

Steigerung der Energieeffizienz bei der Abwasserbehandlung

BMU / UBA –Fachgespräch
29. Januar 2007 in Bonn

BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Haberkern, Darmstadt



Gliederung des Vortrags

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag

1. Bestandsanalyse
2. Trends und Ansatzpunkte für Energieeffizienz
3. Szenarien zur künftigen Entwicklung
4. Vorschlag für gesetzliche Regelung

2

BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Grundlagen der Bestandsanalyse

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag

1. **Statistik der öffentl. Abwasserbeseitigung** (Statistisches Bundesamt)
 - Anzahl der Kläranlagen und angeschlossene Einwohner
 - Häufigkeit nach Größenklassen und eingesetzten Verfahren
2. **Erhebungen zum Mineralölsteuergesetz** (Faulgasmengen)
3. **Flächendeckende Grob- und Feinanalysen** in Ba.-Wü., Hessen, NRW, Österreich
4. **Ergebnisse der DWA-Nachbarschaften** in Baden-Württemberg
5. **DWA Klärschlammhebung 2003/2005**
6. **Eigene Hochrechnungen durch Verknüpfung der Daten**

3

BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



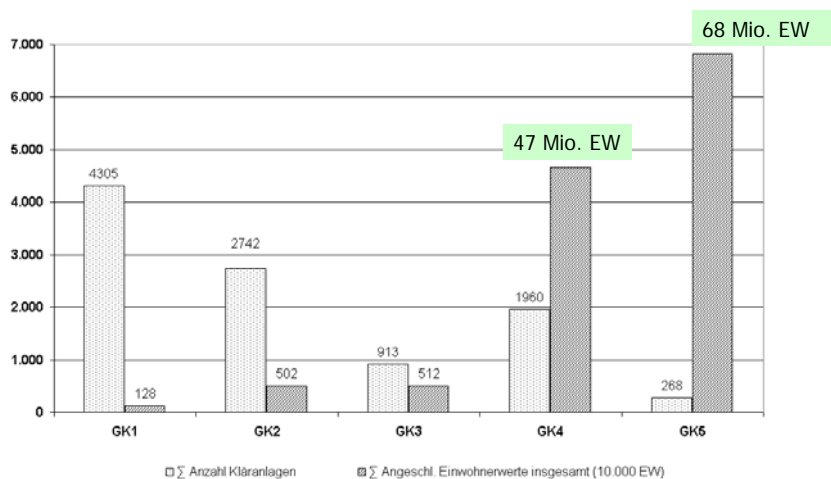
Relevanz der Größenklassen

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag



4

BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



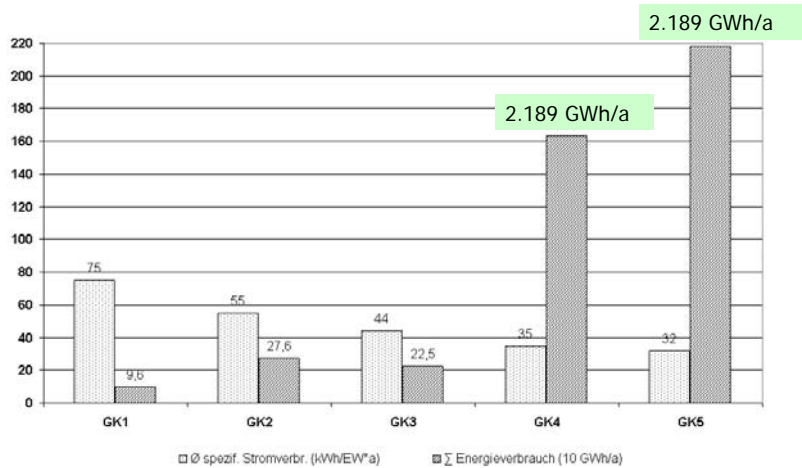
Stromverbrauch nach Größenklassen

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag



5

BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



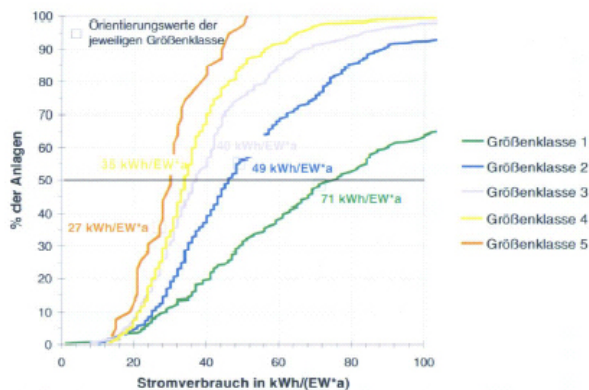
Streubreite spezifischer Stromverbrauch

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag



DWA Leistungsvergleich Ba.-Wü. 2005

6

BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



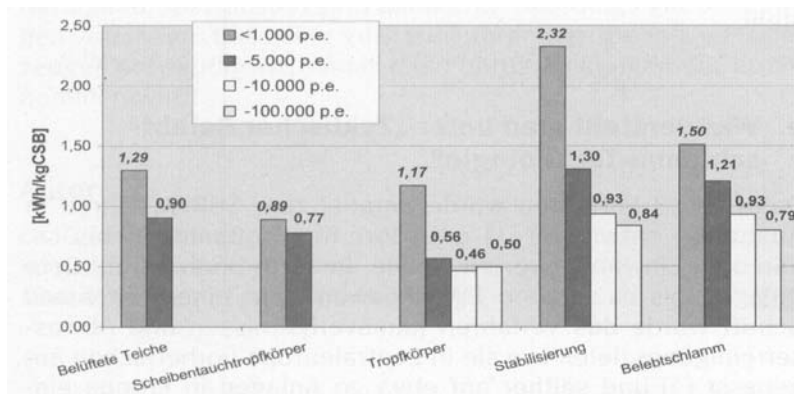
Stromverbrauch nach Verfahren und GK

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag



Demoulin 2003, nach Daten von Roth 1998

7

BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



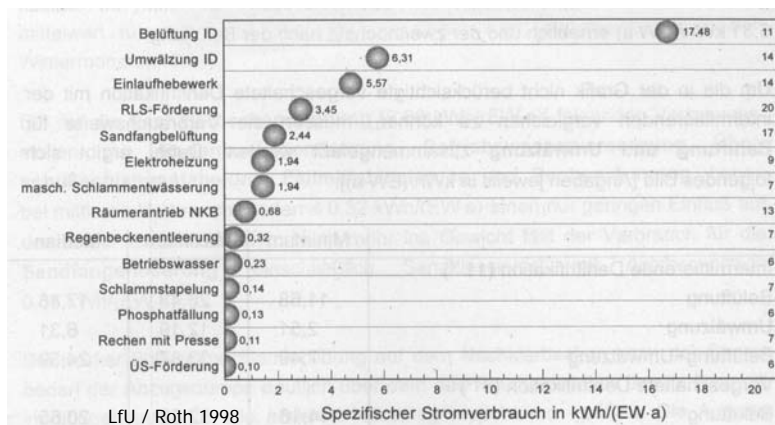
Stromverbrauch nach Anlagenteilen GK 2+3

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag



8

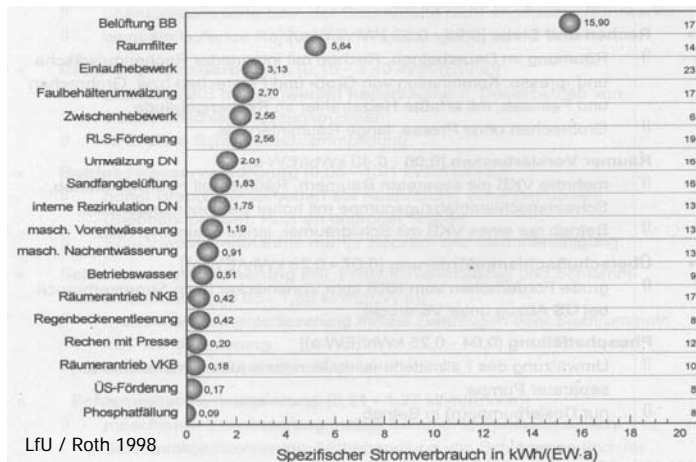
BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Stromverbrauch nach Anlagenteilen GK 4+5

