

Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen

Dr.-Ing. G. Seibert-Erling

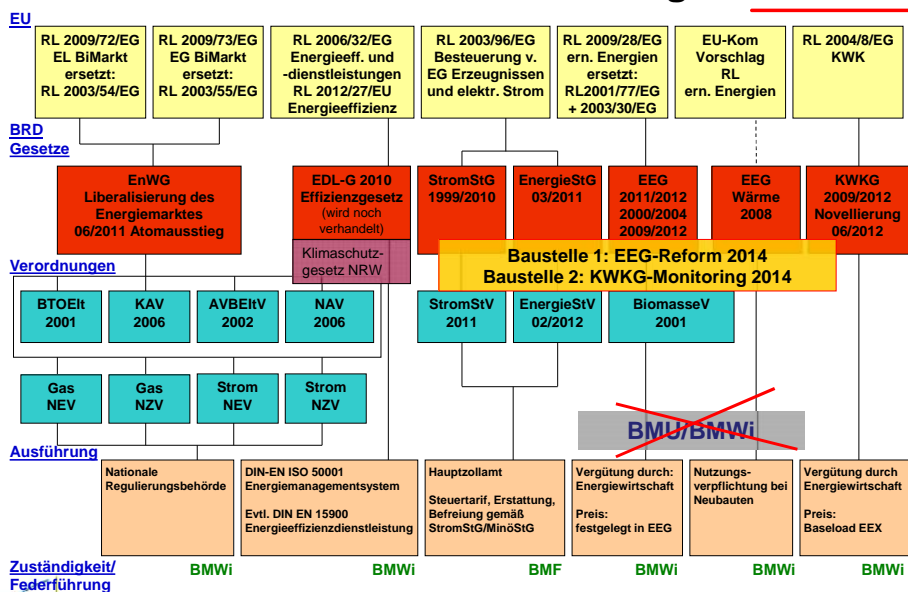
1. Energierecht, Energiepolitik, Energiekosten, Energiepreise
2. Energie (Wärme) auf Kläranlagen
3. Wärmeproduktion, Wärmeverteilung, Wärmepotentiale
4. Verbundlösungen, Wärmetransport
5. Ausblick



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 1

Energierecht 2014



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 2

Zeitplan EEG-Reform 2014



Ziel: Das neue EEG tritt am 1.8.2014 in Kraft.

... ohne dass die vorhandenen EEGs zurückgenommen werden!

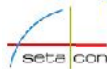


G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 3

Preisentwicklung

- **Strompreise**
Die Strompreise sind für die Kläranlagen in den letzten 10 Jahren im Mittel mit ca. 7% pro Jahr angestiegen.
- **Was ist von der EEG-Reform 2014 zu erwarten?**
Durch die EEG-Reform wird die Änderungsgeschwindigkeit des Strompreises stabilisiert!



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 4

Energieverbrauch und Energiekosten

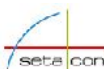
Wer oder was verbraucht wieviel Energie pro Jahr?

Was kostet wie viel pro Person/Durchschnittshaushalt (4 Personen)?



- Rettung der HypoRealEstate-Bank
- Stromkosten
- Stromkosten der Kläranlage
- EEG-Umlage
- Abwassergebühren
- iPhone
- Kühlschrank (energieeffizient)

1160 EUR/a



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 5

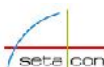
(Energie-)Kosten für private Haushalte

Verbrauchswerte

- Kühlschrank (energieeffizient) **60 kWh/a**
- Kläranlage pro Person **40 kWh/a**
- iPhone **2 kWh/a**

Kosten pro Haushalt (4 Personen)

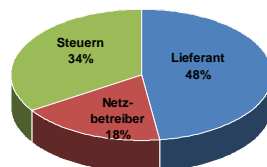
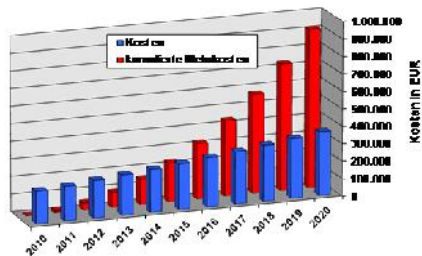
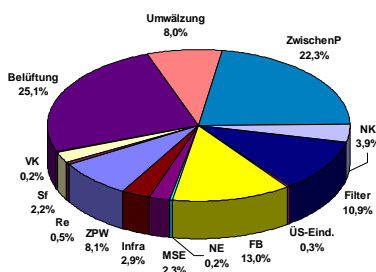
- Stromkosten **1.500 EUR/a**
- EEG-Umlage **180 EUR/a**
- Abwassergebühren **500 EUR/a**
- Stromkosten der Kläranlage **32 EUR/a**
- Rettung der HypoRealEstate-Bank **290 x 4 = 1.160 EUR**



