



42. Tagung Klärwerkpersonal des Kantons Graubünden Klosters-Serneus

Energieautarke Kläranlage – Utopie oder Realität?

Dr. Jürg Kappeler, Kappeler Concept AG
Kontakt: kappeler@kuc.ch

18. August 2010



Inhalt

- Einleitung
- Aktuelle Situation
- Prioritäre Einflussfaktoren für energieeffiziente Kläranlagen
- Muster-Kläranlage
- Folgerungen





Einleitung

- von 1990 bis 1995 erste Welle von Massnahmen zur Energieoptimierung in Kläranlagen (z.B. Grob- und Feinanalysen; CH führend)
- danach Energiebewusstsein wieder abnehmend
- inzwischen erneute Sensibilisierung der Gesellschaft hinsichtlich Energieproblematik (z.B. Vielzahl von neuen Vorgaben zu Ideal-Energieverbrauch oder Eigenversorgungsgrad etc.)



Einleitung

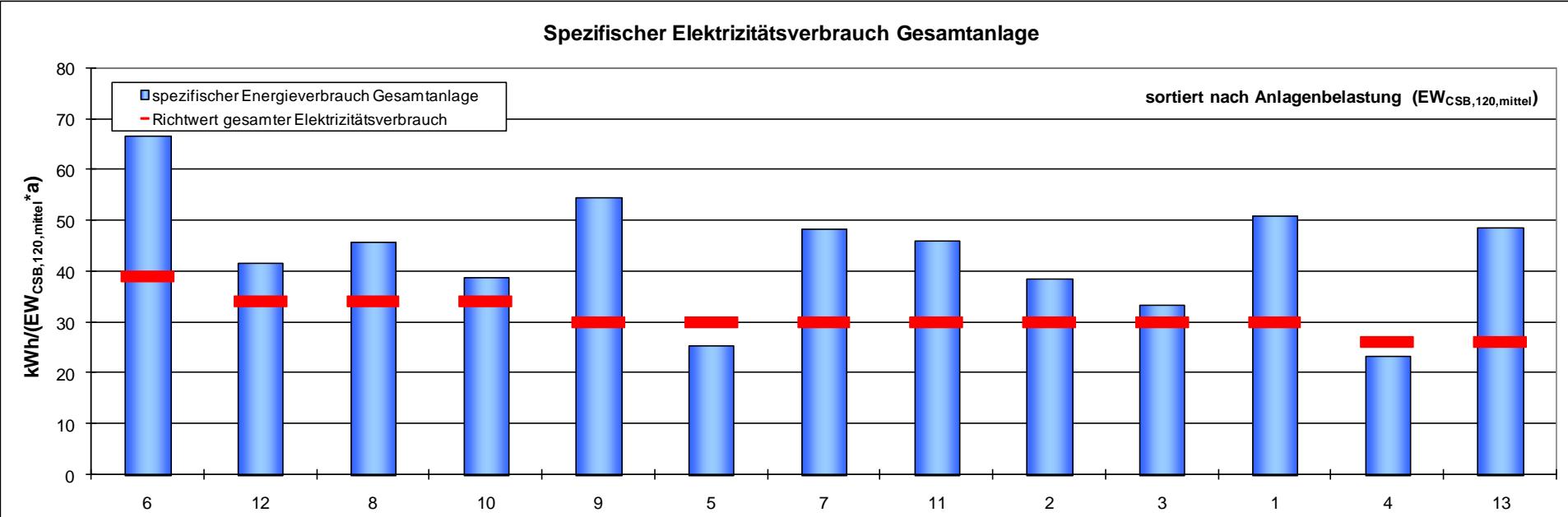
- Bedeutung des Energieverbrauchs
 - Kostenfaktor (Senkung der Betriebskosten durch Reduktion des Energieverbrauchs möglich)
 - Einsparung von nicht erneuerbaren Rohstoffen durch Produktion und Nutzung von Klärgas als wertvollen Energieträger
 - Klimaschutz (Reduktion des CO₂-Ausstosses)
 - Kläranlagen grosser Energieverbraucher in Kommunen (ca. 1/7 des gesamten Stromverbrauchs)





