

KARL Art. 11: PEGA_{KA}-Technologie "Verdoppelung Klärgas (Energie) – Halbierung Klärschlamm"

Durch einen insgesamt etwa 10 Monate dauernden Betrieb einer Versuchsanlage in Containerbauweise, fasste die Gutachterin C. Busch vom TÜV – Süd – Industrie Service die Ergebnisse zusammen. Die wurden dann auf der Groß-Kläranlage am Standort übertragen.

Scale-up Kläranlage 35.000 EW:

Mehr Gas im Faulturm durch höhere Umwandlung der Organik im Faulschlamm ➔ Erhöhung der Eigenstromquote (inkl. Prozesswasserbehandlung/ Rücklast zur Belebung)

Kenndaten des Blockheizkraftwerks:

(mit BHKW $\eta_{el.} = 38\%$ | CH₄-Gas = 65 % | 1 Nm³ CH₄ = 10 kWh)

234.695 Nm³/a klassische Gasproduktion (Betriebsergebnis):

579.697 kWh/a Eigenstrom

157.315 Nm³/a Ergänzung Gas durch PEGA_{KA}-Stufe:

388.568 kWh/a Erhöhung Eigenstrom

Summe: **968.265 kWh/a $\triangleq$ Energieneutralität**

Erfüllung KARL Art. 11 ➔ **Energieeinsparungen**

=> Minimierter Klärschlammanteil zur Verwertung (thermisch/ stofflich)

(➔ maximiert die Abfallvermeidung gemäß Abfallhierarchie

Artikel 4 der Richtlinie 2008/98/EG)

2.000 t/a OS – 740 t/a OS (PEGA_{KA}) = **1.260 t/a OS** (Reduktion: – 37 %)

Die hohen NH₄-N – Rückbelastungen der maschinellen Schlammwässerung vermindern sich in der PEGA-Biologie um ca. 90 %

➔ Unterstützt KARL Art. 7 "3. Behandlungsstufe" durch deutliche Minderung der Stickstoffrückbelastung in die biologische Stufe (auch andere Parameter)

KARL Art. 11: 3 Jahre Praxisversuch zum PEGA_{KA} – Verfahren

Auf einer 35.000 EW ausgebauten Anlage wurden in knapp 3 Jahren unter suboptimalen Bedingungen im Vergleich zu unseren **Patentansprüchen DE 10 2015 118 988 B4** das PEGA_{KA} – Verfahren in einem vorhandene 850 m³ SBR - Reaktor durchgeführt.

