



HOCHSCHULE LANDSHUT

HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN

Die Kläranlage als kommunaler Energiespeicher

Süd- und Ostbayerische
Wassertagung Landshut

10. April 2013

Prof. Dr. Josef Hofmann

Fakultät Maschinenbau





Gliederung

- 1. Einführung**
- 2. Strom- und Wärmebedarf von Kläranlagen**
- 3. Energiespeichersysteme auf Kläranlagen**
 - Druckluft
 - Klärgas
 - Klärschlamm
 - Chemische Speichersysteme Methan und Methanol
- 4. Perspektiven**

1. Einführung

- Rund 10.000 kommunale Kläranlagen in Deutschland
- verantwortlich für 20% des kommunalen Stromverbrauchs
größter kommunaler Stromverbraucher → Stromfresser!!
- Strombedarf der Kläranlagen in Deutschland: ca. 5 TWh/Jahr
entspricht etwa der Hälfte der Erzeugung des Kernkraftwerks Isar II
- Strombedarf der Kläranlagen entspricht 1% des gesamten Stromverbrauchs in
Deutschland 2010 (509 TWh)
- Strombedarf je EW (Einwohnerwert) und Jahr: 30 – 60 kWh

Kläranlage als kommunale Energiezentrale

- Bedingung:
 - Kläranlage produziert mehr Strom und Wärme, als sie selbst für ihren Betrieb benötigt
 - in der Regel nur mit Faulturm und Annahme von externen, leicht abbaubaren organischen Abfällen möglich
 - Eventuell auch mit Klärschlammverbrennung/vergasung zur Wärme- und Stromerzeugung