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

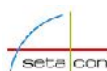
Folie 6

Energieanalyse, Kostenbetrachtung



(1) **Prognose**
Steigerungsrate ca. 7% pro Jahr

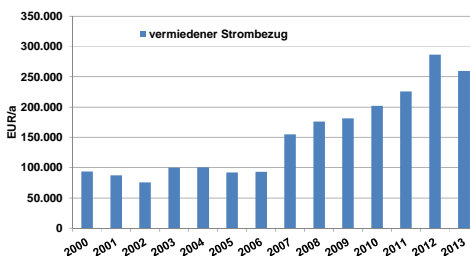
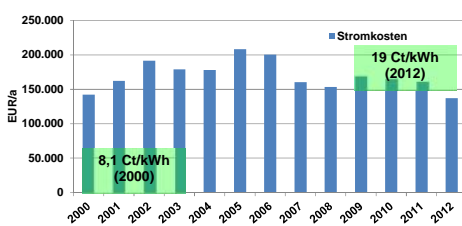
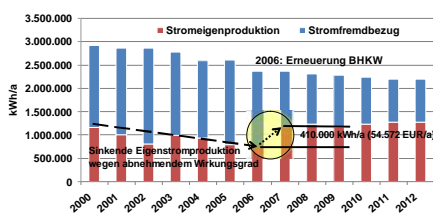
(2) **Konsequenzen für wirtschaftliche Energiemaßnahmen**
1 ct/kWh Teuerung verbessert das K/N-Verhältnis um 5%



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 7

KA Ahrensburg – Entwicklung 2000 - 2013



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 8

Strom- und Wärmebilanz einer Kläranlage

Energiebezug, Fremdenergie

- Strombezug (EVU)
- Erdgas, Propangas
- Heizöl
- Abwasserwärme

Eigenproduktion

- Klärgas ... mittels BHKW Strom und Wärme
- Solarenergie (Wärme/Strom)
- Strom aus Windkraft
- Strom aus Wasserkraft
- Abwärme (Gebläse)

Stromverbrauch

- Aggregate, Maschinen
- elektrische Heizungen
- Klimageräte
- Beleuchtung

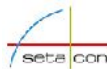
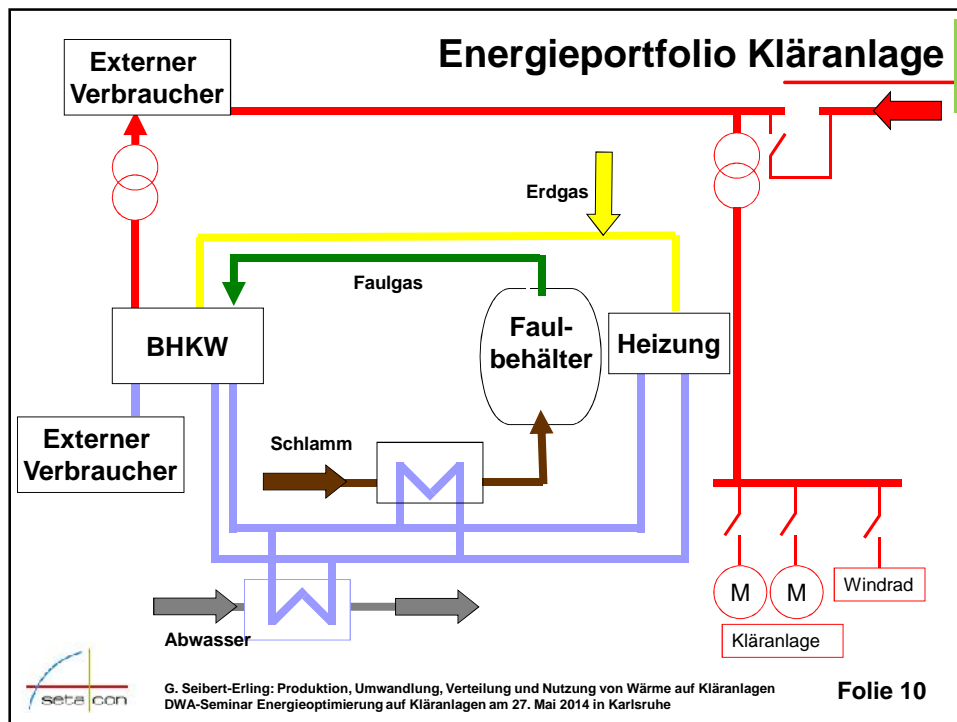
Wärme-/Kältebedarf

