



49. Tagung des Klärwerkpersonals des Kantons Graubünden

Churwalden/Chur, 23.08.2017

**Konzept der Energieautarken Kläranlage –
von der Vision zur Praxisreife**

Dr. Jürg Kappeler



Inhalt

Vorstellung der Kappeler Concept AG

Motivation

Von der Idee zur Realisierung

Energieautarke Kläranlage im Betrieb

Ausblick





Vorstellung der Kappeler Concept AG, Chur Leistungen

- Bauherren- und Betriebsberatung, Verfahrens- und Energieoptimierung
- Finanzierungsstrategien und Mehrjahresplanung
- Kosten- und Leistungskontrolle

Wir als Bauherrenberater in der Schweiz

- 30 Kunden, 56 Mandate, Investitionsvolumen > CHF 400 Mio. (Abwasser)
- Submissionen Generalplanermandate
(Ingenieur als Gesamtleiter, Elektroplaner)
- Projektwettbewerbe ARA Reinach AG, ARA Richterswil ZH, ARA Altstätten SG
- aktuelle Projekte in Graubünden:
 - Bauherrenberatung IDA Bregaglia
 - Bauherrenberatung ARA Luzisteig



Motivation

Ausgangslage

- Kläranlagen grosser Stromverbraucher (BAFU 2012: ca. 450 GWh/a)
- Förderprogramme wie «EnergieSchweiz für Infrastrukturanlagen»
- Eigenversorgungsgrad von Kläranlagen bezgl. Elektrizität 40 bis 60% (ohne Zugabe von Fremdschlämmen, Co-Substraten etc.)
- Eigenversorgungsgrad von Kläranlagen bezgl. Wärme 100%

Nuklearkatastrophe in Fukushima 2011

- Energiewende (Ausstieg aus Atomenergie, ...)
- Energiestrategie 2050

Herausforderung

- signifikante Steigerung des Eigenversorgungsgrads bezgl. Elektrizität
- Zielsetzung: Energieautarkie ohne Co-Vergärung !



Von der Idee zur Realisierung

Idee für Energiebilanz

- Feststoffelimination in Vorklärung (Schlammanfall und O₂-Bedarf in Biologie)
 - ohne Vorfällung ca. 33% CSB-Elimination (z.B. Eigenversorgungsgrad 50%)
 - mit Vorfällung maximal 50% CSB-Elimination (z.B. Eigenversorgungsgrad 60%)
 - Steigerung nur mit Konzeptänderung möglich
- hervorragende Adsorptionseigenschaften von Belebtschlamm
 - Substitution der Vorklärung durch Hochlast-Biologie

Abklärungen

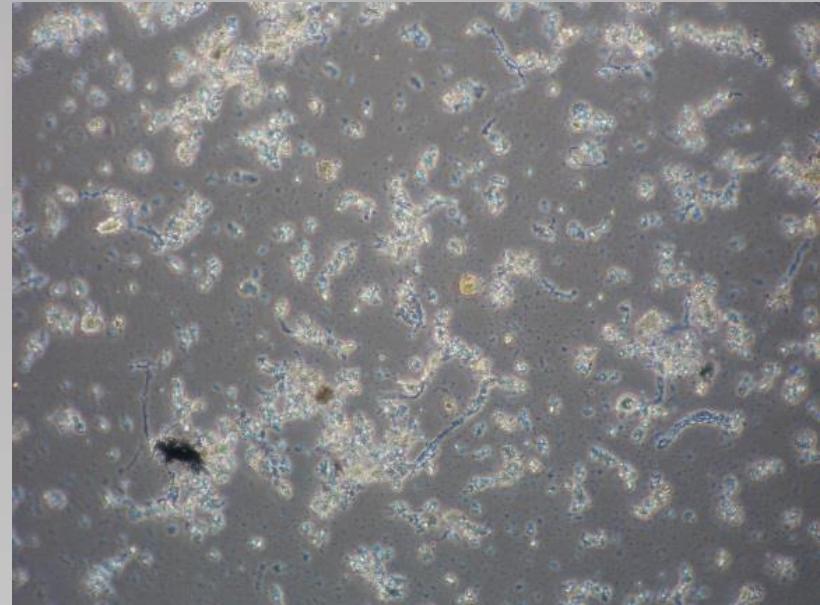
- Ausbau ARA Seewis
- Machbarkeitsstudie
- Pilotversuch





Pilotversuch

- rel. viele Betriebsstörungen (Provisorien, niedrige Außentemperaturen)
- Optimierungspotenzial: Vermeidung Schlammabtrieb aus Zwischenklärung