Aktuelle Situation

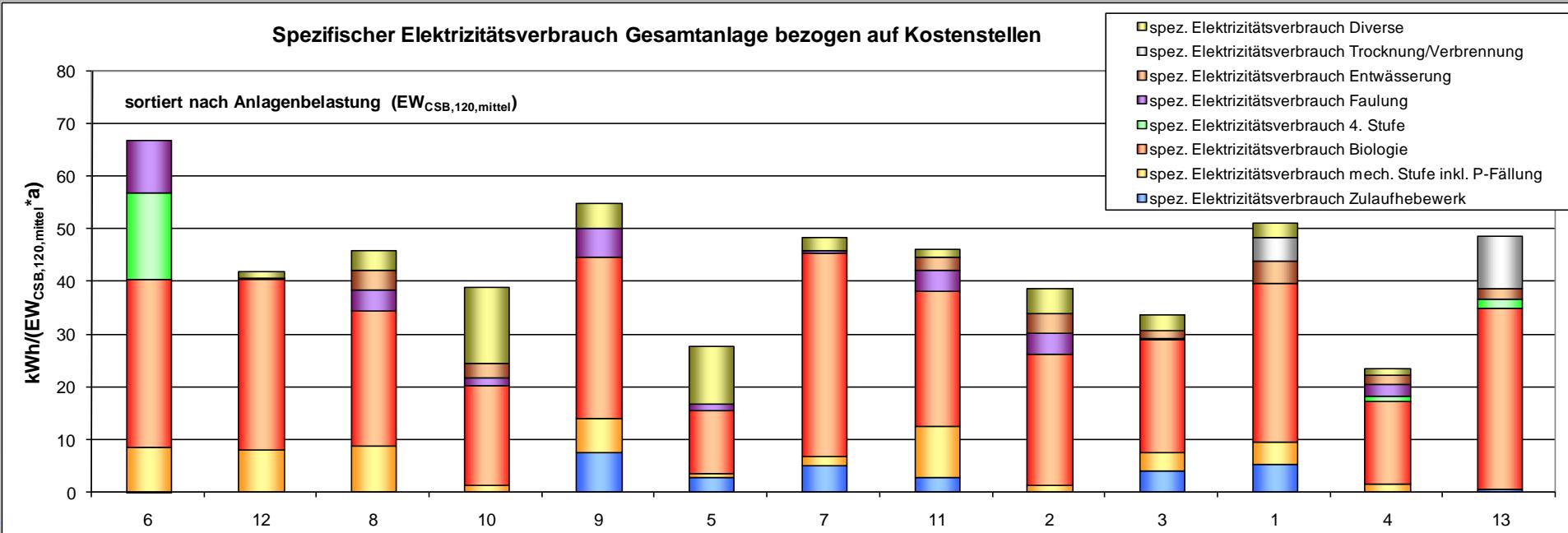
- spezifischer Elektrizitätsverbrauch Gesamtanlage





Aktuelle Situation

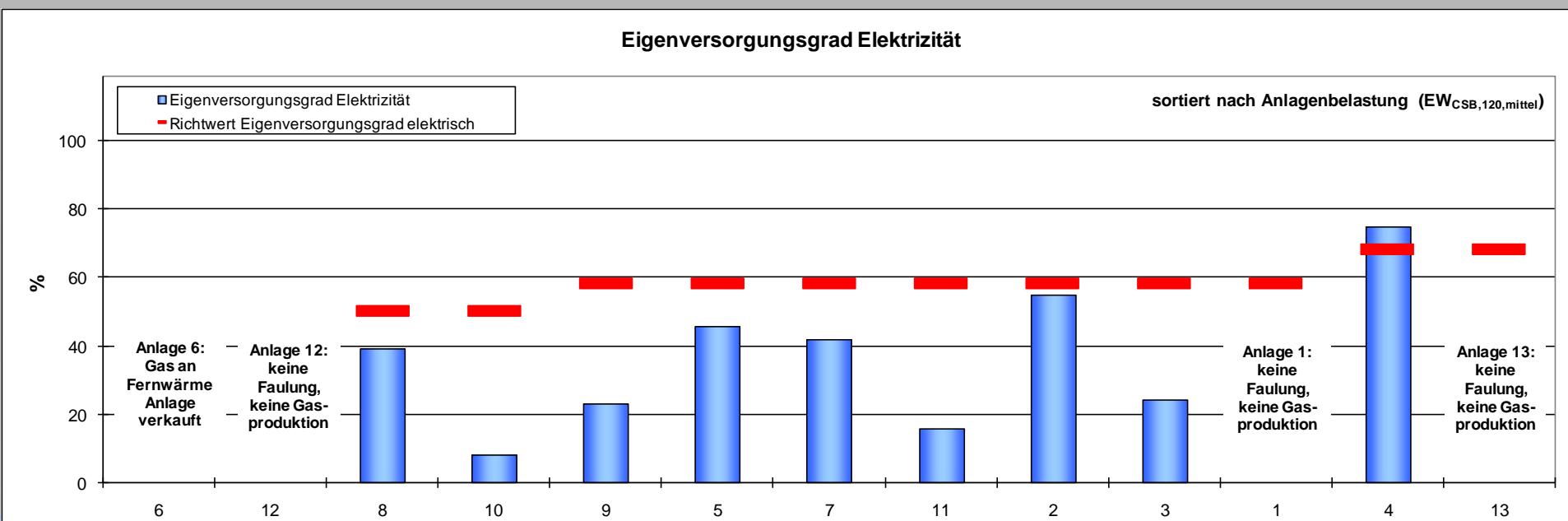
- spezifischer Elektrizitätsverbrauch nach Kostenstellen