- Schlammaufheizung
- Transmissionsverluste FB
- Gebäudeheizung
- Funktionsgebäude
- Elektroräume (Server!)



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 9



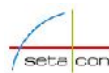
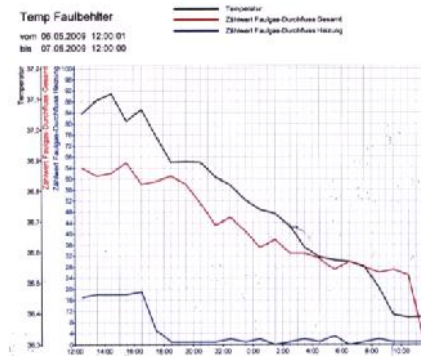
G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 10

Wärmebedarf eines Faulbehälters

Vorgehensweise in der Praxis

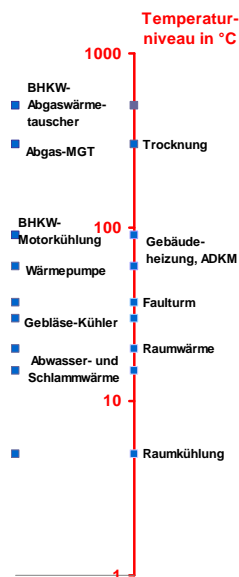
- Abkopplung des Faulbehälters von der Schlamm- und Warmwasserzufuhr
- Ermittlung der Temperaturabsenkung über 12 – 36 h
- Zugabe des (gespeicherten) kalten Schlammes
- Warmwasserzufuhr, möglichst nur mit Wärme aus Klärgas
- Ermittlung der wärmetechnischen Parameter aus den Messdaten



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 11

Temperaturniveau von Wärmequellen



Wärme ist immer eine Frage der Temperatur!

- Hochtemperatur ca. 500 Grad C
- Niedertemperatur 50 - 100 Grad C
- Umgebungstemperatur ca. 15 Grad C
- Wärmeverteilung durch Konvektion, technische Umluft oder Strahlung



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 12

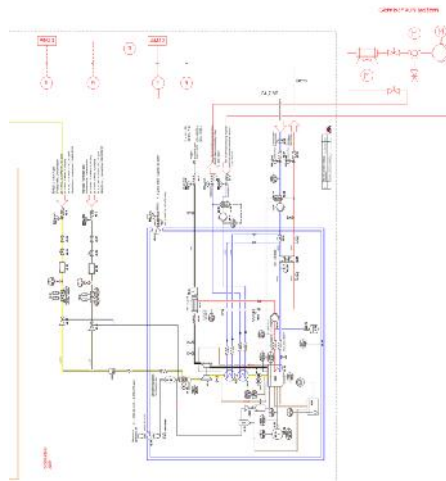
altes BHKW



neues BHKW (2014)



