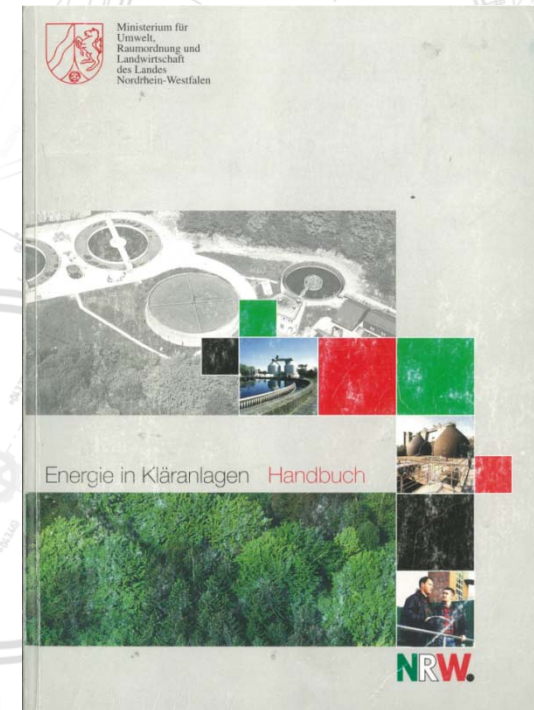
Meyer, H.  
Dichtl, N.  
Niehoff, H.-H.  
Sixt, H.

MITTEILUNGEN  
DER OSWALD-SCHULZE-STIFTUNG  
HEFT 22

1997

# Leitfäden

- Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW (1999):  
Energie in Kläranlagen
- ATV LG Baden-Württemberg (1999):  
Senkung des Stromverbrauchs auf Kläranlagen
- ATV AG 3.1.1 (1999):  
Energiebilanzierung auf Kläranlagen
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (1998):  
Stromverbrauch auf Kläranlagen
- UBA (2008):  
Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen



# Leitfäden



Bild 3.2: Kläranlage Stralsund



Bild 3.3: Kläranlage Parchim



Bild 3.4: Kläranlage Boltenhagen



Bild 3.5: Kläranlage Franzburg



Bild 3.6: Kläranlage Bobitz

- ✓ Referenzanlagen
- ✓ Praxisbeispiele
- ✓ Motivation



Rheinland-Pfalz

Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz



Ökoeffizienz in der Wasserwirtschaft  
 Steigerung der Energieeffizienz  
 von Abwasseranlagen

2007

Energieeinsatz auf Kläranlagen  
 in Mecklenburg-Vorpommern

Leitfaden zur Optimierung



2009



Mecklenburg  
Vorpommern

Ministerium für Landwirtschaft,  
Umwelt und Verbraucherschutz



## DWA-Regelwerk

- ATV-DVWK-M 363 (2002): Herkunft, Aufbereitung und Verwertung von **Biogasen**
- DWA-M 299 (2006): Einsatz von **Brennstoffzellen** auf Kläranlagen
- DWA-M 114 (2009): Energie aus Abwasser - **Wärme-** und **Lageenergie**
- DWA-M 380 (2009): **Co-Vergärung** in kommunalen Klärschlammfaulbehältern, Abfallvergärungsanlagen und landwirtschaftlichen Biogasanlagen
- DWA-A 216 (Entwurf): **Energieanalysen** von Abwasseranlagen







# Praxis: Vom Leitfaden zur Anwendung



**Energieverbrauch**

**Energiebezug**

**Energieproduktion**

**Energiekosten**

**Standortbedingungen**

Förderhöhen  
Abwasseranfall/  
-zusammensetzung

**Verfahrenstechnik**

Anforderungen  
Prozessstabilität

**Verbraucher**

E-MSR  
Reserven  
Nutzungsdauer

# Energieoptimierung auf Kläranlagen - Ziele

- 1. Schritt: **Reduzierung Energieverbrauch** durch
  - Verbrauchseinsparung  
Beispiel: Reduzierung des Lufteintrages in die biologische Hauptstufe
  - Effizienzsteigerung  
Beispiel: Energiesparende Pumpen
- 2. Schritt: **Optimierung des Energiebezuges** durch
  - günstigen Strom-, Wärme- und Kraftstoffeinkauf
  - Verbesserung der Eigenenergieerzeugung