Aktuelle Situation

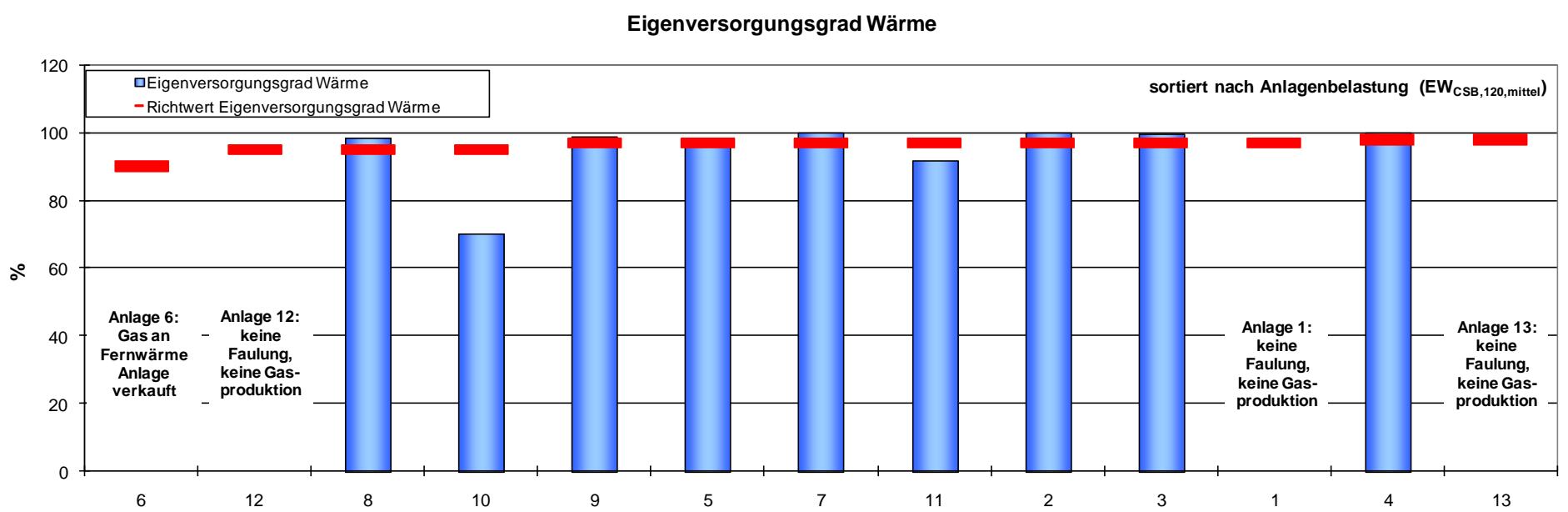
- Eigenversorgungsgrad Elektrizität





Aktuelle Situation

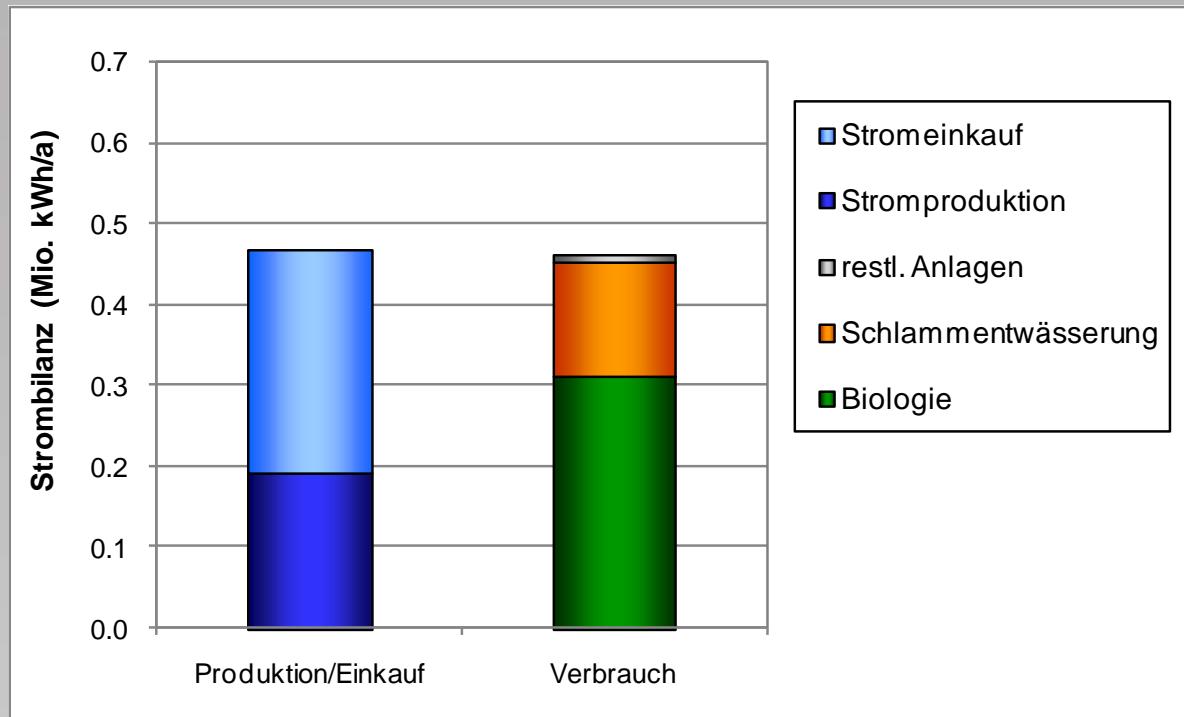