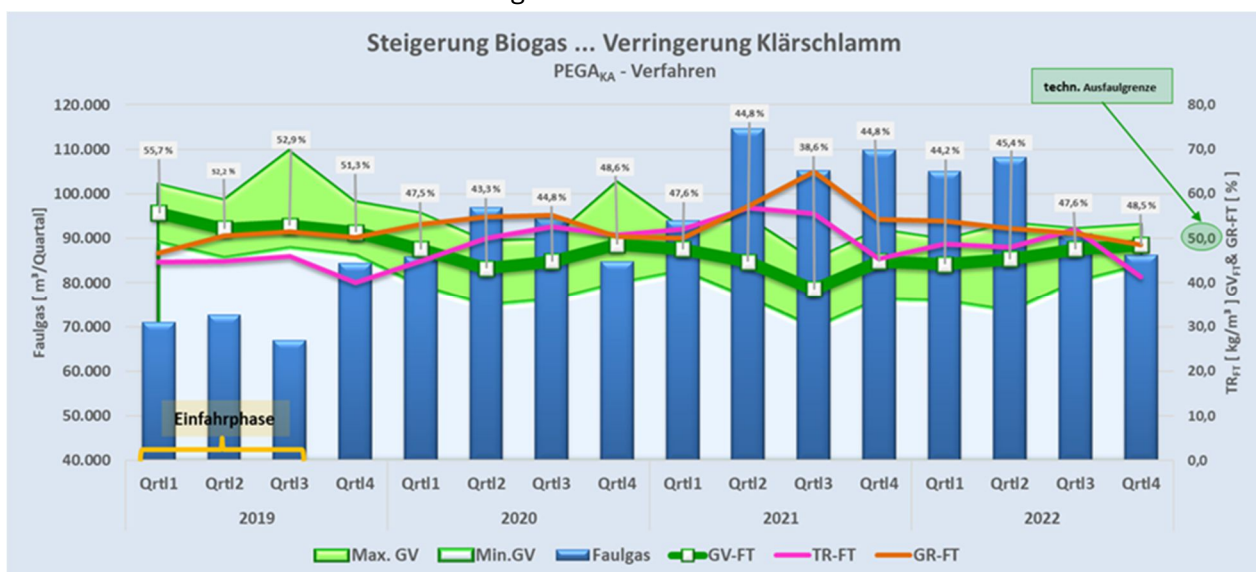


Abb. 2: Gasproduktion und Entwicklung der Kennzahlen des Faulturms (TR_{FT}, GV_{FT}, GR_{FT}) unter PEGA_{KA} – Konditionen. Ab 2020 unterschritt der Mittelwert des GV_{FT} die als technische Ausfallgrenze bezeichnete Größe von 50% {Jardin (2012) | Svoldal (2014) | DWA M368 "Biologische Stabilisierung von Klärschlamm" | Fernandez-Arevaldo et al. (2017)}

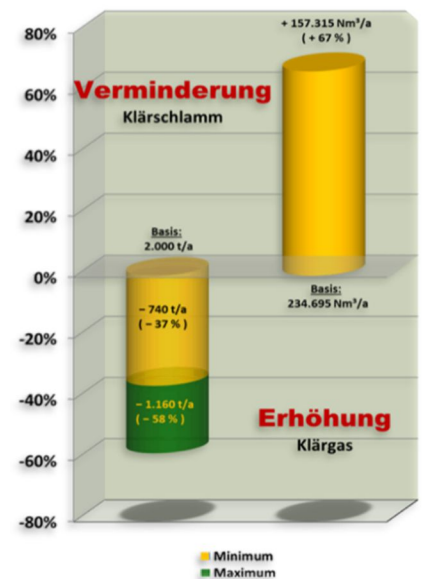


Abb. 1: Durch PEGA_{KA} – Verfahren erhöhte Gaserzeugung und daraus folgernd die Klärschlammverminderung

Das erste Jahr 2019 war geprägt durch den Umbau mit entsprechenden Einschränkungen der PEGA-Biologie – danach griff das PEGA_{KA} – Verfahren bis etwa Mitte 2022. In diesem Zeitraum unterschritt der Mittelwert beim oTS permanent die technischen Ausfallgrenze von 50 % (siehe Abb. 2 Seite 1). In den letzten beiden Jahren 2021/22 erzielte die spezifische Gasausbeute einen Wert im Mittel von 440,5 bzw. 513,5 L/ kg oTS (im Bereich der Vorgaben DWA A216 mit Richtwert 500 L/ kg oTS bzw. 480 L/ kg oTS /Böhnke, Bischofsberger, Seyfried 1993/. Mit maximal 22,7 L/(E·d) übertrifft das PEGA_{KA} – Verfahren die spezifischen Angaben von 17,3 L/(E·d) (gleiche Autoren 1993) deutlich. Die Gasproduktion bei der Anwendung der PEGA_{KA} – Technologie ist im Zeitraum um 57 % gestiegen.

> MEYER hat bei eigenen Untersuchungen von 95 Kläranlagen einem mittleren spezifischen Gasanfall von 17,3 L/(E·d) ermittelt. Lediglich auf 20 Prozent der untersuchten Anlagen wurde ein Gasabfall von mehr als 20 L/(E·d) erreicht^[1] <

Mit zunehmender Gasausbeute konnte auch der Klärschlammanfall um rd. 25 % abgesenkt werden (ca. 500 t/a).

PEGA _{KA}	Jahr	EW _{CSB}	Faulgas	TR _{FT}	GV _{FT}	GR _{FT}	Φ-Klärgas	spez. Gas (oTS)	spez. Gas (EW)	Klärschlamm (KS)	spez. KS
	2017	37.236	235.368 m³/a	k.A.	k.A.	k.A.	644,8 m³/d	k.A.	17,30 L/(E*d)	1.941 t/a	13,4 kg TR/(E*a)
	2018	49.170	270.096 m³/a	k.A.	k.A.	k.A.	740,0 m³/d	k.A.	15,00 L/(E*d)	1.999 t/a	12,0 kg TR/(E*a)
Start 05.02.19	2019	40.356	294.740 m³/a	44 kg/m³	53,1 %	49,5 %	807,5 m³/d	392,7 L/kg oTS	19,80 L/(E*d)	1.778 t/a	11,9 kg TR/(E*a)
	2020	51.328	362.233 m³/a	50 kg/m³	46,1 %	53,5 %	989,7 m³/d	342,0 L/kg oTS	19,30 L/(E*d)	1.628 t/a	9,5 kg TR/(E*a)
	2021	51.249	423.717 m³/a	52 kg/m³	43,7 %	56,8 %	1.160,9 m³/d	440,5 L/kg oTS	22,70 L/(E*d)	1.503 t/a	8,3 kg TR/(E*a)
Abbruch Okt. 22	2022	57.069	390.662 m³/a	48 kg/m³	46,4 %	51,5 %	1.070,3 m³/d	513,5 L/kg oTS	18,60 L/(E*d)	1.800 t/a	8,8 kg TR/(E*a)