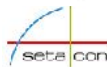
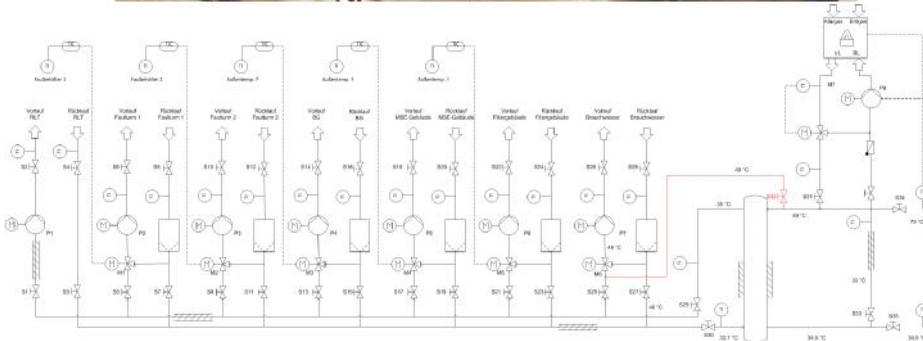
Kläranlage Jülich (WVER)



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 13

Heizungsverteiler



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

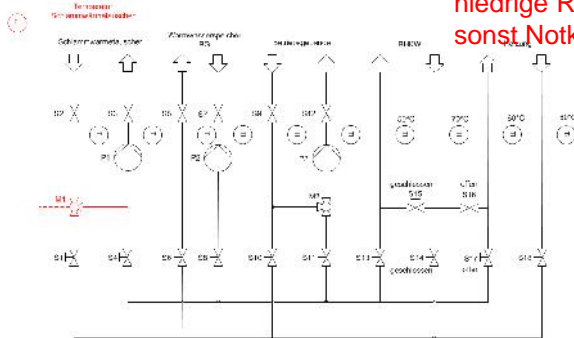
Folie 14

KA Schöenthal (Aggerverband)



- Heizungsbetrieb
ursprünglich 4-Wege-Mischer
hohe Rücklauftemperatur
verhindert Versottung des Heizkessels

- BHKW-Betrieb
niedrige Rücklauftemperatur erforderlich
sonst Notkühlerbetrieb
...bei Erdgas als Brennstoff



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

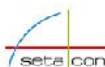
Folie 15

Wärmerückgewinnung aus Faulschlamm



Rekuperator

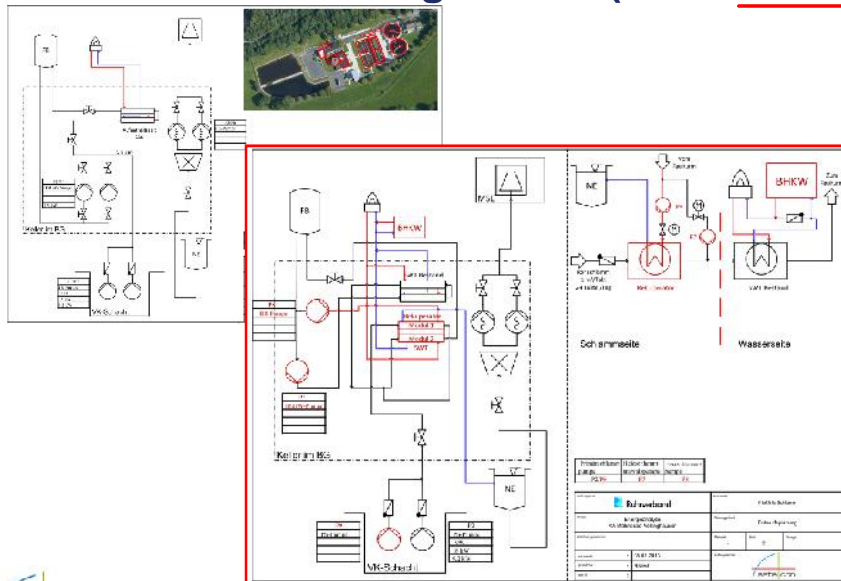
- Schlamm/Schlamm-Wärmetauscher
- Erwärmung des kalten Rohschlammes mit (Ab-) Wärme aus dem aufgeheizten Faulschlamm



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 16

KA Völlinghausen (Ruhrverband)

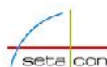


G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 17

Der Weg zur Verbundlösung


- Bilanzierung der Überschüsse (nach Optimierung)
- Abnehmer identifizieren
(Mengen, Entfernungen, Temperaturniveau etc.)
- Wirtschaftliche Randbedingungen prüfen
(Energiepreise, Unternehmensformen, Förderung)
- Rechtliche Randbedingungen klären
(Steuern, Betrieb gewerblicher Art)
- Betriebliche Fragen
(Betreiber, Versorgungssicherheit)