- Eigenversorgungsgrad Wärme





Aktuelle Situation

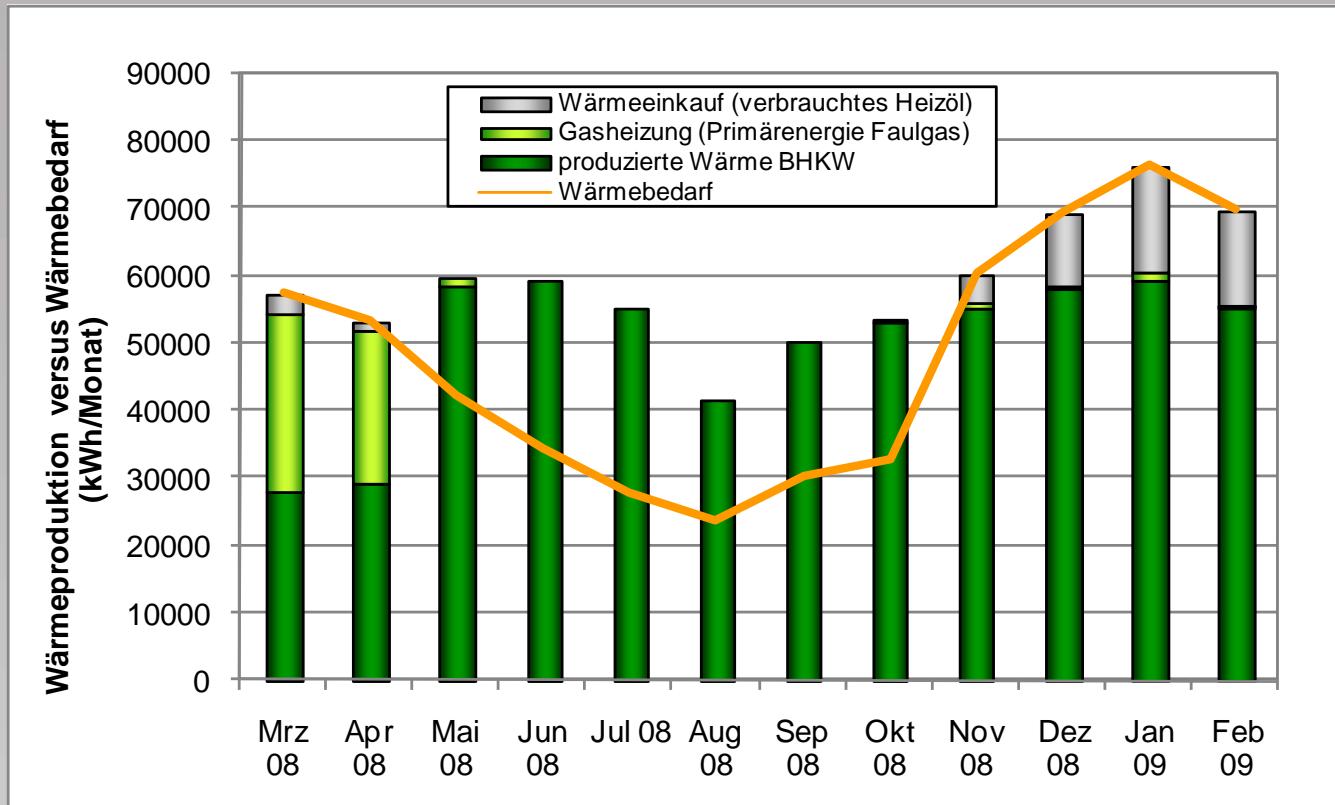
- Energieproduktion, -einkauf und –bedarf