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag



9 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Bundesweite Bilanz

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag

- Gesamtstromverbrauch KA:** 4.400 GWh/a = 35 kWh/EW.a
 - 86 % in KA > 10.000 EW
 - über 1/3 aus Industrieabwasseranteil (126 Mio. EW gesamt)
- Spezifischer Strombedarf** für viele KAs ähnlich, wobei
 - Streuung der Werte stärker bei kleinen KAs
 - Tropfkörper günstiger als Belebungsverfahren
 - Stabilisierungsanlagen gleich wie Belebung mit Faulung
- Für Bewertung der Ist-Situation feinere Differenzierung nötig**
 - Belüftung ist Hauptverbraucher, aber
 - Sonderaggregate beeinflussen Gesamtverbrauch wesentlich

10 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



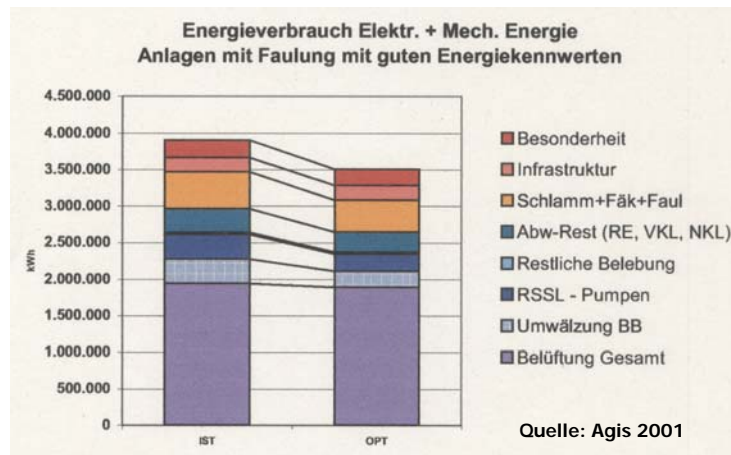
Optimierungspotenzial nach Anlagenteilen I

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag



11 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



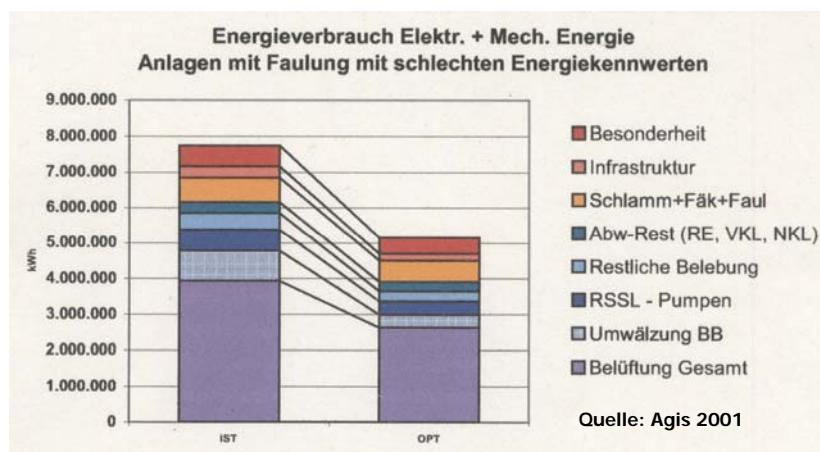
Optimierungspotenzial nach Anlagenteilen II

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag



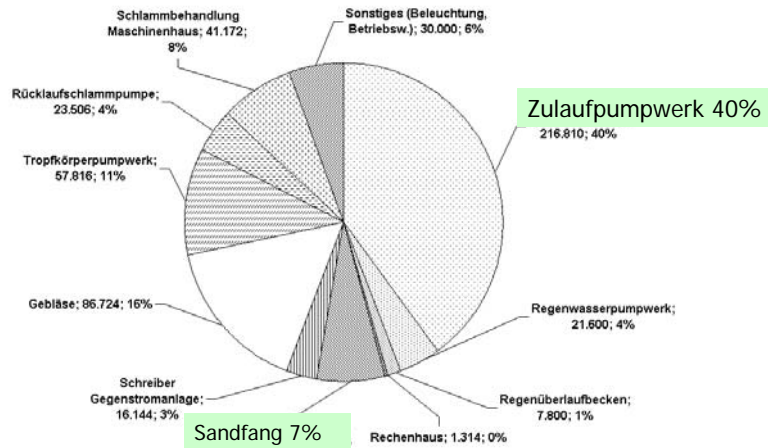
12 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Fallbeispiel für (un-)typische Verteilung

