

»Entwicklung einer neuartigen Technologie zur Integralen Energieoptimierung und Stickstoffreduzierung bei der Klärschlammbehandlung (PEGA<sub>KA</sub>)«

DBU  AZ 38617/01 - 23



Gesamtansicht Versuchsanlage



Vorlage und 2 anaerobe Reaktoren



PEGA - Biologie

In einer Versuchsanlage (Bilder links) werden zwei Modell - Fermenter parallel mit original ausgefaultem Schlamm aus der Kläranlage in Rostock beschickt. Einer dient als 2. anaerobe Stufe/ Referenz. Der andere wird zusätzlich mit einer nachgeschalteten PEGA<sub>BB</sub> - Stufe und rückgeführtem Schlamm betrieben (statisch/mechanisch eingedickt).

Es wird ein umfangreiches Messprogramm aufgelegt:

- ◇ Bestimmung Gasproduktion und Zusammensetzung
- ◇ TR-/o-TR - Umsatz
- ◇ CSB-/ N -/ P - und andere chemische, physikalische Bestimmungen
- ◇ THG - Bilanz mit Schwerpunkt N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>
- ◇ Untersuchungen von C- und N- Fraktionen, Leitsubstanzen/ Stoffwechselprodukte
- ◇ Bestimmung von Mikrobiom u.a. mit 16S rRNA gene amplicon sequencing (DNA)
- ◇ Vergleich der Mikrobiologie der Fermenter und der PEGA - Biologie

**Laufzeit: 24 Monate**



**Projektpartner:** Agrar - und Umweltwissenschaftliche Fakultät (AUF) / Wasserwirtschaft und Mikrobiologie

**Kalkbrecher: Anwendung von Ultraschall zur Verhinderung von kristallinen Ablagerungen**

Verkalkungen von Leitungen und Heizgeräten/ Wärmetauschern sind ein echtes Übel. Unter normalen Bedingungen kristallisiert CaCO<sub>3</sub> (Kalk) als **Calcit**, das sich an inneren/ äußeren Oberflächen setzt und verkrustet. Steigende Kosten durch aufzubringende höhere Förderleistung oder sinkende Effektivität bei Wärmetauschern sind die Folge.

Der **Kalkbrecher** sendet permanent Ultraschallwellen in das betroffene Wasser (niedriger Energieverbrauch, einfache Installation). Dadurch bildet sich eine zweite Modifikation von Kalk: das **Aragonit**. Es entstehen amorphe, sehr feine, mikroskopisch kleine geringfügige Pulverrückstände, die mit dem Wasserstrom aus dem System ausgetragen werden. Folge: Keine Leistungsverluste bei der Förderung in den Rohrleitungen und Wärmeüberträgern, kaum Wartungsarbeiten, lange Standzeiten mit niedrigen Stromverbräuchen. Beispiele: Betriebswasserbehandlung, Trübwasser, Siebbandpressen etc. - ganz im Sinne von **KARL**

- ◇ **Problem ansprechen**
- ◇ **AmTech (Kalkbrecher) erhalten**
- ◇ **Installation mit 2 Kabelbindern**
- ◇ **Anschließen per Stecker- 30 Tage testen**
- ◇ **bei Erfolg kaufen, ansonsten Rückgabe ohne Kosten**



**Kontakt: Alfred Albert**  
 Telefon: 06024-6392-0  
 Fax: 06024-1088  
 E-Mail: info@pro-entec.de  
 www.pro-entec.de

**Patent DE 10 2015 118 988 B4**  
**PRO-ENTEC east**

bio engineering |

**Kontakt: Dr. Thomas Paust**  
 Telefon: 033 986 - 50229-0  
 Fax: 033 986 - 50229-19  
 E-Mail: info@pro-entecast.de  
 www.pro-entecast.de