Aktuelle Situation

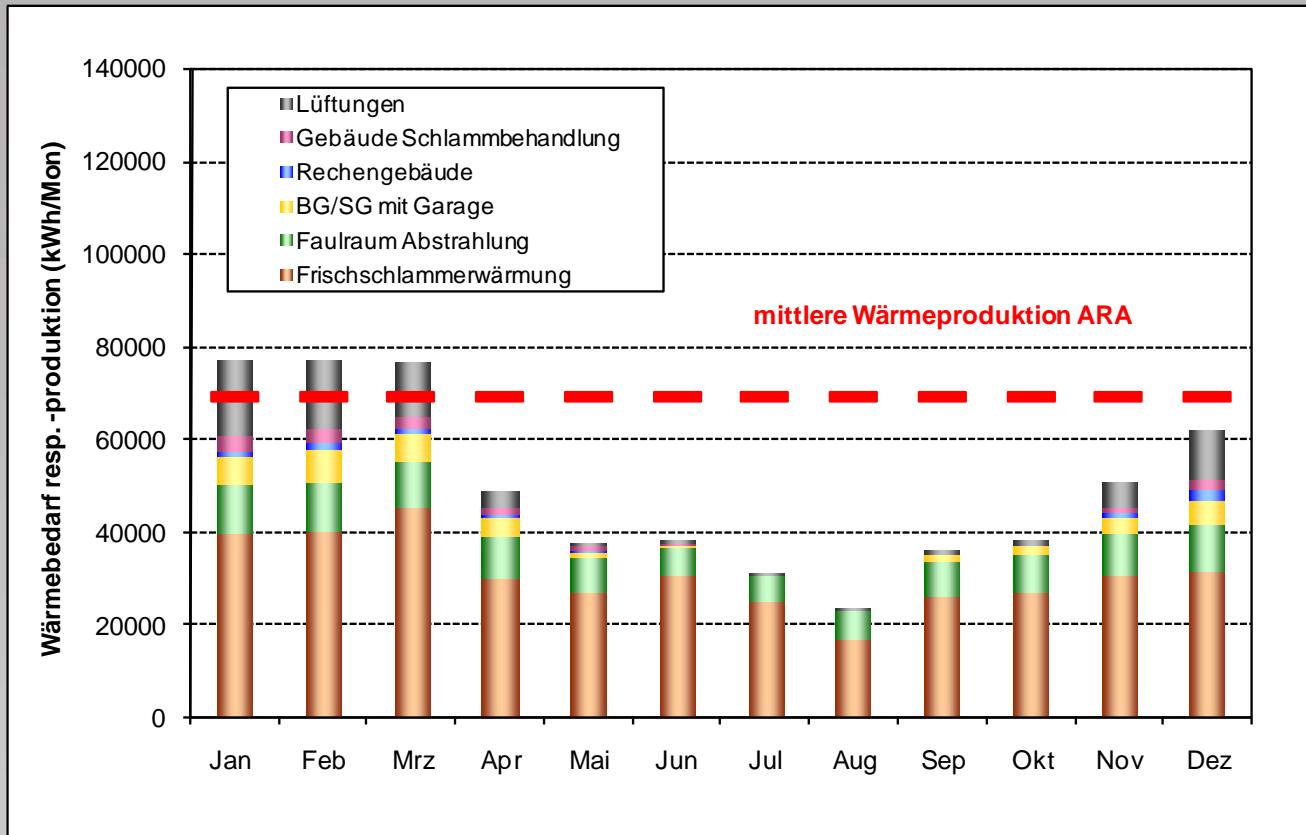
- Wärmeproduktion und Wärmebedarf





Aktuelle Situation

- Eigenversorgungsgrad Wärme





Prioritäre Einflussfaktoren für energieeffiziente Kläranlagen

- Energieoptimierung 1. Priorität
 - effiziente Vorklärung und allenfalls Einsatz einer Vorfällung
 - Optimierung der Biologie
 - Kontrolle Steuerung Energiemanagement
 - Optimierung von BHKW und/oder Mikrogasturbine
 - Eindickung des Überschuss- oder Frischschlamms (bei ungenügender eigener Wärmeproduktion)