# Bewertungskriterien

(Energie in Kläranlagen, 1999)

$e_{\text{ges}}$	Gesamter spezifischer Elektrizitätsverbrauch	[kWh/(E·a)]
$e_{\text{BB}}$	Spezifischer Elektrizitätsverbrauch Belebung	[kWh/(E·a)]
$N_1$	Grad der gesamten Faulgasnutzung	[%]
$N_2$	Grad der Faulgasumwandlung in Kraft / Elektrizität	[%]
$N_3$	spezifische Faulgasproduktion	[ $l_N$ /kg oTS]
$V_e$	Eigenversorgungsgrad Elektrizität	[%]
$V_w$	Eigenversorgungsgrad Wärme	[%]



# Bewertungskriterien (DWA-A 216 Entwurf)

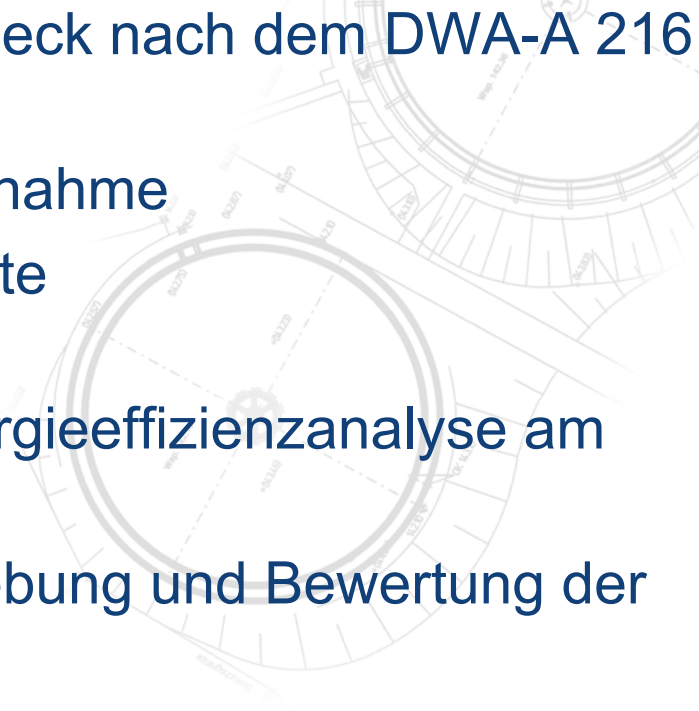
$e_{\text{ges}}$	Gesamter spezifischer Elektrizitätsverbrauch	[kWh/(E·a)]
$e_{\text{BL}}$	Spezifischer Elektrizitätsverbrauch Belüftung	[kWh/(E·a)]
N	Grad der Faulgasumwandlung in Kraft / Elektrizität	[%]
$e_{\text{FG1}}$	Einwohnerspezifische Faulgasproduktion	[ $l_{\text{N}}/(E \cdot d)$ ]
$e_{\text{FG2}}$	spezifische Faulgasproduktion	[ $l_{\text{N}}/\text{kg oTS}$ ]
$V_{\text{e}}$	Eigenversorgungsgrad Elektrizität	[%]
$e_{\text{ext}}$	Spezifischer externer Wärmebezug	[kWh/(E·a)]





# Energieoptimierung auf Kläranlagen

– was muss zukünftig anders werden?