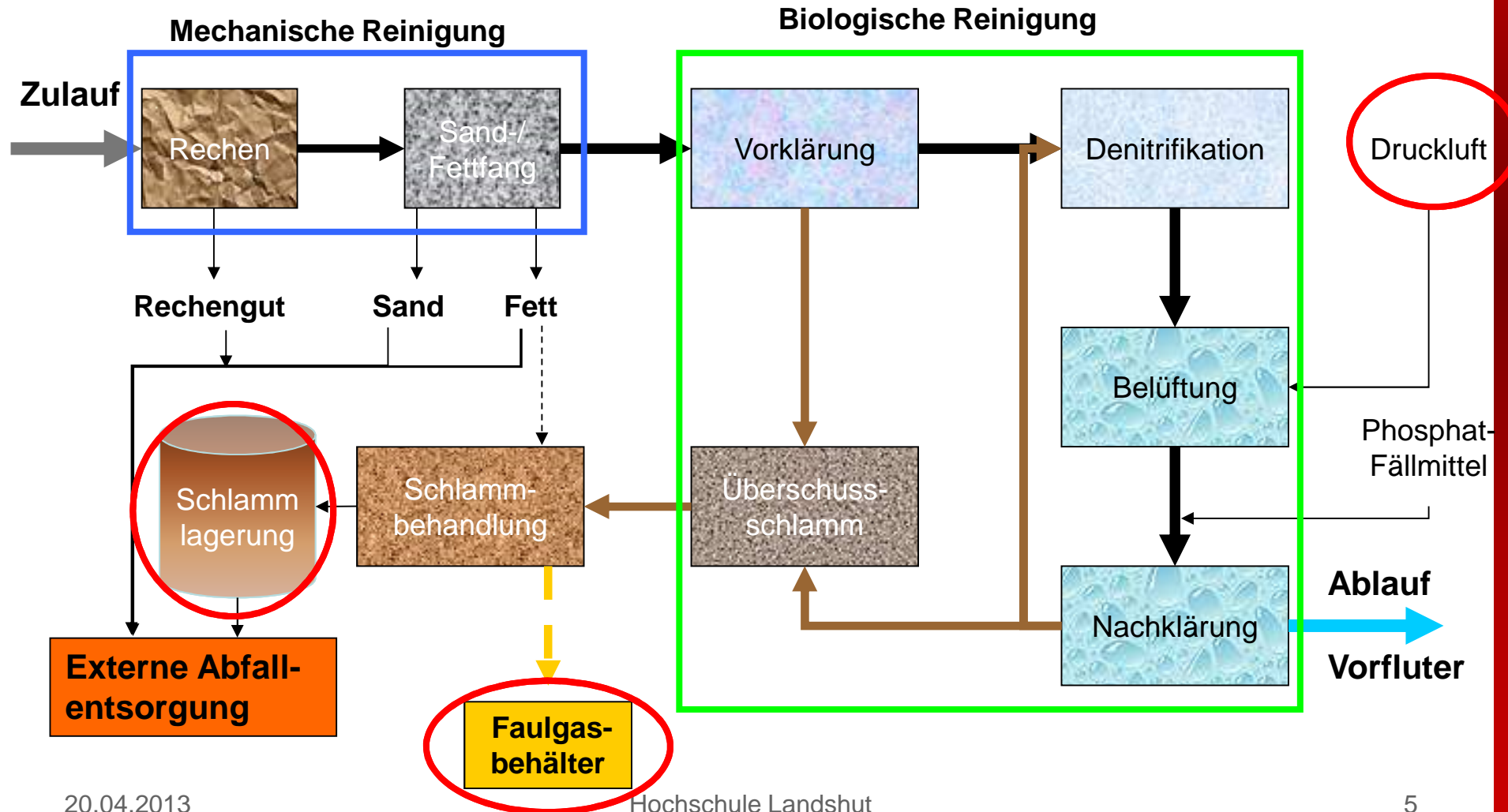
- Beispiele



2. Strom- und Wärmebedarf von Kläranlagen

- Strombedarf : 30 bis 60 kWh/EW • a
 - davon ca. 75 -80% Belüftungsbedarf
 - Rest: Einlaufhebewerk, Umwälzung, Beleuchtung, evtl. Heizung von Gebäuden
- Wärmebedarf
 - Beheizung des Faulturms:
Wärmebedarf abhängig von Faulraumvolumen und Zulufttemperatur des Schlammes sowie Faulraumtemperatur (mesophil oder thermophil)
 - Gebäudebeheizung (Rechen, Zentrifugen, eventuell SBR-Anlage, Sandwaschanlage)
 - Schlamm Trocknung (solare Trocknung, Abwärme von BHKW etc.)
 - somit stark abhängig von Art der Schlammbehandlung und -nutzung

3. Energiespeichersysteme auf Kläranlagen



Druckluftspeicherung

- System: Überschussstrom (z.B. PV- oder Windstrom) kann temporär als Druckluft in Druckbehälter gespeichert werden
- Verwendung: In Zeiten hoher Stromnachfrage Verwendung für Belebungsbecken oder Rückverstromung über Turbine
- Probleme: Überschusswärme bei der Luftkomprimierung
hoher Wärmebedarf bei der Druckluftentspannung
→ Lösung: **Adiabatische Speicherung von Druckluft**
Leckagen in Druckluftsystemen
Druckbehälterverordnung ist einzuhalten!!
Hoher Raumbedarf, i.d.R. nur Kurzzeitspeicherung möglich, daher für KA meist nicht sinnvoll

Klär-gasspeicherung

- Zusammensetzung von Klär-gas:
 - ca. 65% Methan CH_4 (Heizwert von Methan: ca. 10 kWh/m³)
 - ca. 35% Kohlendioxid CO_2 (kein Heizwert)
 - Spuren von NH_3 , H_2S , H_2 , Siloxane etc.
- Arten der Klär-gasspeicherung
 - Drucklose Speicherung
(Standardverfahren auf Kläranlagen)
 - Druckgasspeicherung
 - Verflüssigung des Methananteils mit vorheriger Abtrennung des Kohlendioxidanteils als Trockeneis (LNG aus Klär-gas)

Drucklose Gasspeicherung

- Prinzip: Klärgas wird drucklos bzw. mit geringem Überdruck im Millibar-Bereich gespeichert.
- Realisierung: meist als Wassertassengasometer
- Einfache Bauweise, nur geringes Energiespeichervermögen, somit nur für Kurzzeitspeicherung geeignet



Beispiel:

500 m³ Speichervolumen enthalten ca. 3.500 kWh chemische Energie

Motor-BHKW mit 700 kW Feuerungswärmeleistung (250 kW elektrische Leistung) kann damit maximal 5 Stunden betrieben werden.