**KommunalabwasserRichtlinie EU - KARL 2025**

**KARL § 11 Energieneutralität**  
 ➔ **PEGA<sub>KA</sub>-Verfahren DE 10 2015 118 988 B4**  


**KARL § 7 »Dritte Behandlungsstufe«**  
 (Nährstoffe P/N)  
 ➔ **C-N-P - Konzept**

**KARL § 8 »Vierte Behandlungsstufe« – Entfernung von Spurenstoffen**  
 ➔ **MBR - Verfahren**

**KARL § 15 (1) Abwasserwiederverwendung**  
 ➔ **MBR - Verfahren plus UV -/ Ozontechnik und sonstige**

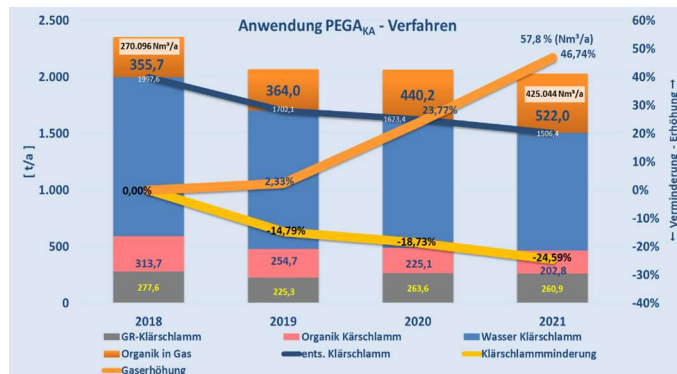
**Etablierte und innovative Verfahren durch PRO - Entec® - Gruppe**

**PRO-ENTEC east**  
 bio engineering |

## PEGA<sub>KA</sub> - Verfahren

### KARL § 11: »Energieeinsparungen«

Das einer Kläranlage zufließende Abwasser hat einen Energieinhalt von 154 kWh/ (E · a) [Kaleß, 2018] bzw. 180 kWh/ (E · a) [Dichtl, 2023]. Davon kann mit einem Faulturm lediglich 8,6 % - 11,8 % an elektrischer Energie zurückgewonnen werden [DWA-Leistungsvergleich 2020]. Den Anteil an grüner Energiegewinnung zu steigern und damit die "technische Ausfallgrenze" nach unten zu senken, ist die Zielsetzung für das PEGA<sub>KA</sub> - Verfahren, um die Anforderungen von **KARL § 11 Energieneutralität** zu erfüllen. Damit verbunden sind CO<sub>2</sub> - Einsparungen.



Steigt die Masse/ das Volumen an Klärgas, sinkt der organische Anteil (o-TS)/ Wasser im Schlamm → **weniger Klärschlamm**

### Verdoppelung Klärgas/ Halbierung Klärschlamm

In einer dem Faulturm nachgeschalteten Biologie wird ein Teil des ausgefaulten Schlammes mit streng limitierter O<sub>2</sub>-Begasung gemäß Patent aerob aufbereitet. Nach einer statisch/ mechanischen Eindickung gelangt der oxisch aktivierte Schlamm in den Faulturm zurück. Die Gasausbeute steigt deutlich (z.B. um 57 %). Mit leistungsfähigen, modernen BHKW (o.ä.) lässt sich die Grundlage für eine **energieneutrale, - positive Kläranlage** legen.

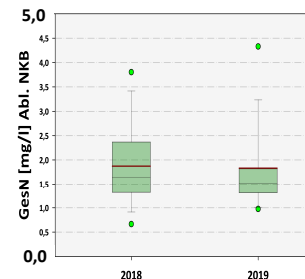
Durch die zusätzliche stoffliche Umwandlung der organischen Inhaltsstoffe im Klärschlamm reduziert sich die zu entsorgende Masse (inkl. zusätzlichem Wasserverlust). Nach Optimierung einer Kläranlage mit dem PEGA<sub>KA</sub> - Verfahren konnte **25 % weniger Klärschlamm** zur thermischen Verwertung entsorgt werden. Bei möglicher **Steigerung der Gasausbeuten streben wir 50 % Klärschlamm - Reduktion** an. Das Trübwasser der mechanischen Klärschlammwässerung führt man der PEGA<sub>BB</sub> zu. Folge: NH<sub>4</sub>-N Reduktion um 90 %.

## C-N-P - Konzept

### KARL § 7: »3. Behandlungsstufe«

Der jüngste 36. Leistungsnachweis kommunaler Kläranlagen der DWA (2023) hat gegenüber den deutlich **verschärften Anforderungen von KARL bezüglich der Überwachungswerte für P - und N - Verbindungen** im Ablauf von Kläranlagen offenbart, dass insbesondere größere Kläranlagen der GK 4 und GK 5 nur zu einem niedrigen Prozentsatz die Anforderungen für GesN erfüllen können (insbesondere für Kläranlagen mit vorgeschalteter Denitrifikation).