- jährlich wiederkehrender Energiecheck nach dem DWA-A 216 (Entwurf)
    - grobe, energetische Bestandaufnahme
    - kläranlagenspezifische Kennwerte
  - bei Bedarf (aus Energiecheck) Energieeffizienzanalyse am KA-spezifischen Modell
    - systematische, detaillierte Erhebung und Bewertung der Energiesituation
  - Einbindung von Energiewerten ins Benchmarking
- 



## Belebung - Energiebedarf der Belüftung

- Effizienz des Belüftungssystems
  - $O_2$ -Zufuhrvermögen
  - Luftverdichtungs-, Verteil-, Eintragssystem
  - Regelung der Belüftung
- TS-Gehalt und Schlammalter
- Geometrie des Belebungsbeckens
- Abwasserzusammensetzung (C/N-Verhältnis)
- Abwassertemperatur
- Verfahrenstechnik (Vorklärung  $\eta_{CSB}$ )
- Reinigungsleistung der Kläranlage

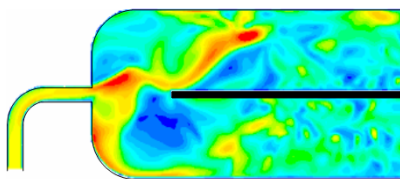


Energieoptimierung auf Kläranlagen  
– was muss zukünftig anders werden?

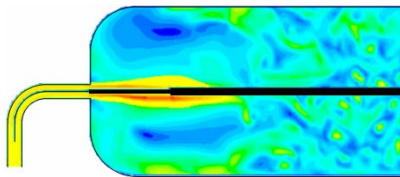
- Energieeffizienzanalyse immer mit Bilanz der Treibhausgase (z.B. „zuviel“ Energiesparen bei der Belüftung → Lachgasemission)
- Differenzierung bleibende ↔ dynamische Energieeinsparung

Beispiel Belüftung Belebungsbecken

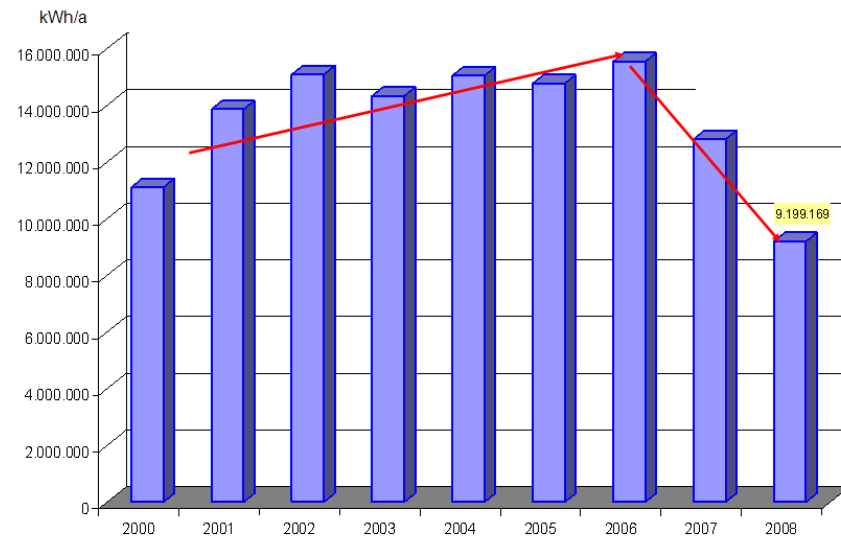
Beckengeometrie,  
Anordnung Belüftung  
und Umwälzung