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag



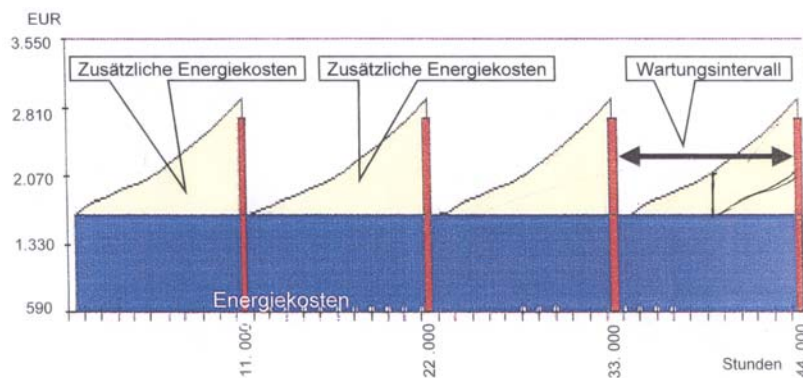
13 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Einfluss der Wartung

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag



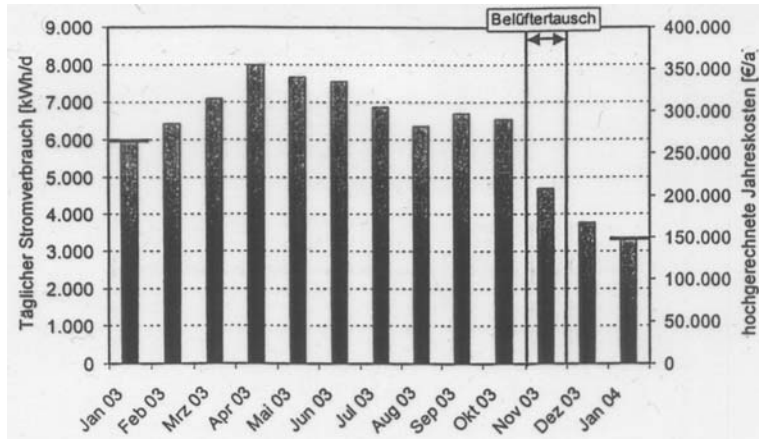
14 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Einfluss Belüftertausch auf Stromverbrauch

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag



Quelle: Jardin, Ruhrverband in 2. WAR-Infotag Darmstadt

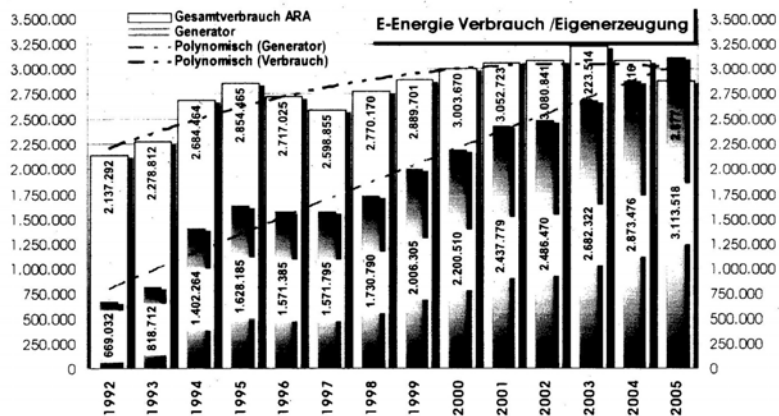
15 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Fallbeispiel Gesamtoptimierung