Prioritäre Einflussfaktoren für energieeffiziente Kläranlagen

- effiziente Vorklärung und allenfalls Einsatz einer Vorfällung
 - Faulung von partikulären organischen Abwasserinhaltsstoffen statt Oxidation
 - Nachteil: bessere Feststoffabscheidung in Vorklärung bewirkt geringere Stickstoffelimination (Denitrifikation)
 - Kompensation durch separate Behandlung der mit Ammonium hochbelasteten Rückläufe aus der Schlammbehandlung möglich



Prioritäre Einflussfaktoren für energieeffiziente Kläranlagen

- Biologie
 - höchster Elektrizitätsverbrauch nach Kostenstellen
 - Betrieb der Belebtschlammibiologie anhand Sicherheitsfaktor gegen Ausspülen der Nitrifikanten (Reduktion des Trockensubstanzgehalts in warmen Monaten)
 - Denitrifikation
 - richtig ausgelegte Gebläse (z.B. auch nachts) oder allenfalls intermittierender Betrieb
 - Vorsicht bei Minimierung Belüftung (O_2 -Gehalt; Entstehung von klimaschädlichem Lachgas)



Prioritäre Einflussfaktoren für energieeffiziente Kläranlagen

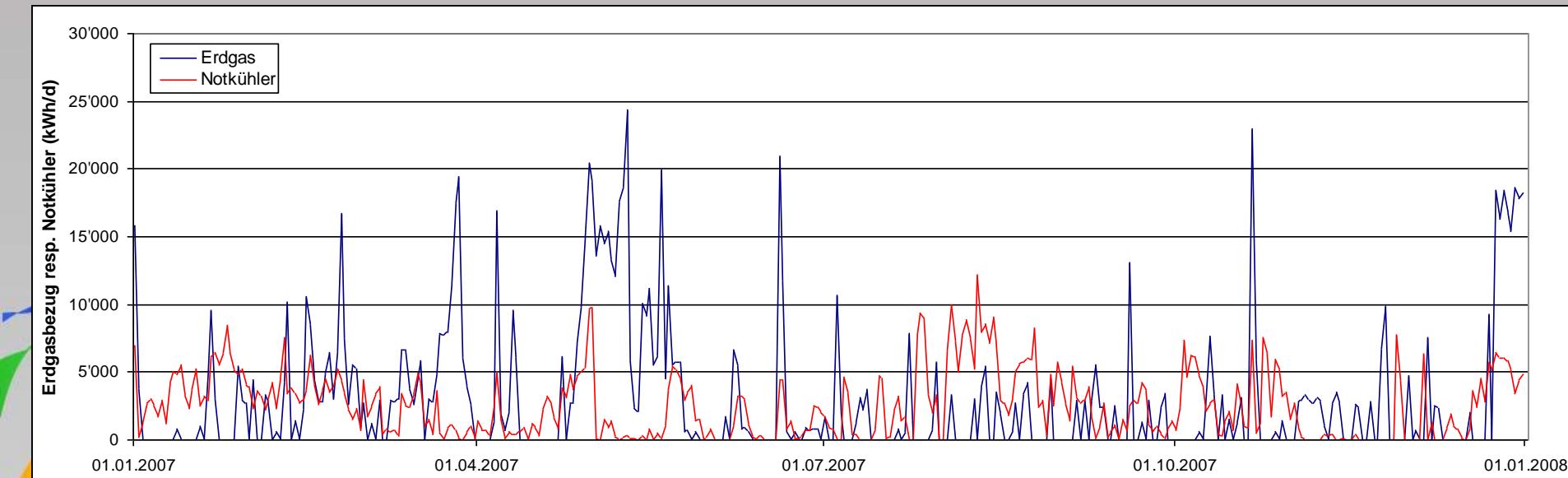
- Biologie
 - Wirbelbettverfahren
 - klassisches Wirbelbett nicht mehr zeitgemäß
 - Hybrid-Wirbelbett als zweckmässiges Verfahren (Ideal-Zustand: O₂-Messung in jedem Kompartiment und Anpassung O₂-Eintrag)
 - mit Hybrid-Wirbelbett nahezu Energieeffizienz von Belebtschlamm anlagen erreichbar