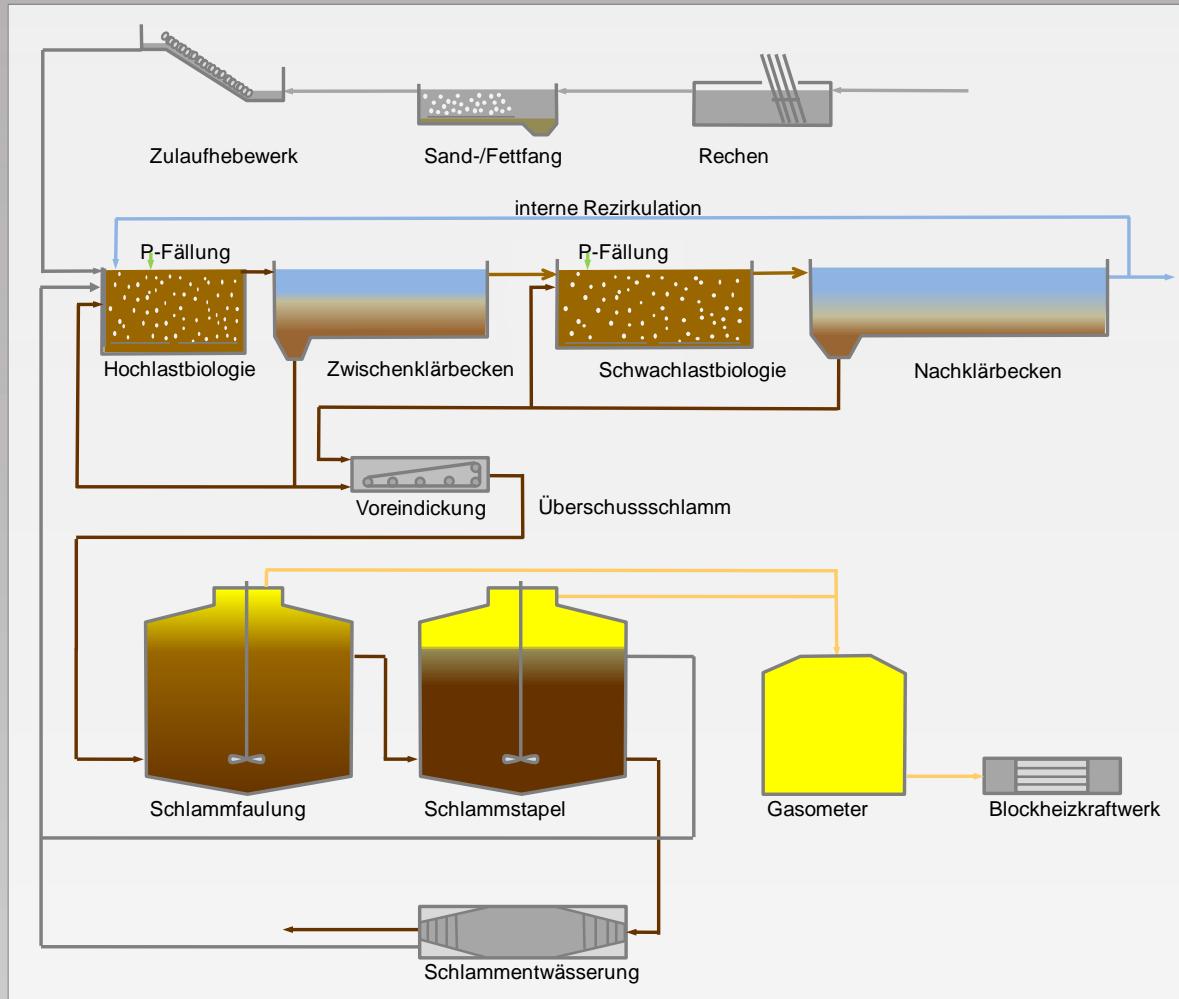


Sanierung und Umbau

Bauprojekt

- Konzept/Dimensionierung Kappeler Concept AG, Projektierung Edy Toscano AG
- Ausbau auf vollständige Nitrifikation für 15'500 EW
- Kostenvoranschlag CHF 7 Mio. (exkl. MWSt.), Kosten nicht höher als für konventionellen Ausbau mit Vorklärung
- Inbetriebnahme Hochlastbiologie Ende 2015, BHKW Frühjahr 2016
- Details
 - Rezirkulation von Nitrat (Nitrat-Sonde im Auslauf Hochlastreaktor)
 - Auslegung auch für A/B-Verfahren (Sicherheit, Geruchsemisionen)
 - Hybrid-Biologie (Biotextil)
 - redundante maschinelle Überschussschlammendickung