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag



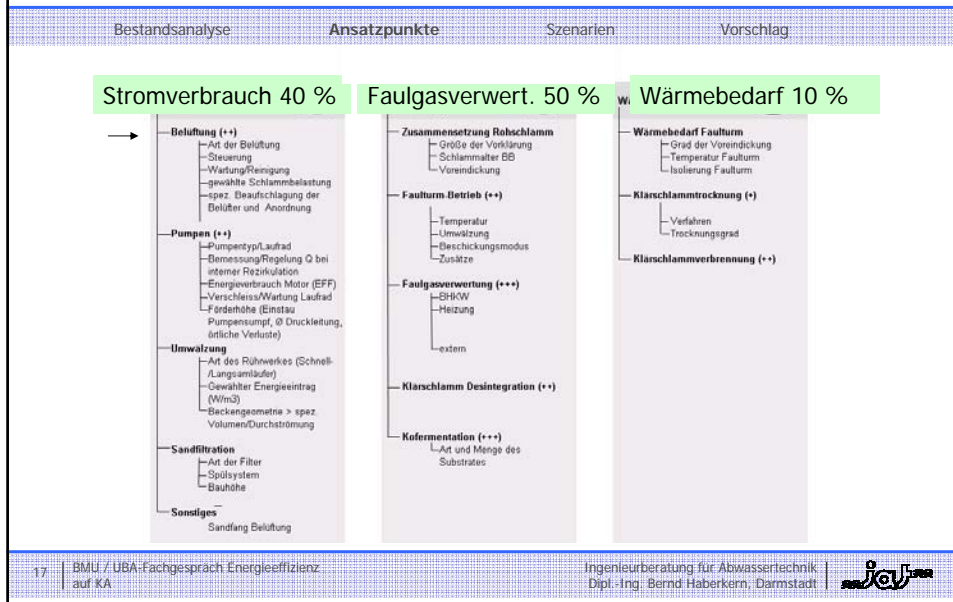
Quelle: AIZ Strass / Wiener Mitteilungen

16 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

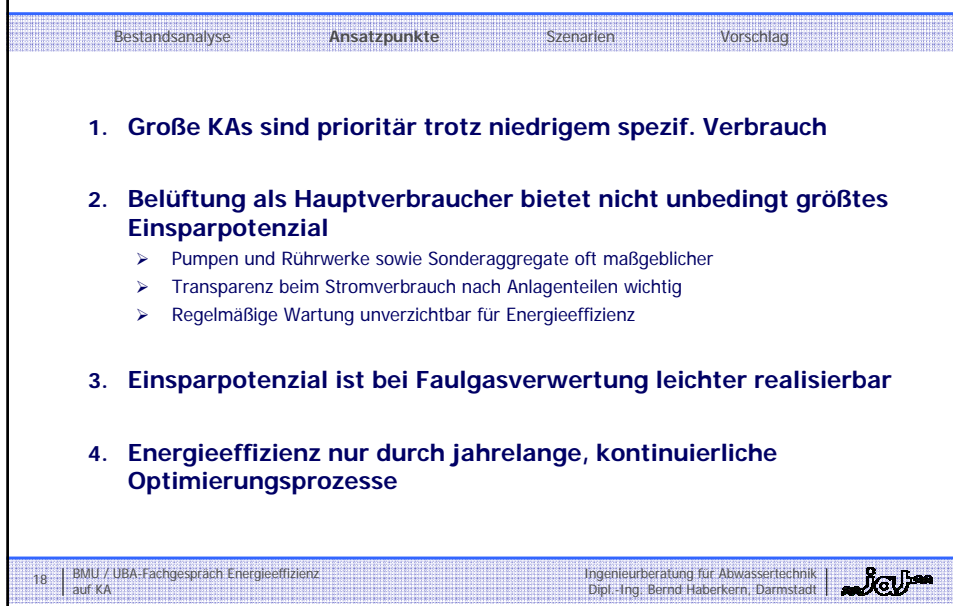
Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Ansatzpunkte für Energieeffizienz Überblick



Schlussfolgerungen zu Ansatzpunkten



Neue Trends und Techniken der Abwasserbehandlung

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag

1. Mehrverbrauch durch Neue Techniken

- Membrantechnik gewinnt an Gewicht
- Klärschlamm Trocknung wird häufiger benötigt
- Nachbehandlung des KA-Ablaufs mit Sandfilter, A-Kohle, Hygienisierung
- Abluftbehandlung verstärkt bei Anwohnerklagen