G. Seibert-Erling: Praktische Umsetzung von Energiemaßnahmen
Vortrag auf dem 11. Kölner Kanal- und Kläranlagenkolloquium am 30.09.2010 in Köln

Folie 18

Abwärmenutzung - Verbundsysteme



Rationelle (Ab)Wärmenutzung in NRW



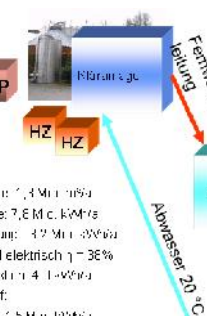
Exzellenz NRW

Wärmeverbundsysteme

Energieverbundsysteme: Beispiele zur Abwärmenutzung

BHKW + WP

$F_{el} = 111 \text{ MW}$
 $F_{th} = 50 \text{ MW}$



Kläranlage

Fernwärmeleitung

Abwasser 20 °C

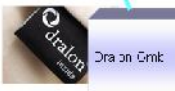
Wärmebedarf 0,1 Mio. kWh/a

Erzeugungszug 3,8 Mio. kWh/a

Gesamtwärme 0,1 Mio. kWh/a


Gesamtbedarf Strom 2,2 Mio. kWh/a


- Wärmeleistung: 1,4 Mio. kWh/a
- Primärenergie: 7,8 Mio. kWh/a
- Stromerzeugung: 4,2 Mio. kWh/a
- Wirkungsgrad elektrisch $\eta = 38\%$
- Wärmeleistung: 4,1 Mio. kWh/a
- Energieeffiz.: 1,5 Mio. kWh/a
- Stromeffiz.: 2,8 kWh/a



Oran on GmbH

- Zuluft: mindestens 1 mal pro 10-12 Jahre
- 3 Stillstände/Jahr je eine Woche
- Abwasser: nur 1-2 °C Schwankung, +10 °C




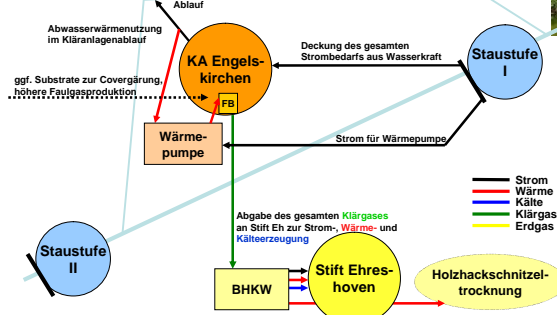


G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe


Folie 19


Energieverbund Ehreshoven





— Strom
— Wärme
— Kälte
— Klärgas
— Erdgas





G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 20

Wärme Tagebau Erftverband

Wohlige Wärme aus dem Tagebau

ENERGIE Hambacher Sumpfungswasser heizt über die Wiebachleitung Gebäude des Erftverbandes

VON NORBERT KÜRTH

Bergheim. Norbert Engelhardt, Vorstand des Erftverbandes, hätte gern noch auf den Knopf gedrückt, um so die Einweihung der neuen Heizung zünftig zu zelebrieren. „Aber das geht leider nicht“, sagte er, „die Anlage läuft nämlich schon seit zwei Wochen.“

Dabei sei hier im Dezember noch nichts gewesen, berichtete Engelhardt den Gästen und Vertretern der beteiligten Firmen. Aber der Entschluss war gefasst, das im Durchschnitt 26 Grad warme Wasser aus dem Tagebau Hambach als Wärmequelle zu nutzen. Zumal die Wiebachleitung, durch die es abgepumpt wird, direkt an den Gebäudekomplex des Erftverbandes vorbeifließt.

„Mehc“ hält die Rohre sauber

Zunächst aber standen die Logistiker der beteiligten Firmen und von RWE vor einem Problem. Das Sumpfungswasser aus dem Tagebau Hambach ist nicht ganz sauber. Die Folge könnte sein, dass die Rohrleitungen innerhalb der Anlage verstopfen. Die Lösung für das Problem ist nur daumendick und wird in Fachkreisen „Mehc“ genannt. Das Kunststoffteil wird bei

der geringsten Verschmutzung mit dem Wasserstrom und zusätzlicher Druckluft durch die Edelmetallrohre gepusht und hält so das Innere der Rohre sauber.