Sanierung und Umbau

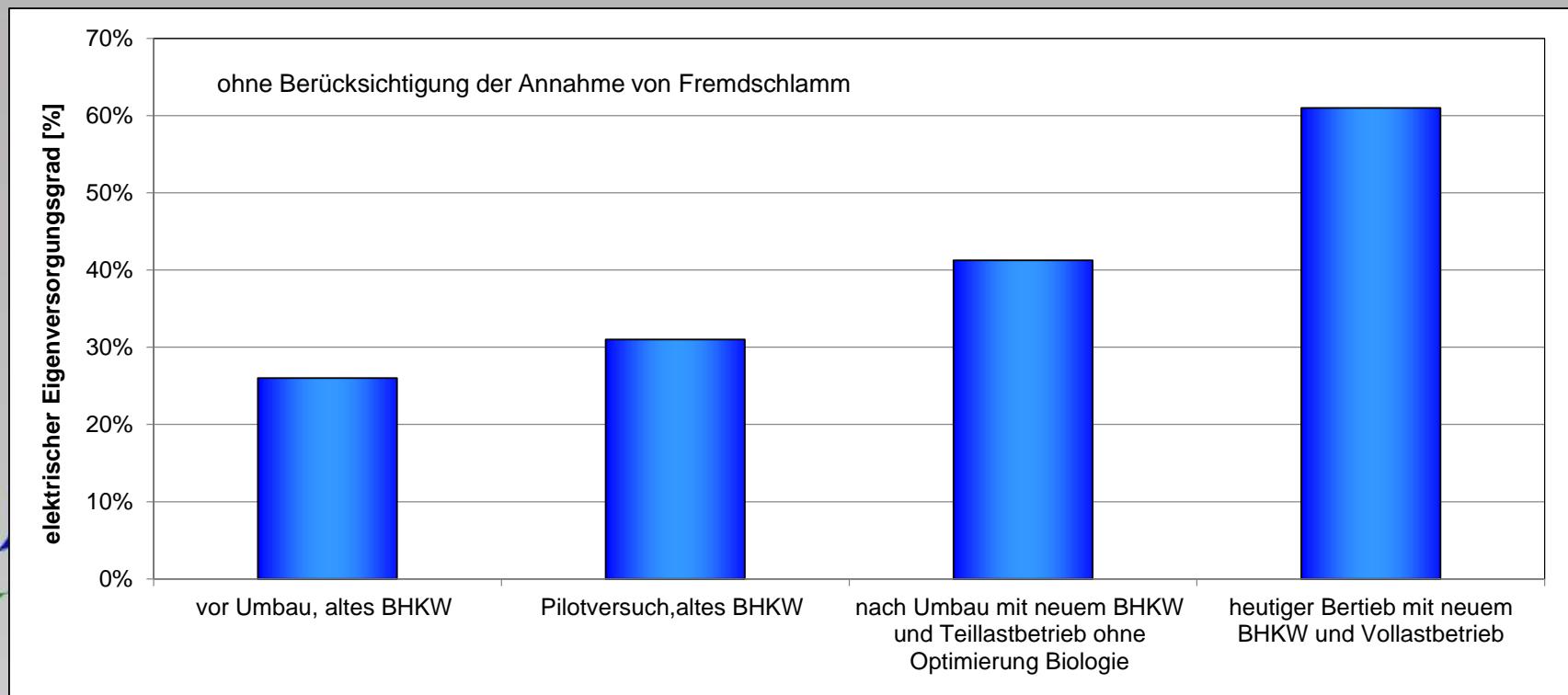




Energieautarke Kläranlage im Betrieb

Reinigungsleistung erfüllt (vollständige Nitrifikation)