Prioritäre Einflussfaktoren für energieeffiziente Kläranlagen

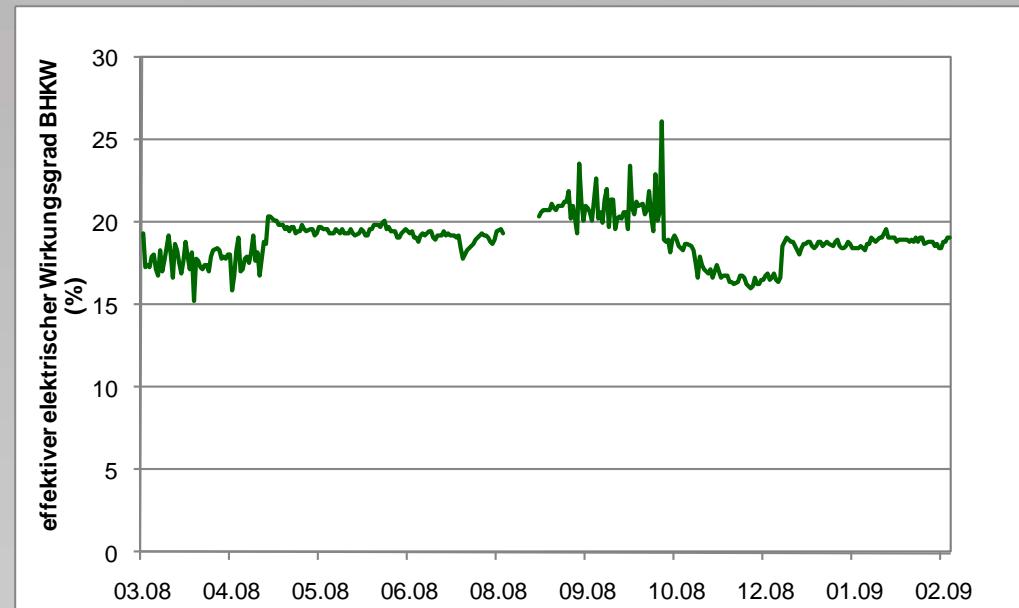
- Kontrolle Steuerung Energiemanagement
 - Steuerung: Erdgasbezug und gleichzeitig Notkühlung
 - Faulturm als riesiger Wärmespeicher
 - Anpassung Soll-Temperatur von Faulung (Sommer/Winter)





Prioritäre Einflussfaktoren für energieeffiziente Kläranlagen

- Optimierung von BHKW und/oder Mikrogasturbine
 - Einsatz alter Blockheizkraftwerke und/oder ungünstiger Betrieb in Teillast oft mit schlechtem Wirkungsgrad
 - Mikrogasturbinen: starke Verschlechterung des Wirkungsgrads bei ungenügender Wärmeabfuhr





Prioritäre Einflussfaktoren für energieeffiziente Kläranlagen

- Eindickung des Überschuss- oder Frischschlamms
 - falls Anlage nicht wärmeautark (z.B. Faulturm im Grundwasser), dann wirkungsvollste Massnahme



Prioritäre Einflussfaktoren für energieeffiziente Kläranlagen

- Energieoptimierung 2. Priorität
 - Verbesserung der Wirkungsgrade
 - Anpassung Temperaturniveaus (z.B. bei Entlüftung mit Luftwechsel)
 - Reduktion der Pumpenhöhe
 - Gebäudeisolation
 - Reduktion der Wassermenge (Fremdwasser)
 - Co-Vergärung (v.a. gelöste Substrate)
 - Wärmerückgewinnung des ausgefaultem Schlamm
 - Wärmenutzung von Gebläsestation, Kollektorleitungen etc.
 - Wärmenutzung aus Abwasser
 - Einsatz von Photovoltaik



Prioritäre Einflussfaktoren für energieeffiziente Kläranlagen

- zu beachten bei Kennzahlenvergleichen:
 - Industrieabwasseranteil (z.B. bei Vergleich von kWh/EW.a)
 - Verarbeitung von Co-Substraten und Fremdschlämmen (spezifische Gasproduktion, Eigenversorgungsgrad)
 - Entwässerung und Trocknung der Schlämme
 - ...