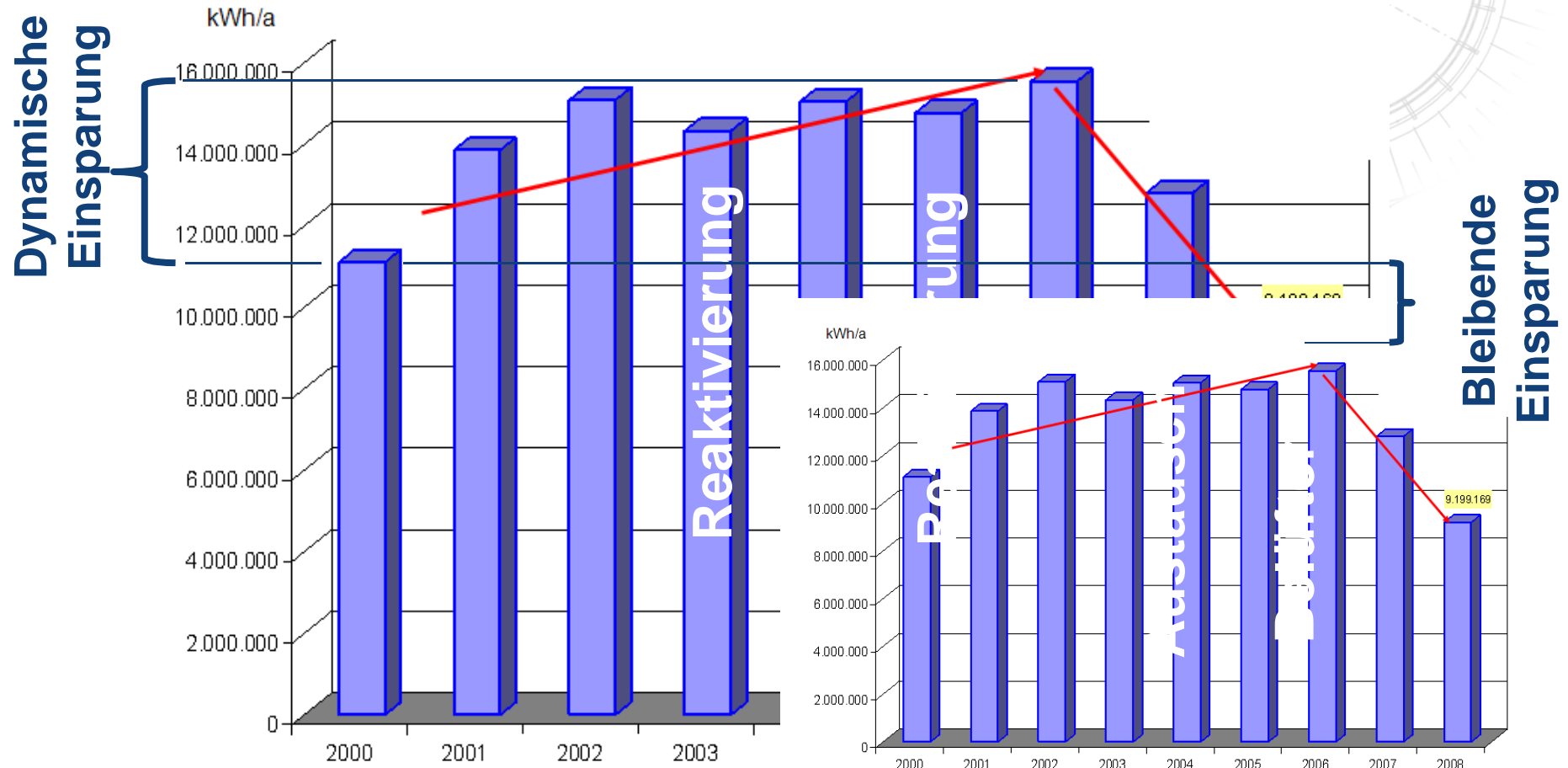
Bildquelle: Flow Concept



Austausch Belüfter



# Dynamisch steigender Stromverbrauch durch Alterung Belüfter







# Anpassung des Wasserweges bei Umstellung auf anaerobe Stabilisierung

## Neubau/ Erweiterung Vorklärbecken zur Grobentschlammung

- Verminderung der Belastung der Belebung um mindestens 10 %
- Erzeugung von Primärschlamm (guter Energieträger)