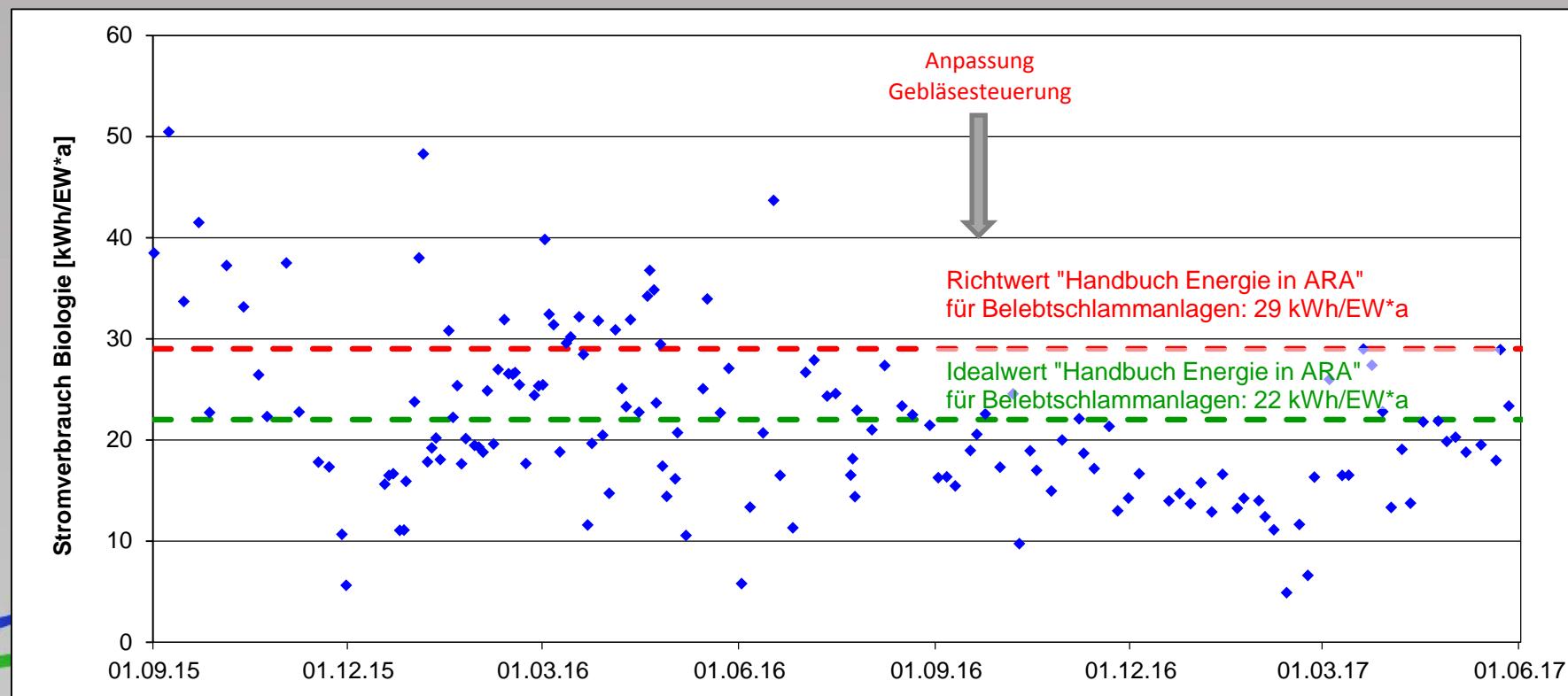
Energieautarkie





Energieautarke Kläranlage im Betrieb

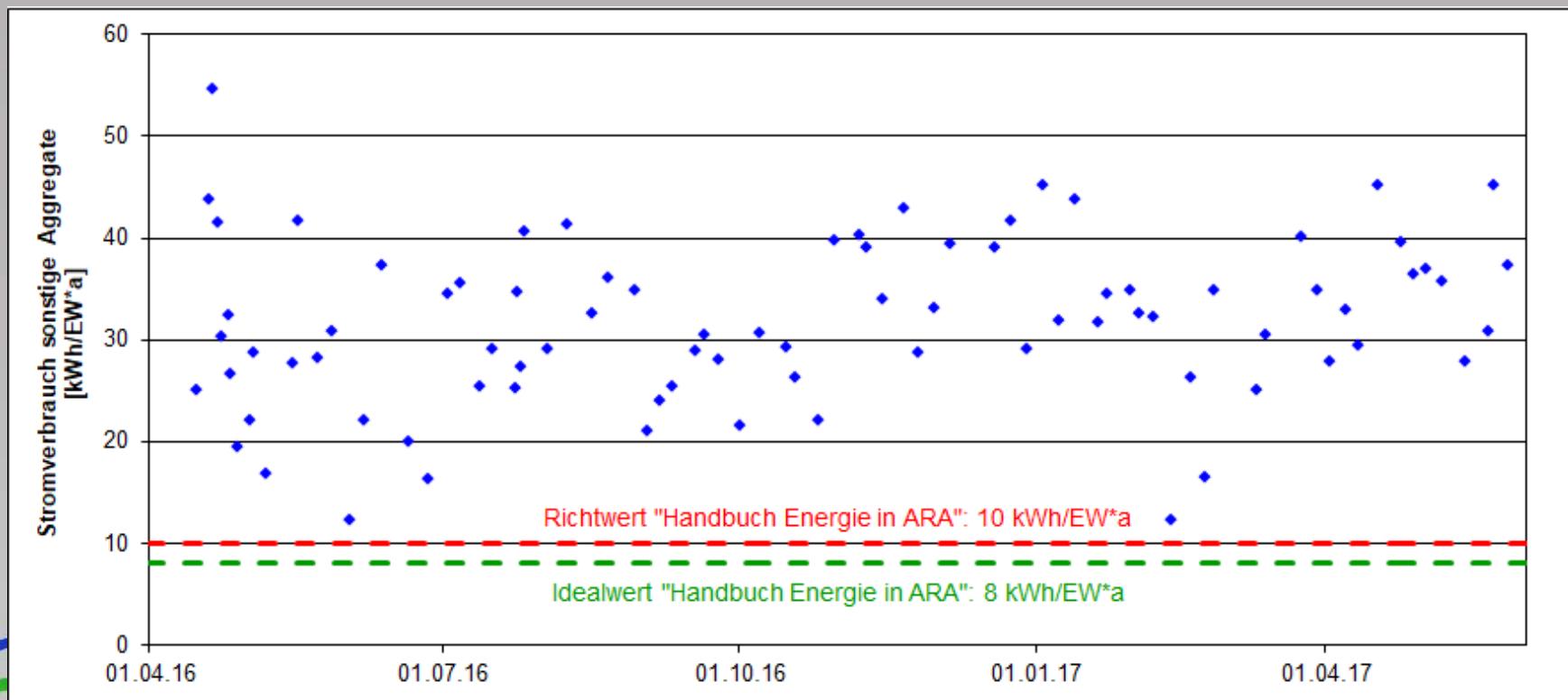
Energieverbrauch Biologie





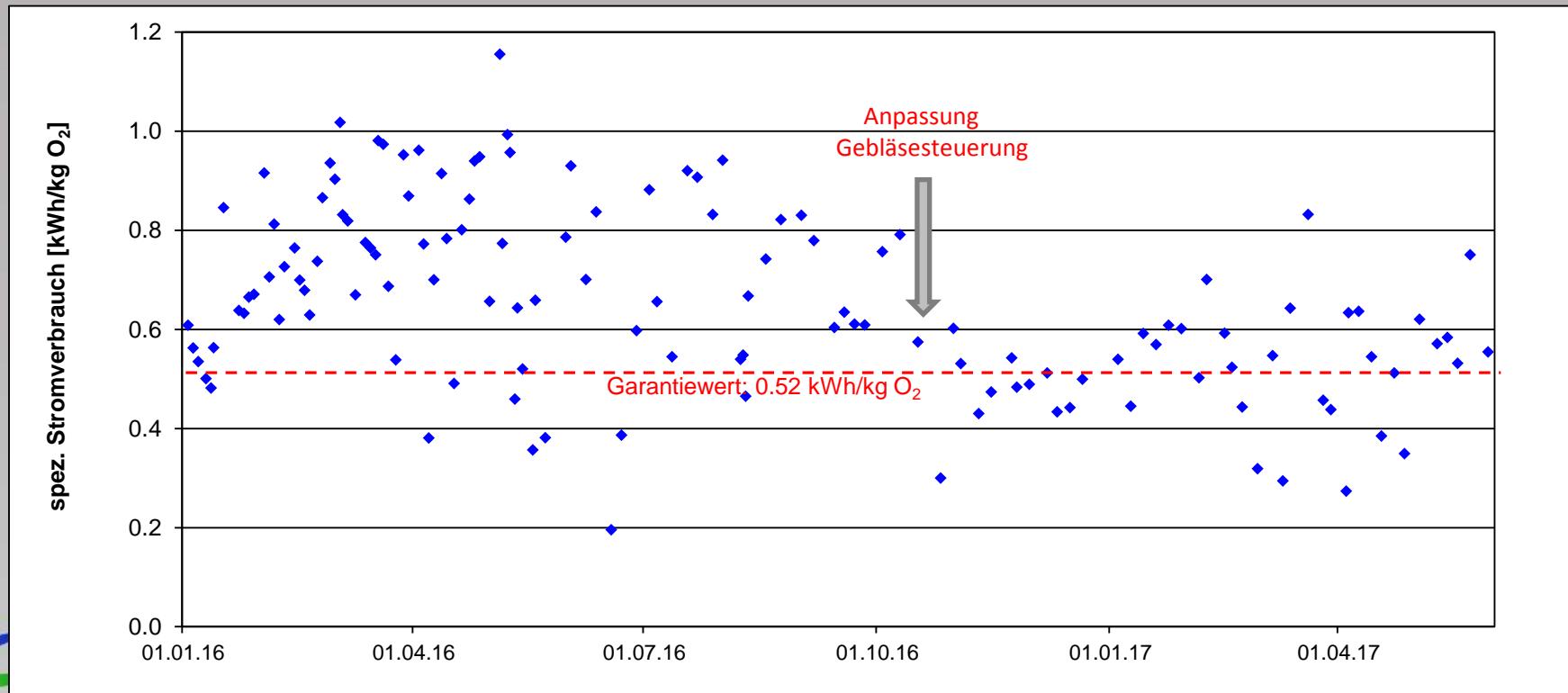
Energieautarke Kläranlage im Betrieb

Energieverbrauch ARA exkl. Biologie



Energieautarke Kläranlage im Betrieb

Garantieabnahme Belüftung





Energieautarke Kläranlage im Betrieb

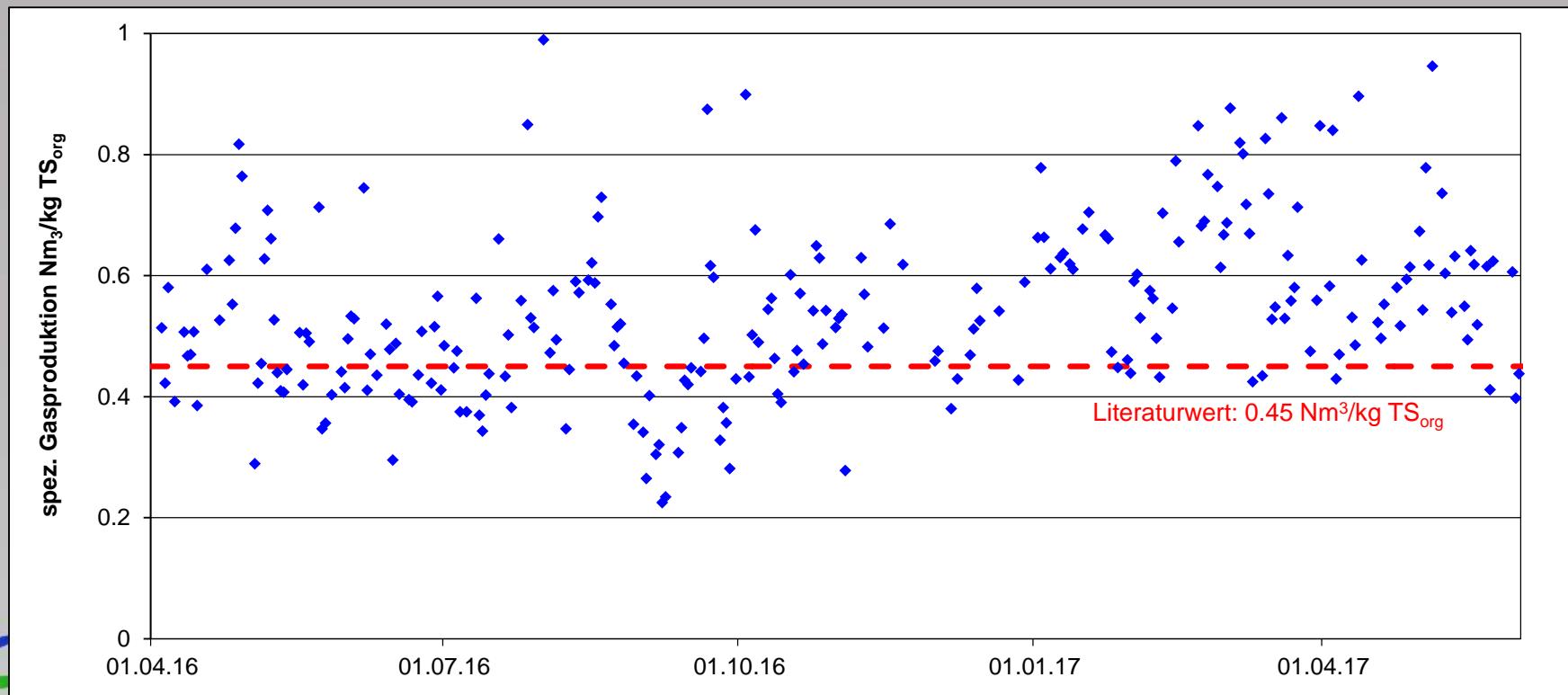
Steuerungskonzept Biologie

- Steuerung der Rezirkulation über Nitrat Online-Sonde
- sofern Nitrat-Konzentration in Hochlast nicht ausreichend hoch (z.B. bei Regenwetter mit geringen Rezirkulationsmengen) intermittierende Belüftung
- Sauerstoffversorgung der Biologie (Hoch- und Schwachlast) über 3 Gebläse (1 Gebläse als Grundlast, 2 weitere zuschaltbar, Betriebsstundenausgleich)
- Definition des Sauerstoffsollwerts in Schwachlast über gemessene Ammonium-Konzentration mittels Online-Sonde
- intermittierende Belüftung der Schwachlast