Anstieg

Reduktion

Tab. 1: Wichtige Kennziffern des Faulturms der Kläranlage insbesondere die Gasproduktion und den Klärschlammanfall. Spezifische Kennzahlen sind aufgeführt, soweit vorhanden

Optimal ausgeführte PEGA_{KA} – Anlage nach Patent DE 10 2015 118 988 B4

In der nachfolgenden Abbildung ist eine PEGA_{KA} – Anlage optimal in eine bestehende Kläranlage mit Faulturm dargestellt.

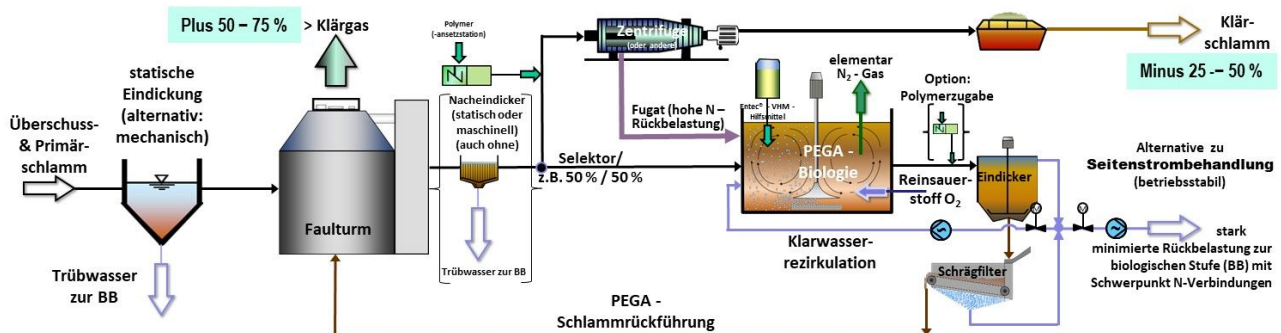


Abb. 3: Die PEGA_{BB} nimmt den ausgefaulten Klärschlamm abgetrennt durch einen Selektor auf (z.B. 50 % der Klärschlammmenge). Den verbleibende Rest entwässert man nach wie vor klassisch z.B. mit Zentrifuge. Das Trübwasser gelangt ebenfalls in die PEGA_{BB} und wird dort mitbehandelt (KARL Art. 7: Reduzierung der Rückbelastung an NH₄-N zur Reduzierung von GesN im Ablauf). Die Biologie erhält eine Begasung mit Reinsauerstoff bei möglichst erhöhten Temperaturen. Die Ausschwemmbiologie hat bezogen auf den Schlamm eine sehr kurze Verweildauer und gelangt in den statische Eindicker gefolgt von dem Schräglfilter. Der so eingedickte Schlamm gelangt mit einem TR – Gehalt von 9 – 12 % zurück in den Faulturm. Das abgetrennte Wasser aus den beiden Eindicker-Stufen wird mit einer hohen Quote des zwei- bis vierfachen zur PEGA_{BB} rezirkuliert. Der Rest des weitestgehend unbelasteten gereinigten Wassers (z.B. NH₄-N etwa 90 % reduziert) gelangt zurück in die Hauptbiologie. Dort kann die N – Belastung des Belebungsbeckens um etwa 20 % gemindert werden

Wir haben Konzepte entwickelt, um auch kleinere Kläranlagen im Bereich um 10.000 EW mit einer Faulung nachzurüsten und dann das PEGA_{KA} – Verfahren anzuwenden. Die Entlastung der Biologie, eigene Stromerzeugung und Einsparungen bei der Klärschlammentsorgung finanzieren die Investition – ganz im Sinne der EU- KARL!

[1] Meyer, H.; Kaudelka, A.; Podewils, W.; Technisch/ wirtschaftliche Aspekte der Klärschlammgasverwertung auf Kläranlagen im Zusammenwirken von Abwasserreinigung und Energieautarkie. Mitteilungen der Oswald-Schulze-Stiftung, Heft 4 (1983) Seite 39-45