## Anpassung der Belebung

- Senkung des Schlammalters und Reduzierung des O<sub>2</sub>-Eintrages

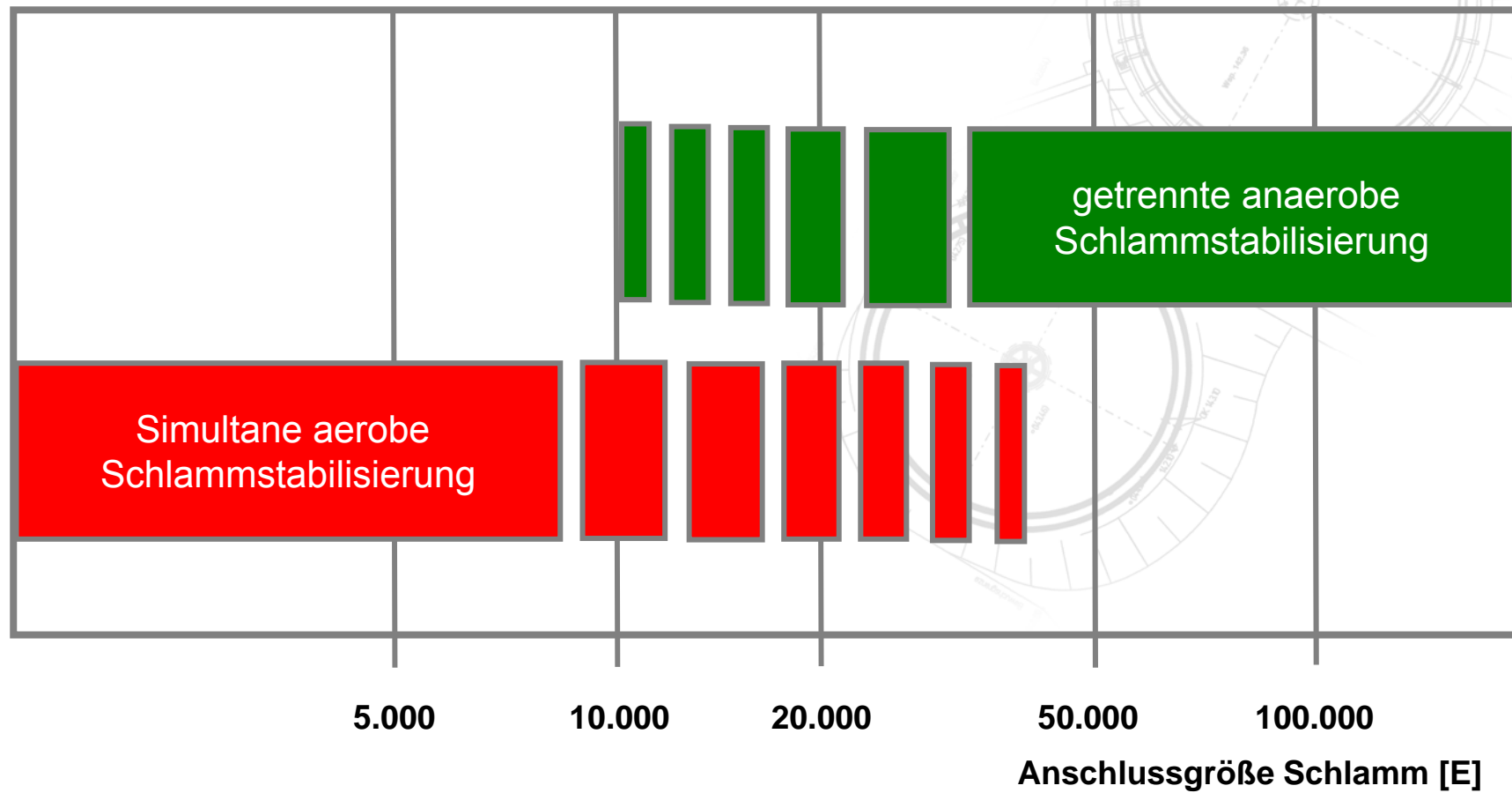


**Installation Vorklärung  
im vorhandenen  
Belebungsbecken**



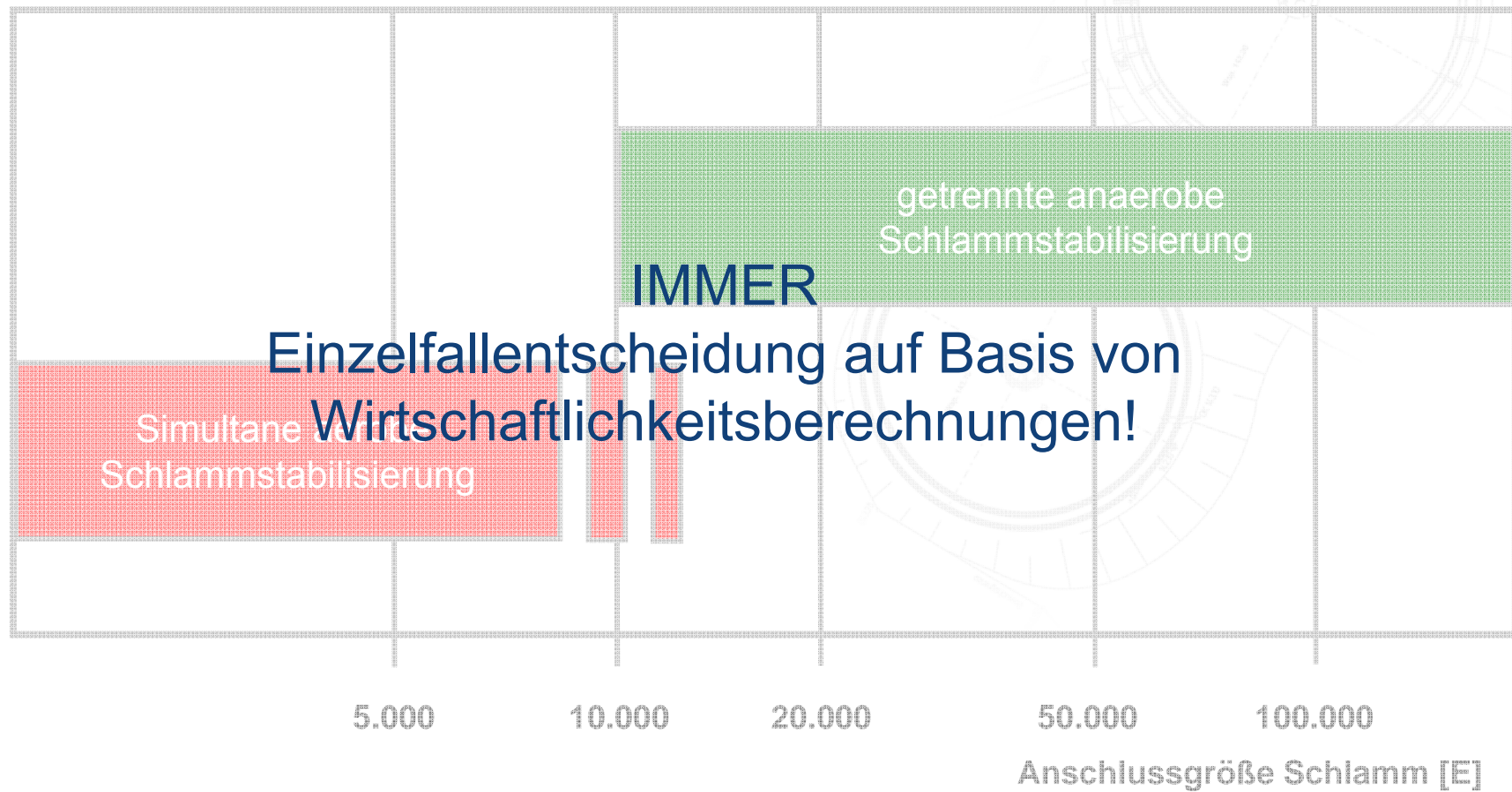


# Einsatzbereich von Schlammstabilisierungsverfahren - 1996



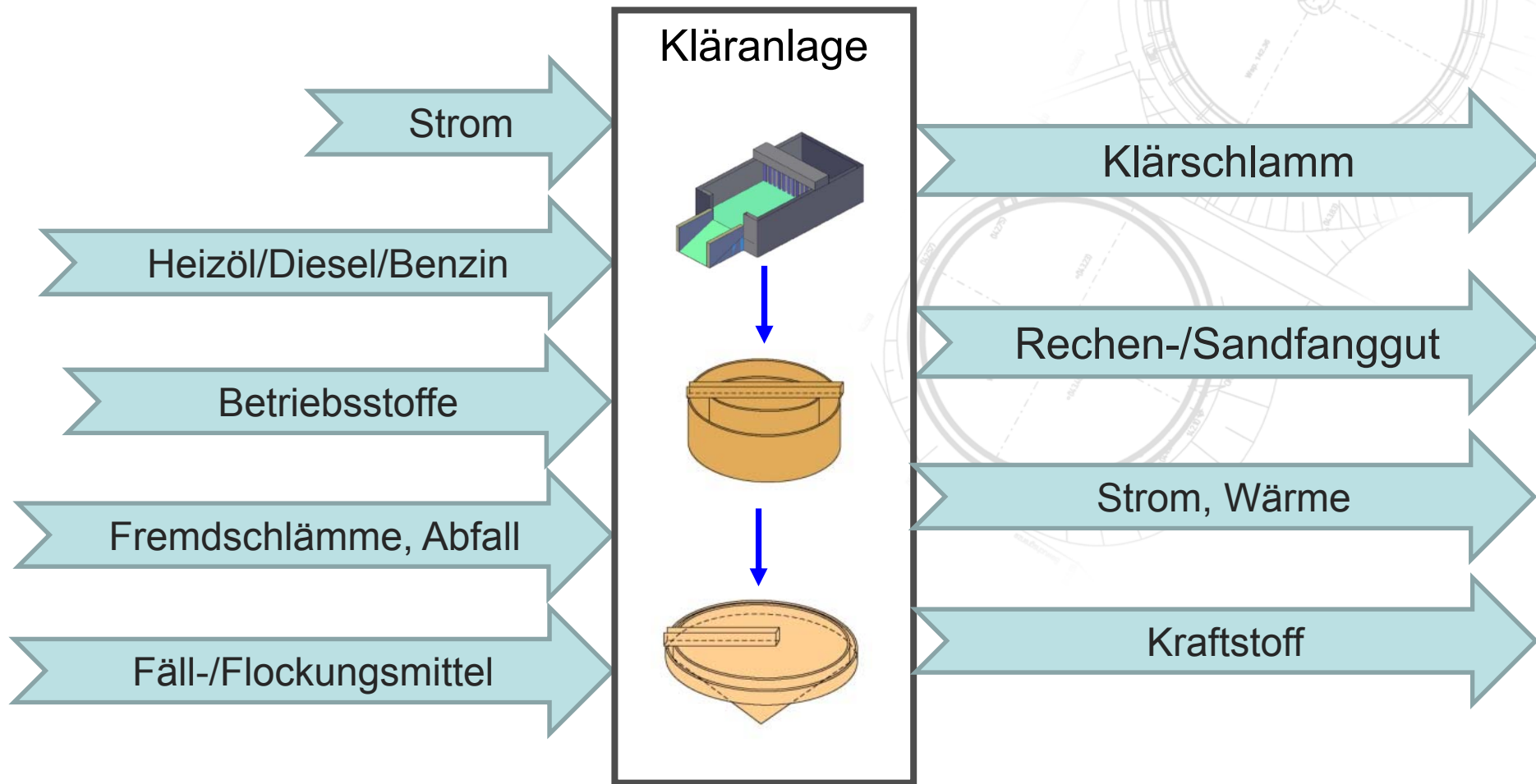


# Einsatzbereich von Schlammstabilisierungsverfahren - 2010





# Energieoptimierung auf Kläranlagen – was muss zukünftig anders werden? Energie- und Stoffstrom-Management (ESSM)





## Fazit



- Vorgehen Energieanalyse und Kennwerte  
→ **Leitfäden und Regelwerke**
- Voraussetzung Energieeffizienz auf Kläranlagen:  
Bestandsaufnahme unter Berücksichtigung (Prüfung)  
anlagenspezifischer Randbedingungen und Verfahrenstechnik
- Energieoptimierung = **wiederholte Überprüfung**  
in Abhängigkeit der aktuellen Anlagenbelastung und Nutzungsdauer



Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit!

[www.tuttahs-meyer.de](http://www.tuttahs-meyer.de)