2. Einsparung durch effiziente Anlagentechnik

- Optimierung der Belüfterelemente
- Effiziente Pumpenlaufräder
- Leistungsfähige BHKWs

3. Einsatz neuer Verfahren

- Prozesswasserbehandlung mit MAP oder Deammonifikation

4. Verstärkte Faulgaserzeugung

5. Änderungen im Umfeld der Kläranlage (Fremdwasser, Industrie)

19 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Grundlagen der Szenarien

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag

1. Häufigkeitsverteilung des KA-Bestandes nach Größe und Verfahren

- Verknüpft mit mittleren spezifischen Verbrauchswerten → Gesamtverbrauch

2. Soll-Ist-Vergleich zwischen Bestand und Idealwerten

- Abschätzung des maximal möglichen (Einspar-) Potenzials

3. Annahme von möglichen Veränderungen im Bestand

- Untere / obere Abschätzung, sowie „realistische“ Variante
- Ermittlung relevanter Bereiche und Ansatzpunkte

20 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

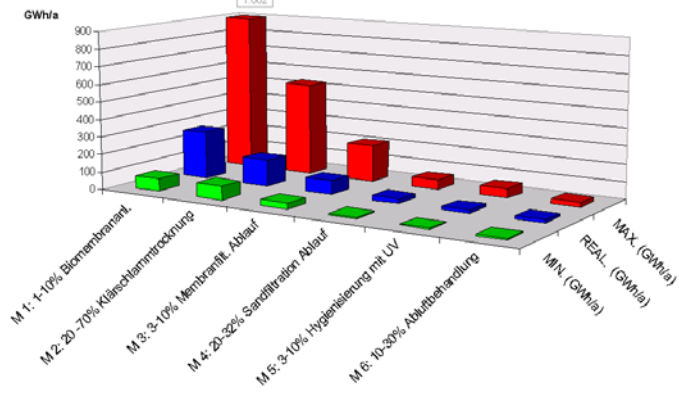
Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Mehrverbrauch durch Neue Techniken

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag

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



21 | BMU / UBA: Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

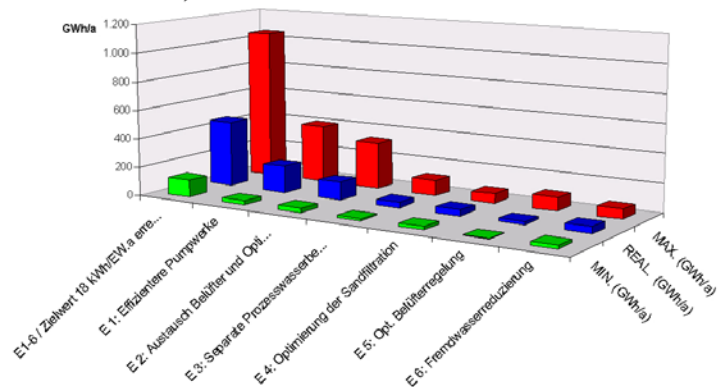
Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Einsparpotenziale

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag

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



22 | BMU / UBA: Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Schlussfolgerungen für gesetzliche Regelung

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag

1. **Schwerpunkt: Große Kläranlagen (i. W. GK 4 + 5)**
2. **Transparenz herstellen:**
 - Jahresstromverbrauch pro EW systematisch erfassen
 - Nach wichtigen Aggregategruppen differenzieren (Belüftung, Pumpwerke)
3. **Flexibilität und Anreize statt starrer Grenzwerte**
 - Benchmarking mit Ziel- und Toleranzwerten (~ Medianwert)
 - Feinanalyse zur Einzelfallbetrachtung
4. **Zeitschiene für längerfristige Optimierung integrieren**
 - Längerfristig Toleranzbereich einengen

23 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Zielwerte und Toleranzbereich für Energieverbrauch