→ 1.250 kWh Strom, ca. 1.800 kWh nutzbare Wärme

Druckgasspeicherung

- Prinzip: Klärgas wird verdichtet
- Realisierung: z.B. liegender Röhrenspeicher
- Platzsparende Variante, deutlich höheres Energiespeichervermögen, als bei drucklosen Speichern



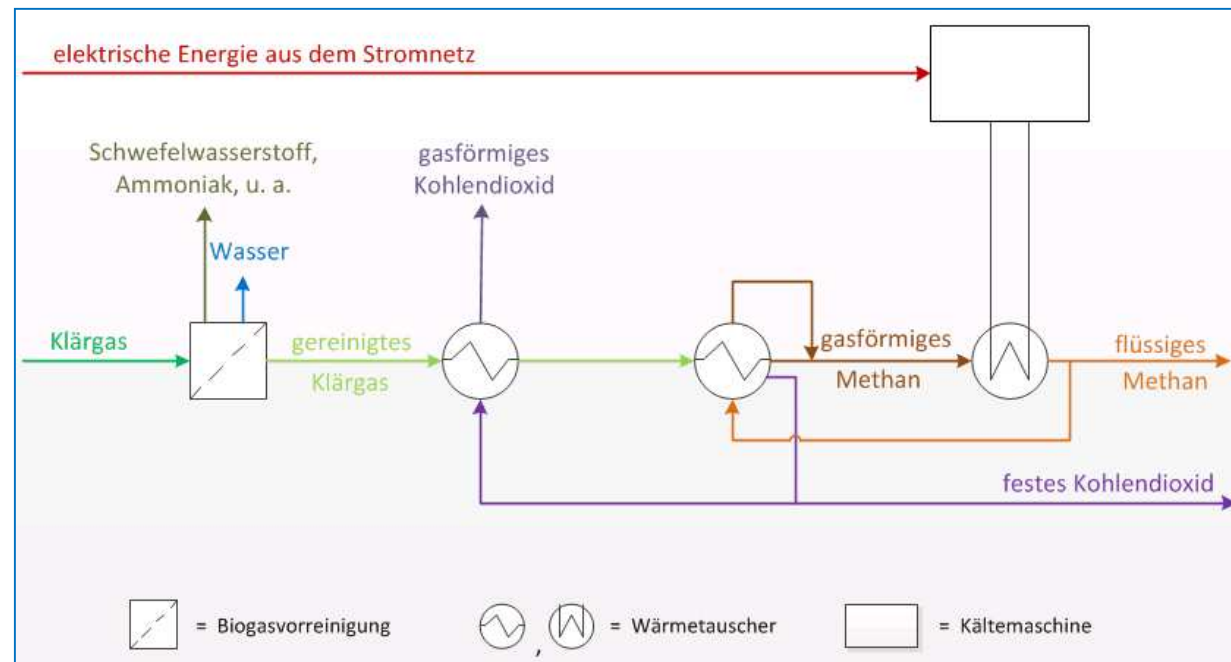
Druckgasspeicher der PANAQUA AG

Daten: 120 m³, 15 bar Druck
entspricht 1.800 m³ druckloser
Speicherung (11.700 kWh)

Verdichtungsenergie erforderlich!!
Druckbehälterverordnung gilt!