Energieautarke Kläranlage im Betrieb

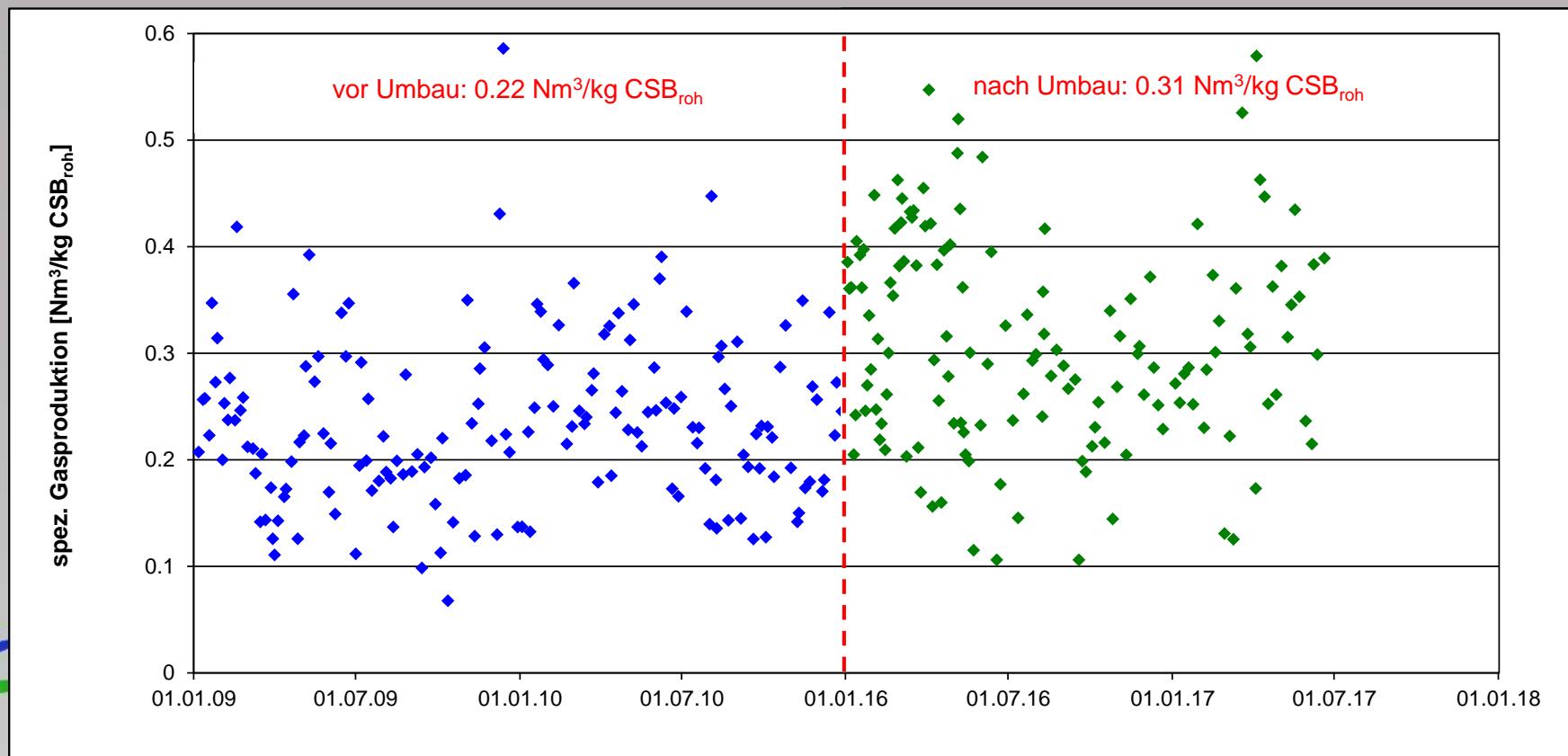
Gasproduktion





Energieautarke Kläranlage im Betrieb

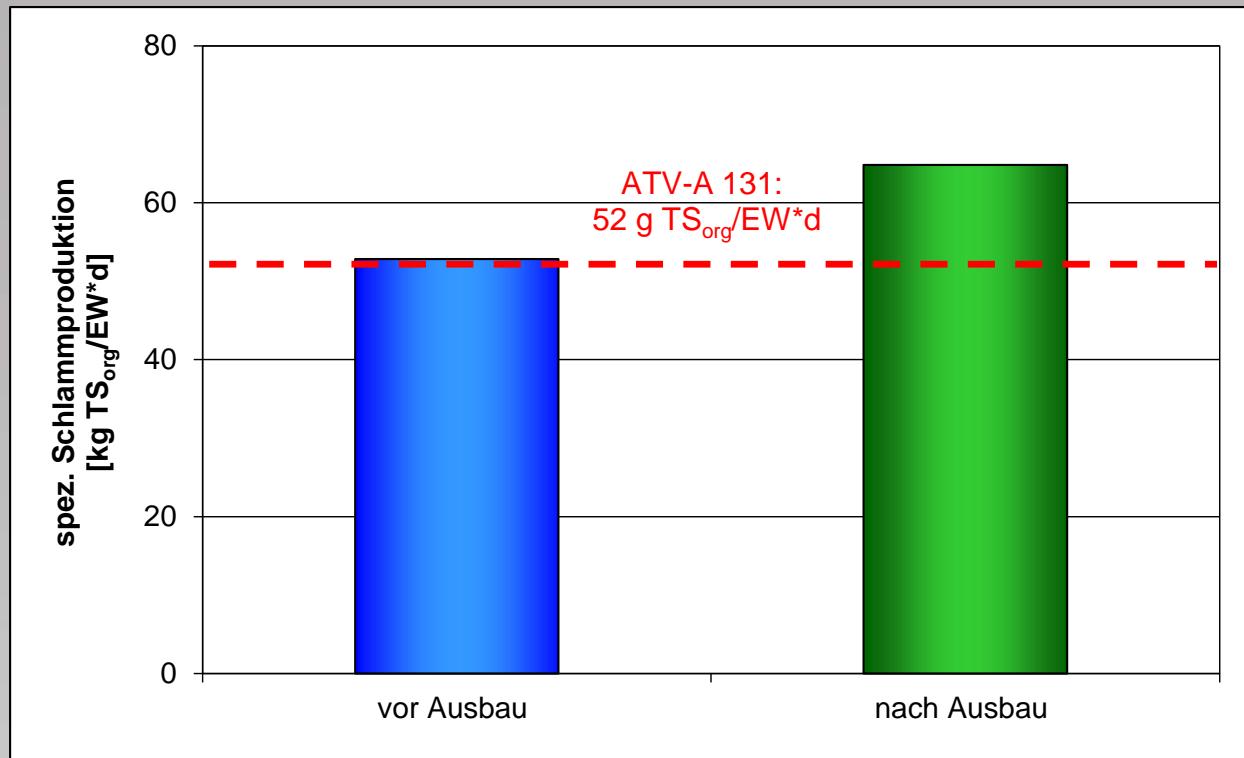
spezifische Gasproduktion





Energieautarke Kläranlage im Betrieb