Bestandsanalyse Ansatzpunkte Szenarien Vorschlag

Kennwert Nr.	Anlage/Anlagenteil	Parameter	Kennwert Einheit	Zielwert	Toleranzwerte (Beispiele)	
					GK 3-5	GK 3 GK 4/5
1	Kläranlage insgesamt	Stromverbrauch	kWh/(EW.a)	18,0	35,0	30,0
2	Kläranlage mit Faulung	Eigenversorgungsgrad Strom	%	100,0	-	60,0
3	Kläranlage mit Faulung	externer Wärmebezug	kWh/(EW.a)	0,0	-	3,0
4	Faulung	Menge Faulgas ¹⁾ (bei Normbedingung)	l/EW.d (Nm ³ /EW.a)	30,0 (11)	-	20,0 (7,3)
5	Belüftung Belebung	Stromverbrauch	kWh/(EW.a)	10,0	18,0	16,0
6	Pumpwerke	Stromverbrauch	Wh/m ³ .m	4,0	-	6,0

1) Die Menge an Faulgas aus der Kofermentation (Richtwert 500 l/kg oTR) darf voll auf die gesamte Faulgasmenge angerechnet werden.

24 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Zuschläge zu Kennwerten

Bestandsanalyse	Ansatzpunkte	Szenarien	Vorschlag
Zuschläge zu Kennwerten			
			Zielwert
			GK 3
			GK 4/5
Zu 1 / 2	Flockungsfiltration / Sandfilter im Ablauf	Stromverbrauch	kWh/(EW.a) 2,0 - 4,0
Zu 1 / 2	Membranfiltration	Stromverbrauch	kWh/(EW.a) 9,0 14 14
Zu 1 / 2	Biomembrananlage anstelle biol. Stufe	Stromverbrauch	kWh/(EW.a) 82 130 120
Zu 1 / 2	Klärschlamm-trocknung	Stromverbrauch	kWh/(EW.a) 2 - 4
Zu 1 / 2	Abluftbehandlung	Stromverbrauch	kWh pro 1.000 m³/h 1 2,5 2

25 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz auf KA
Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt

Vorschläge bei Neu- oder Umbauten

Bestandsanalyse	Ansatzpunkte	Szenarien	Vorschlag
<ol style="list-style-type: none"> 1. Klärschlamm-trocknung nur über solare Trocknung oder KS-Vererdung bzw. mit ungenutzter Abwärme (z. B. Abwärme aus Biogasanlagen, Kraftwerken oder Zementwerken) 2. Anaerobe Schlammstabilisierung mit Vorklärung, sofern Umstellung wirtschaftlich vertretbar 3. Einsatz von EFF1-Motoren bei Motoren-/Aggregatetausch obligatorisch z.B. über EU-Richtlinie zu Energy Using Products (EuP-RL) 			

26 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz auf KA
Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt

Zusätzliche Empfehlungen

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag

- **Fortbildung des Betriebspersonals** zu Energieeffizienz
- **Gleiche Vergütung** für Strom aus **Klärgas** (7,6 ct/kWh) und **Biogas** (Kofermentation) s. neues Stromvergütungsgesetz in der Schweiz,
- Bundesweit einheitliche und transparente rechtliche **Regelung für die Kofermentation:**
 - a. Abfallrechtliche Einstufung der Behandlung auf Kläranlagen
 - b. Seuchenhygienische Anforderungen
- **Ordnungspolitische Regelung für den Transport von Klärschlamm** (z.B. maximale Transportentfernung bei wirtschaftlicher Zumutbarkeit).

27 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Zusätzliche Empfehlungen für Eigenkontrollverordnungen

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag

- **Druckmessung** in Druckluftleitung Belüftung (Verlust < 60 mbar).
- **GK 5:** Bestimmung des Sauerstofftrags unter Betriebsbed. alle 5 Jahre
- **Überprüfung Faulgasmengenmessungen:** Max. Abweichung 10 % v. Messwert.
- **Mittlere Belastung der Kläranlage** über wöch. 24 h-Mischproben (s. DWA A 198).

28 | BMU / UBA-Fachgespräch Energieeffizienz
auf KA

Ingenieurberatung für Abwassertechnik
Dipl.-Ing. Bernd Haberkern, Darmstadt



Handlungsfelder im Überblick

Bestandsanalyse

Ansatzpunkte

Szenarien

Vorschlag

Zusammenfassung Szenarien in CO2 Äquivalenten