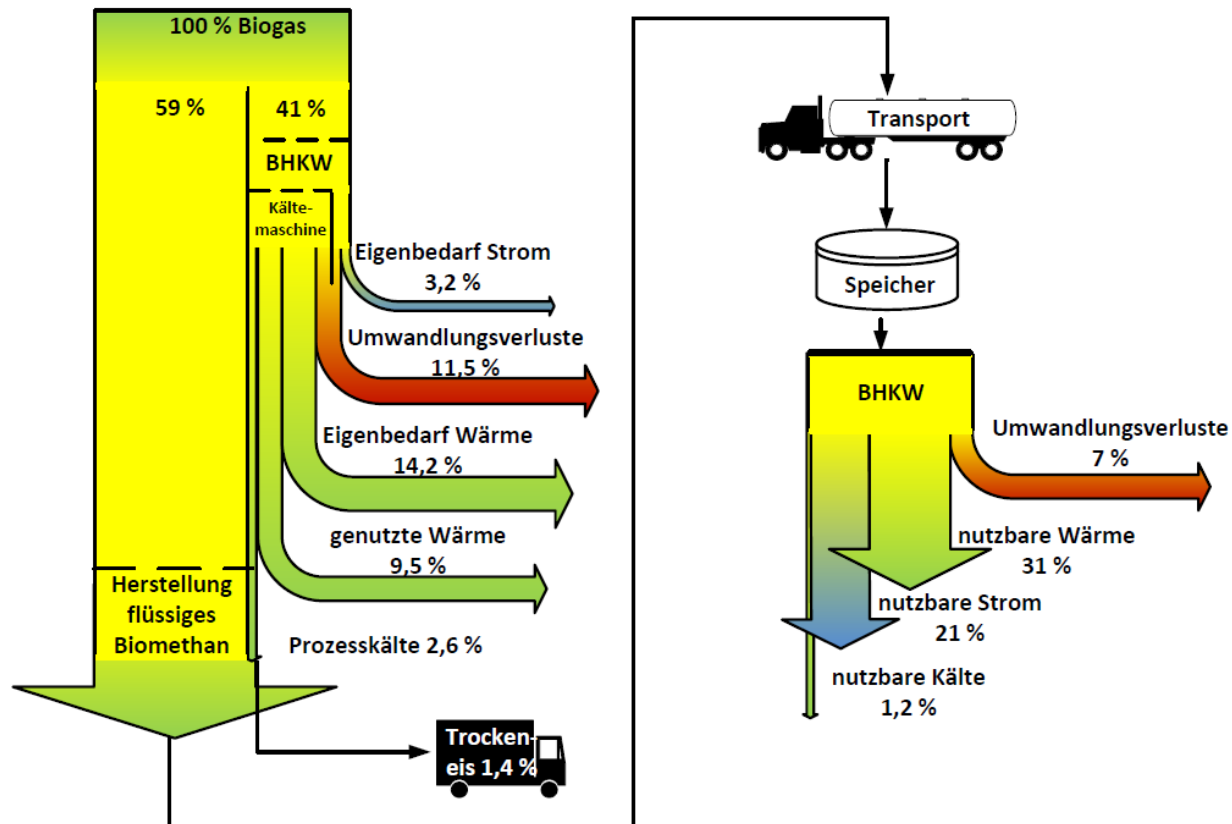
Verflüssigung des Methananteils zu LNG (1)

- Prinzip: Klärgas wird von Spurengasen gereinigt, CO₂ als Trockeneis bei -78°C abgetrennt und CH₄ bei -162°C zu LNG (Liquefied Natural Gas) verflüssigt
1m³ Klärgas ergibt ca. 1 Liter LNG



Verflüssigung des Methananteils zu LNG (2)

- Energetische Betrachtung



Klärschlamm als Energiespeicher - konventionell

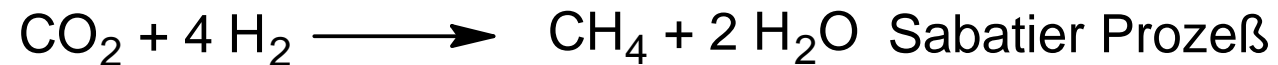
- **Prinzip:** Entwässerter Klärschlamm (ca. 28% TS, negativer Heizwert) wird durch Zufuhr von Wärme auf ca. 90% TS getrocknet (Heizwert ca. 8 - 10 MJ/kg vgl. Braunkohle)
- **Vorteile:** ab ca. 85% TS lagerstabil, da keine biologischen Abbauvorgänge mehr, geruchlos, unproblematisches Handling
- **Nachteile:** keine Regelbrennstoff (17. BImSchV ist zu beachten!!)
- **Verwendung:** Als Brennstoff in größeren Verbrennungsanlagen einsetzbar
- **Bedingung:** Überschusswärme aus regenerativen Energiequellen zum Trocknen (z.B. Solarwärme, BHKW-Abwärme)

Klärschlamm als Energiespeicher durch HTC

- **Prinzip:** Klärschlamm wird durch Hydrothermale Carbonisierung (HTC) in Kohle umgewandelt
- **Vorteile:** Kohle kann bis auf 70% TS-Gehalt mechanisch entwässert werden → weniger Wärmebedarf zum Trocknen auf 90% TS-Gehalt erforderlich
Rückgewinnung von N und P möglich (MAP)
- **Nachteile:** zusätzlicher Behandlungsschritt verursacht Kosten
- **Verwendung:** Als Brennstoff in größeren Verbrennungsanlagen einsetzbar (17. BImSchV ist zu beachten!!)
- **Realisierung:** Auf Kläranlage Kaiserslautern 2012 in Betrieb