Die Lösung kann hier das patentierte **C-N-P - Konzept** sein, um eine energieeffiziente und belastbarere simultane Nitrifikation/ Denitrifikation in einer bestehenden Biologie zu erreichen. Durch die Veränderung des O<sub>2</sub> - Bedarfs der Biologie kann der Luftertrag (biologische Last) und somit auch der CO<sub>2</sub>-Austrag vermindert werden. Durch Konservierung der H-Donatoren lassen sich die **entstehenden NO<sub>x</sub> - Gehalte zu niedrigen GesN abbauen** (Abbildung rechts). Der so C-angereicherte Überschussschlamm kann im Faulturm mehr Gas bilden



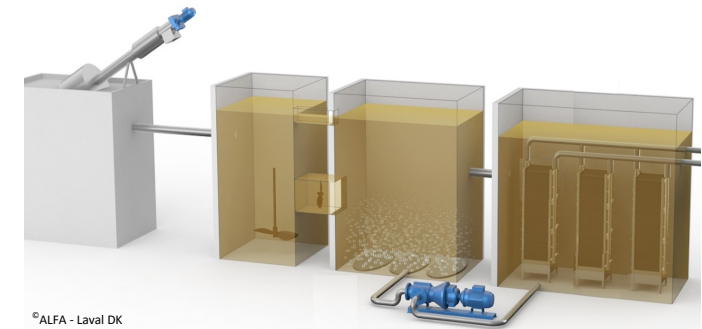
Fraktionierung des P<sub>ges</sub> - im Ablauf (Böhler und Siegrist)

In einigen Bundesländern setzen die Behörden schon jetzt sehr konsequent die Vorgaben aus **KARL § 7** durch (z.B. in Hessen und Baden - Württemberg) sogar bei kleineren KA). Wenn Ablaufwerte für P<sub>ges</sub> = 0,5 mg/l und o-PO<sub>4</sub>-P = 0,2 mg/l gefordert sind, ist das Mittel der Wahl z.B. eine 2-Punkt - Dosierung. Mit dem **erweiterten C-N-P - Konzept** kann man den partikulären Anteil sogar unter hydraulischen Spitzen gegen Null drücken (unter Verwendung von zielgerichteter Steuer-/ Regeltechnik). Frachtspitzen lassen sich mit P - Analysatoren sicher erkennen und mit der Erhöhung der Dosierung unserer Entec® - Produkte regulieren. Langjährige Erfahrungen dokumentieren unsere Leistungen. **Ausführliche Erläuterungen siehe ÖKO - Brief 6: Job - Report - bei uns auf Anfrage erhältlich.**

## MBR - Technologie

### KARL § 8: »Viertbehandlung Entfernung von Spurenstoffen«

Die MBR - Technologie ist in der angebotenen Form eine sehr **energiesparende Variante des Belebtschlammverfahrens**, da bei genügend Wasserüberstand von ≥ 0,30 m in der Regel keine Pumpen einzusetzen sind, die den Klarwasserabzug antreiben (0-Pump-Technology). Das bedeutet hohe Energieeinsparung. Die Unterbrechungen durch Rückspülungen sind auf ein Minimum beschränkt (CIP = 8-12 mal pro Jahr). Der Durchsatz ist deutlich höher als bei anderen Membrantypen, Standzeiten von ≥ 10 Jahren sind bekannt.



Die Membranen halten zuverlässig alle **partikulären Substanzen und mit ihnen daran gebundene Stoffe wie Bakterien, Schadstoffe, Mikro-/ Makroplastik, pathogene Rückstände (?) etc.** zurück. Darunter auch **ungelöste, partikuläre Materialien mit P- und N- Verbindungen (KARL §7)**. Der MBR - Prozess erlaubt aufgrund der möglichen hohen TS<sub>BB</sub> - Gehalte bis ~ 12 g/l in der biologischen Stufe eine **hohe biologische/ chemische Reinigungsleistung bezüglich C/N/P - Verbindungen**.

## MBR - Technologie

### KARL § 15(1): »Wasserwiederverwendung (water reuse)«

Die Wasserwiederverwendung in Deutschland ist noch nicht final gesetzlich reguliert (lediglich auf EU-Ebene). Je nach Anforderungen an die Qualität z.B. kombiniert mit nachgeschalteten UV-Entkeimungstechnik/ Ozonisierung etc. lassen sich **unterschiedliche Wasserqualitäten zur Wiederverwendung (water reuse)** erzeugen. So zeigt z.B. im **EU - Projekt Sustainable Waters - WaterMan** im schwedischen Kalmar, wie geklärtes Abwasser filtriert (**MBR-Technik!**) und mit UV-Entkeimung für die Bewässerung von Parks/ Bäumen/ öffentlichen Grünflächen etc. genutzt wird (Klasse A).