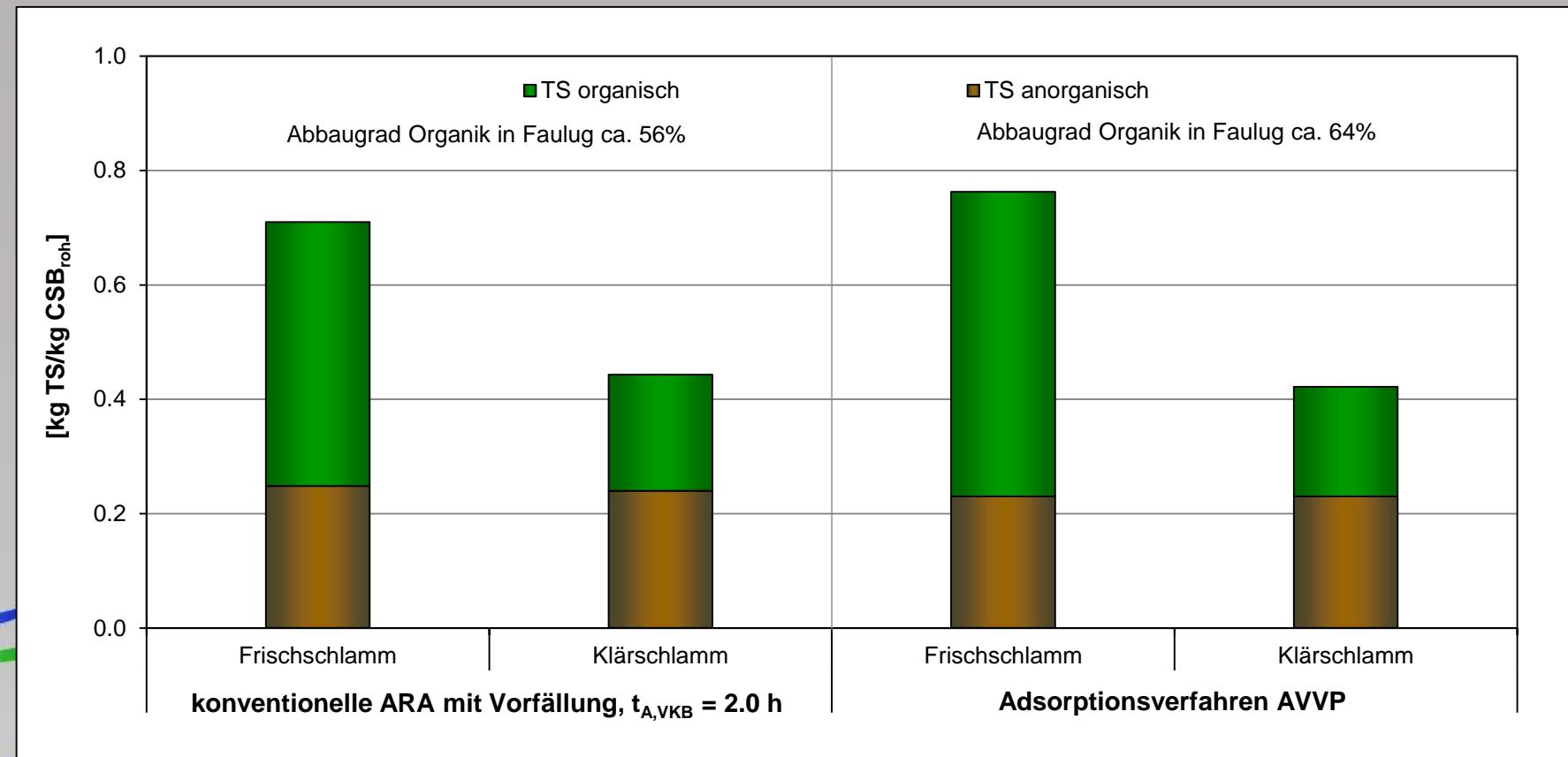
Spezifischer Frischschlammanfall





Die energieautarke Kläranlage im Betrieb

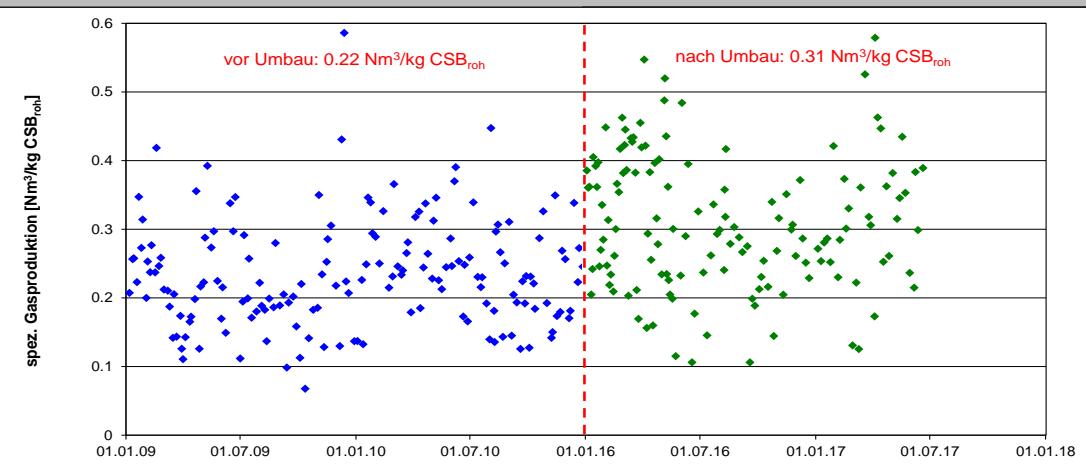
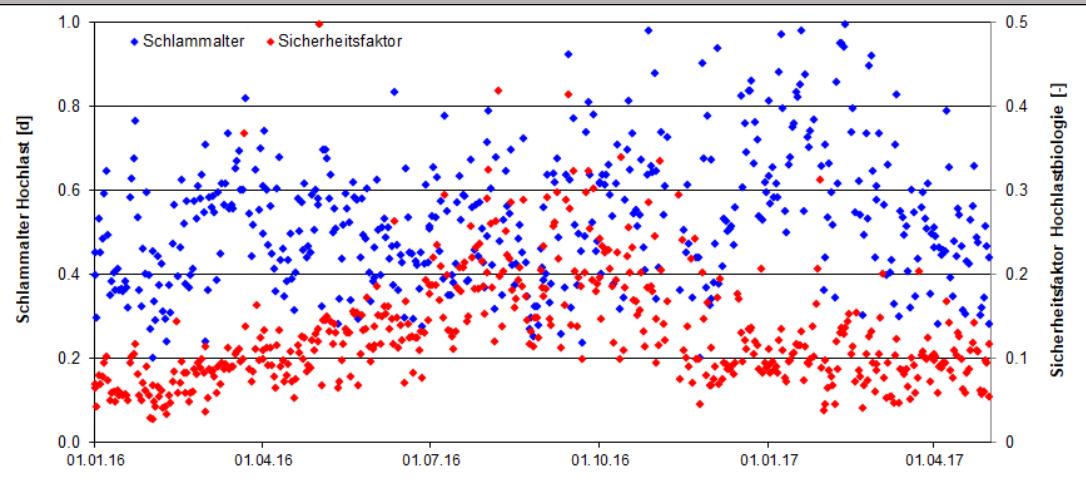
Klärschlammfall