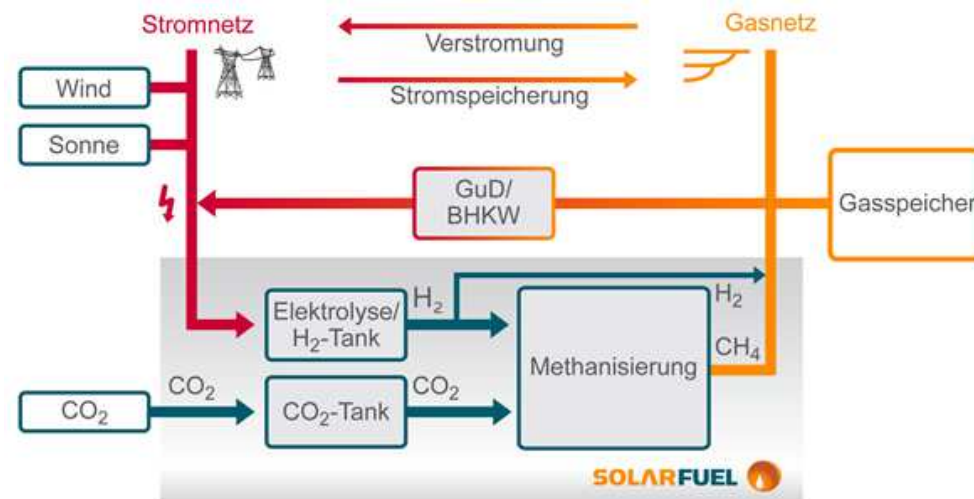
Chemische Speicher: Methan aus CO₂ und H₂

- Prinzip: „Power to Gas“: CO₂ aus Klärgas und Wasserstoff aus der Elektrolyse von Wasser (aus Wind- oder Solarstrom) reagiert zu Methan und Wasser:



- Bedingung: Abtrennung von Kohlendioxid aus Klärgas

- Prinzip:



Chemische Speicher: Methanol aus CO₂ und H₂

- Prinzip: „Power to Methanol“: CO₂ aus Klärgas und Wasserstoff aus der Elektrolyse von Wasser (aus Wind- oder Solarstrom) reagiert zu Methanol CH₃OH und Wasser:
$$\text{CO}_2 + 3 \text{H}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$$
- Bedingung: Abtrennung von Kohlendioxid aus Klärgas
- Prinzip: Bei Temperaturen von 280°C und 15 bar Druck werden CO₂ und H₂ zu Methanol unter Wärmefreisetzung umgesetzt.
- Vorteile: Flüssigkeit, leicht zu lagern, hohe Energiedichte (5,5 kWh/l, Verwendung auch als Kraftstoff und Chemierohstoff möglich)