Muster-Kläranlage

- kommunale Kläranlage mit
 - mechanischer Stufe
 - Belebtschlamm-Biologie
 - Phosphatfällung
 - Faulung mit Gasverwertung
 - Entwässerung
- Annahme
 - Wärmeautarkie
 - Eigenversorgungsgrad Elektrizität ca. 45%

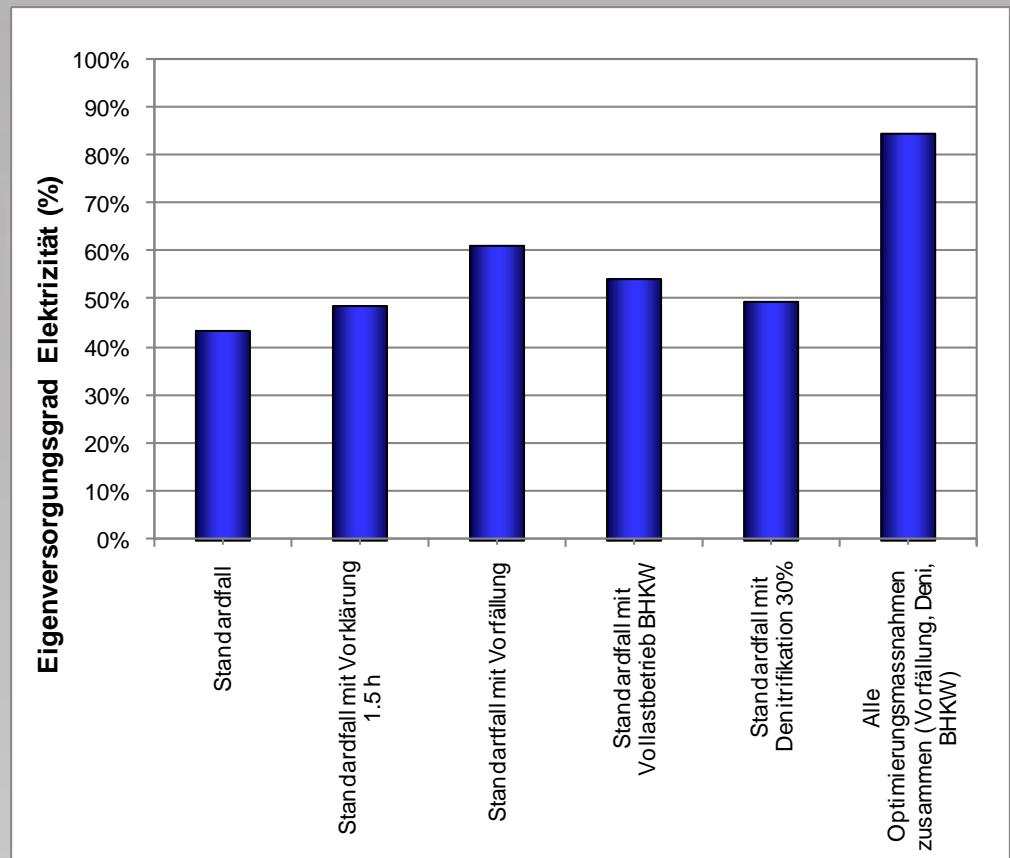
Randbedingungen

- kein Einsatz von Fremdschlamm oder Co-Substraten in der Faulung
- Entwässerung des gefaulten Schlamms (keine Trocknung)



Muster-Kläranlage

1. Fall: Standard (Daten 2009)
2. Fall: mit Vorklärung 1.5h
3. Fall: mit Vorfällung
4. Fall: mit Vollastbetrieb
BHKW
5. Fall: mit Denitrifikation
30%
6. Fall: alle Massnahmen
zusammen
→ Eigenver-
sorgungsgrad 85%





Folgerungen

- energieautarke Kläranlage ist realistisch (Hinweise aus BM-Projekten)
- zukünftige energieeffiziente Kläranlage
 - sehr grosse Vorklärung (allenfalls mit Vorfällung)
 - Verfahren Biologie: Belebtschlamm oder Hybrid-Wirbelbett
 - separate Behandlung der Rückläufe (z.B. Anammox-Verfahren)
 - Überschussschlamm- oder Frischschlamm-Eindickung
 - BHKW bei voller Leistung mit Wirkungsgrad 35%
- Energiedaten in Controlling-Instrument integrieren



Folgerungen

- Vorgehen bei Optimierung
 - 1. relevante Kennzahlen ermitteln
 - 2. Vergleich (z.B. mit Datensatz aus Benchmarking-Projekt), um Kennzahlen in Zusammenhang zu stellen und Potenziale zu ermitteln
 - 3. Erstellung und Beurteilung von Massnahmen (Machbarkeit/Wirtschaftlichkeit)
 - 4. Umsetzung der Massnahmen
 - 5. Erfolgskontrolle



Folgerungen

energieautarke Kläranlage wird in
ca. 5 Jahren Realität!