Jetzt können rund 35 000 Liter Wasser pro Stunde durch die Anlage gepusht werden. Das Prinzip ist einfach: Das warme Wasser läuft durch, wird komprimiert und über Wärmetauscher an die Zentralheizung übertragen. Wenn das Sumpfungswasser die Anlage durchläuft, ist es lediglich ein paar Grad kälter. So aber kann fast der gesamte Gebäudekomplex des Erftverbandes beheizt werden.

Die Anlage, die in einer separaten Halle steht, konnte in einer Zeit von nur sechs Monaten errichtet und in Betrieb genommen werden. Die Heizleistung liegt bei 300 Kilowatt (kW) und soll später auf 600 kW erweitert werden. Für Engelhardt stehen die Energieeffizienz und die Nutzung regenerativer Energiequellen ganz oben auf der Agenda: „Die Investition stellt aufgrund der geringen Betriebskosten und des niedrigen Kohlendioxid-Ausstoßes nicht nur eine umweltfreundliche, sondern auch eine wirtschaftliche Alternative für uns dar.“

Und weil der Verband auch in Biogasanlagen und Fotovoltaikfeldern auf den Dächern investiert hat, kann der Wasserverband inzwischen knapp 30 Prozent seines Energiebedarfs selbst erzeugen.

„Wir unterstützen unterschiedlichste Projekte, um die Energie aus dem Kraftwerkprozess oder die Gewärme aus dem Boden für Heizzwecke zu nutzen“, sagte Lars Kalk, Braunkohlepiester bei RWE Power. Er zeigte sich hochzufrieden darüber, „dass wir unsere Kompetenz in das gemeinsame Projekt mit dem Erftverband einbringen konnten“. Zufrieden zeigten sich auch die Vertreter beteiligter Unternehmen wie etwa die Firmen Viessmann oder die Elsdofer Heizungsfirma Kallenberg & Melmeleg.

Eine lohnende Investition für Verband und Umwelt, lautet das Resümee. Bei einem zugrunde gelegten Gesamtwert von 1200 Kilowatt pro Jahr spart der Erftverband 58 000 Euro an Heizkosten. Bei der Gesamtinvestition von 650 000 Euro wäre die Anlage damit nach rund elf Jahren bezahlt.

Die Gießheizung wird jedenfalls nicht mehr benötigt. Und die Heizkesselanlage, die im neuen Labor ihren Platz hat, braucht nur noch bei Bedarf zugeschaltet zu werden.

WSTA
17.10.14, 20.11



RWE-Braunkohlepiester Lars Kalk, Thoma Krause, Geschäftsführer der Firma Viessmann Deutschland, und Erftverbands-Chef Norbert Engelhardt (v. l.) fächeln sich über das Heizen mit Grubenwasser. 018.01.01



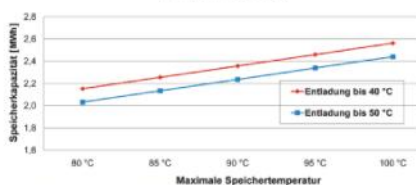
G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 21

Wärmespeicher auf Rädern



Speicherkapazität
(Näherungswerte)



Technische Daten

Maße	Spezifikation	Wert
Länge		6,06 m
Breite		2,44 m
Höhe		2,44 m
Gewicht (ohne Trailer)		ca. 26 t
Speichervolumen (Innenwanne)		ca. 17 m ³

Wärmeinhalt

Temperatur voll/leer	100 °C / 40 °C	2,5 MWh
Temperatur voll/leer	90 °C / 40 °C	2,3 MWh

Leistungen im Natriumacetat-Schmelzbereich

Beladeleistung Wasser	90 °C / 65 °C	250 kW
Entladeleistung Wasser	52 °C / 40 °C	125 kW
Druckverlust bei 10,8 m ³ / h		200 mbar
Wärmeverlust pro Tag		< 0,5 %

www.latherm.de

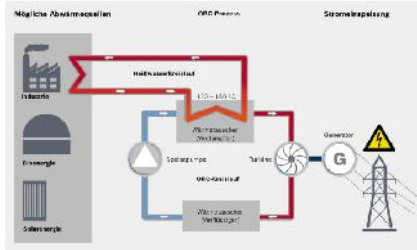


G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 22

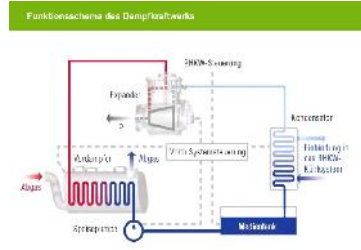
Abwärmenutzung zur Stromerzeugung

ORC-Anlage Organic Rankine Cycle



<http://www.bosch-kwk.de/loesungen/bosch-kwk-systeme-orc-systeme/orc-kreisprozess-bosch-kwk-systeme.html>