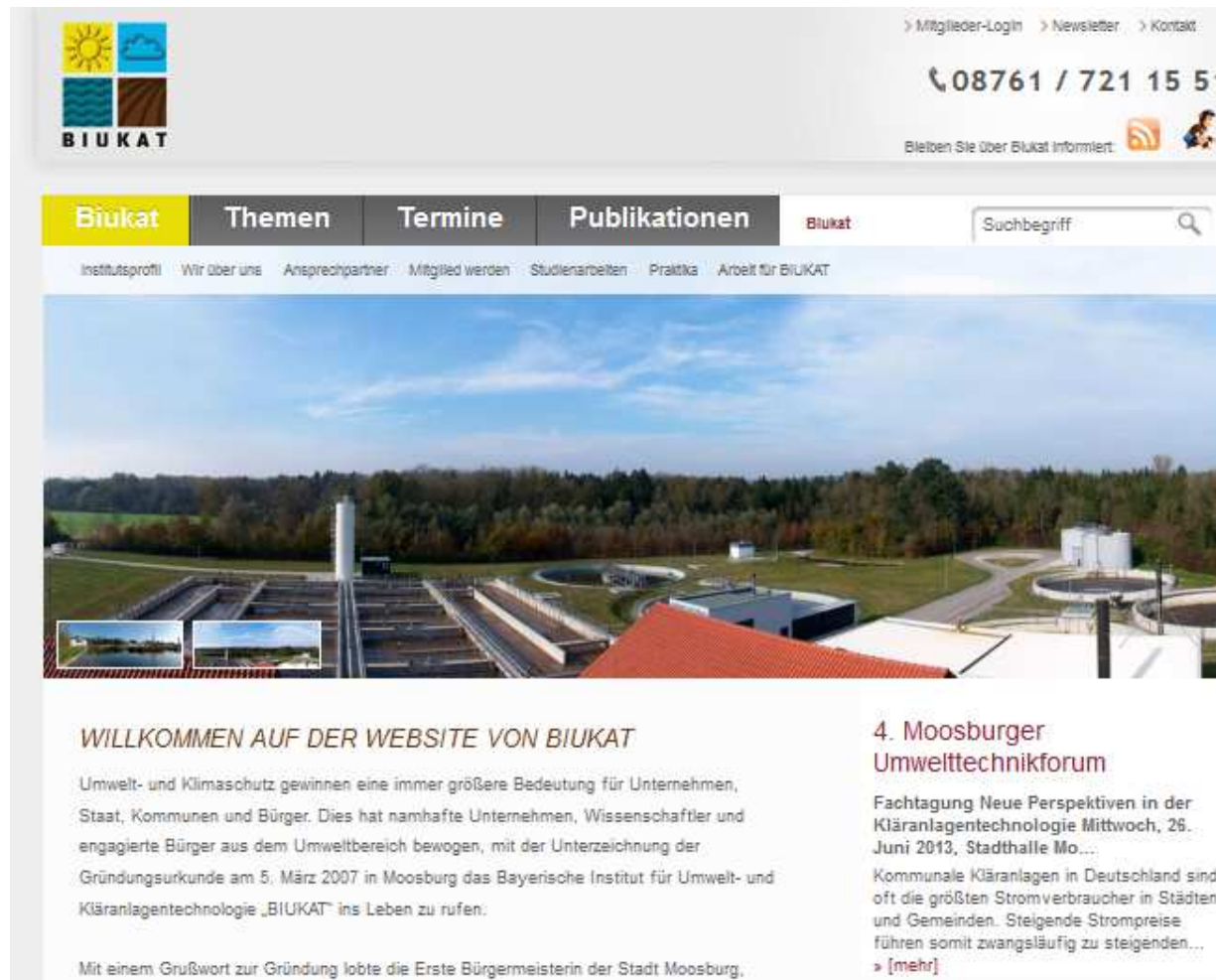
5. Perspektiven

Kläranlagen sind aufgrund der Vielzahl der vorhandenen Reststoffe bzw. deren Produkte (Klärgas) Anlagen, die einen interessanten Ort für die Speicherung von elektrischer und chemischer Energie sowie Wärmenergie darstellen können.

Bereits heute können Kläranlagen auch als kommunale Energiespeicherorte genutzt werden (Getrockneter Klärschlamm, Klärgas).

Weitere Entwicklungsmöglichkeiten ergeben sich durch Nutzung von Kohlendioxid als Träger für Wasserstoff in Form von Methan bzw. Methanol

Mehr Informationen finden Sie unter www.biukat.de:



> Mitglieder-Login > Newsletter > Kontakt

08761 / 721 15 51

Bleiben Sie über Biukat informiert.

Biukat Themen Termine Publikationen **Biukat** Suchbegriff

Institutprofil Wir über uns Ansprechpartner Mitglied werden Studienarbeiten Praktika Arbeit für BIUKAT

WILLKOMMEN AUF DER WEBSITE VON BIUKAT

Umwelt- und Klimaschutz gewinnen eine immer größere Bedeutung für Unternehmen, Staat, Kommunen und Bürger. Dies hat namhafte Unternehmen, Wissenschaftler und engagierte Bürger aus dem Umweltbereich bewogen, mit der Unterzeichnung der Gründungsurkunde am 5. März 2007 in Moosburg das Bayerische Institut für Umwelt- und Kläranlagentechnologie „BIUKAT“ ins Leben zu rufen:

Mit einem Grußwort zur Gründung lobte die Erste Bürgermeisterin der Stadt Moosburg,

4. Moosburger Umwelttechnikforum

Fachtagung Neue Perspektiven in der Kläranlagentechnologie Mittwoch, 26. Juni 2013, Stadthalle Mo...

Kommunale Kläranlagen in Deutschland sind oft die größten Stromverbraucher in Städten und Gemeinden. Steigende Strompreise führen somit zwangsläufig zu steigenden... > [mehr]



HOCHSCHULE LANDSHUT

HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN

Prof. Dr. Josef Hofmann
Hochschule Landshut
Am Lurzenhof 1 · D-84036 Landshut

Tel.: +49 871 506-218

Fax: +49 871 506-9218

josef.hofmann@fh-landshut.de

www.fh-landshut.de