Energieautarke Kläranlage im Betrieb

Schlammalter Hochlastbiologie

- Schlammalter Hochlast-Biologie ca. 0.5 d
- Sicherheitsfaktor zwischen 0.1 – 0.3

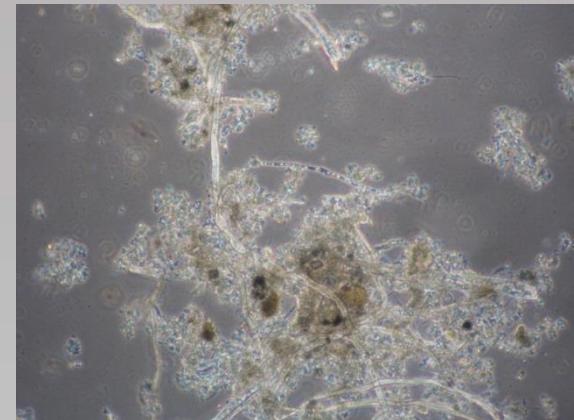
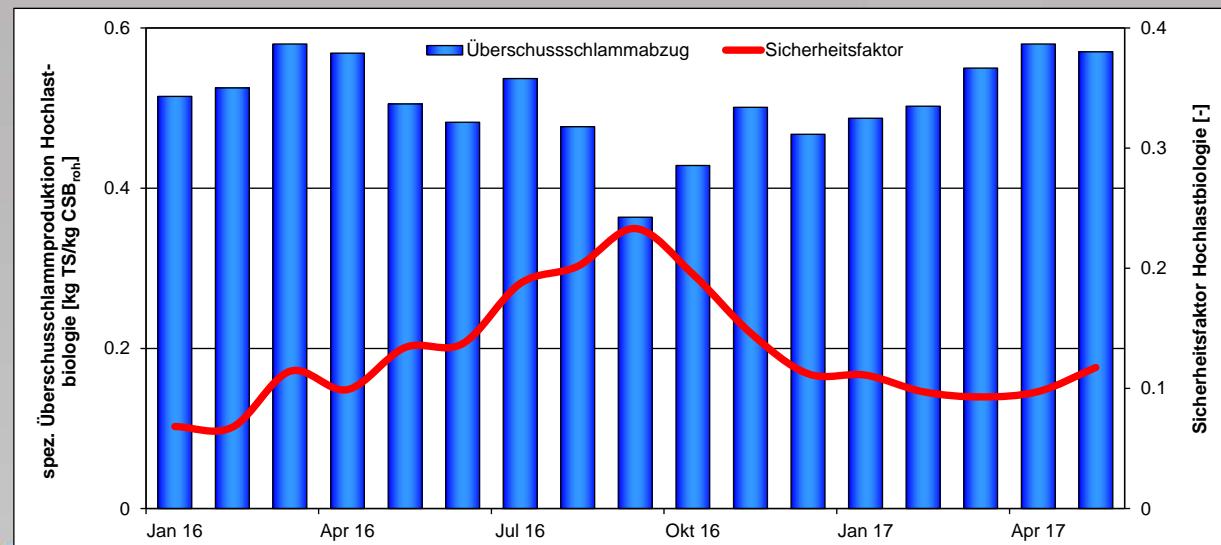




Die energieautarke Kläranlage im Betrieb

Betriebserfahrungen

- keine unerwünschte Adaptation an Hochlastbedingungen beobachtet
- Einfluss Temperatur resp. SF auf Betrieb Hochlast resp. Schlammanfall



Belebtschlamm Hochlastbiologie nach ca. 300 Generationen, 100-fache Vergrößerung



Ausblick

Konzept

- Energieautarkie möglich!
- Auslegung aufgrund vorhandener Daten und Erfahrungen präzise möglich
- Erhöhung N-Elimination durch separate Behandlung der Rückläufe
- Auswirkungen in grösseren Anlagen mit effizienteren Aggregaten höher (Eigenversorgungsgrad elektrisch bis 150%)
- Gasaufbereitung und -einspeisung bereits bei kleineren Anlagen wirtschaftlich



Dank

- Sponsoren
 - Amt für Natur und Umwelt Graubünden (ANU)
 - Repower AG
 - Bundesamt für Energie (BFE)
 - Energie Schweiz
 - Infrawatt
- Hartnäckigkeit, Glaube an das Unmögliche und Unterstützung
 - Abwasserverband Vorderes Prättigau