CRC-Anlage Clausius-Rankine-Cycle



<http://www.creenergy.de/website.php?id=de/index/produkte/20-30kw.htm>



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

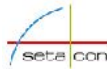
Folie 23

Wärme bei der Druckluftherzeugung

Standardaufstellung von Kompaktgebläsen



Trennung Kühlluft - Prozessluft - Abluft - Zuluft - Abluft - Zuluft - Abluft - Zuluft - Abluft - Zuluft - Abluft - Zuluft



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 24

Effizienzsteigerung:
3% Stromersparung pro 10 Grad Ansaugtemperatur

DWA-Aktivitäten im Wärmebereich

- **Januar 2014: Neue Arbeitsgruppe gegründet**
AG KEK-10.4 Wärme- und Kältekonzepte auf Kläranlagen
Sprecher: Frau Dr. Weilbeer
- **Juli 2014: Überarbeitung Merkblatt Abwasserwärmenutzung M114**
AG KEK-10.2 Abwasserwärmenutzung
Sprecher: Herr Kobel



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 25

Interessante Webseiten

www.setacon.de
Downloads



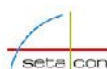
advokat-trifft-ingenieur.de



klaerwerk.info

Das Informationsportal rund ums Klärwerk.
Hier informieren sich Abwasserfachleute

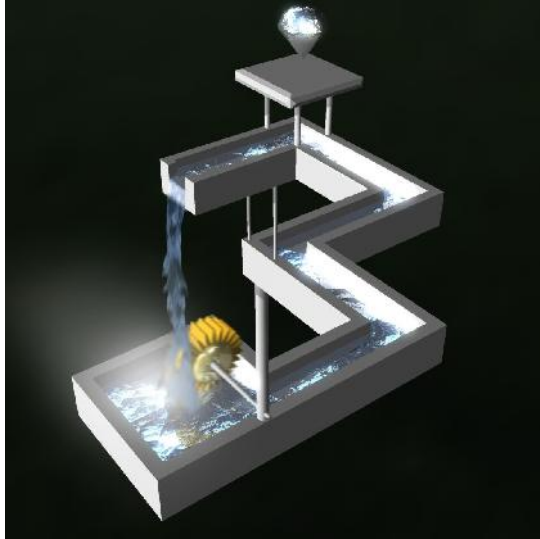
- ▶ Aktuelle Berichte und Infos z.B. zu
 - Abwasserreinigung
 - Energie- und E-Technik
 - Gaserzeugung und BHKW
 - Kanal- und Entwässerungstechnik
- ▶ Umfangreiche Hilfen zu Arbeitssicherheit
 - EX-Schutz auf Kläranlagen
 - Unterweisungen
 - Gefährdungsbeurteilungen
- ▶ **Spezialfortbildungsdatenbank** rund um die Abwasserreinigung in Kommune und Industrie
 - Veranstaltungen von Firmen, DWA, Hochschulen und Verbänden
- ▶ **Lieferantenverzeichnis**
 - Unternehmen präsentieren sich
 - Kläranlagen suchen hier



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 26

Im (Ab-)wasser steckt unendlich viel Energie



Dr.-Ing. Gerhard Seibert-Erling

*Setacon GmbH
Augustinusstrasse 9b
50226 Frechen
Tel. (02234) 988095-0*

Kontaktaufnahme:
g.seibert-erling@setacon.de



G. Seibert-Erling: Produktion, Umwandlung, Verteilung und Nutzung von Wärme auf Kläranlagen
DWA-Seminar Energieoptimierung auf Kläranlagen am 27. Mai 2014 in Karlsruhe

Folie 27