

Förderschwerpunkt Energieeffiziente Abwasseranlagen

Verbandsgemeinde Weilerbach „Energieautarke Gruppenkläranlage Weilerbach“

Abwasserbehandlungsanlage mit anaerober Schlammstabilisierung, Hochlastfaulung und Nachvergärung

VORHABENBESCHREIBUNG

Die Verbandsgemeinde Weilerbach betreibt seit mehr als 25 Jahren die Gruppenkläranlage Weilerbach mit einer ursprünglichen Ausbaugröße von 16.500 Einwohnerwerten (EW). Zum Zeitpunkt der Planung der Verfahrensumstellung waren im Mittel ca. 29.000 EW_{BSB} angeschlossen.

Die Gruppenkläranlage Weilerbach wurde in der Vergangenheit als aerob stabilisierende Belebtschlamm-anlage mit einem spezifischen Energieverbrauch von ca. 20 kWh/(EW*a) betrieben.

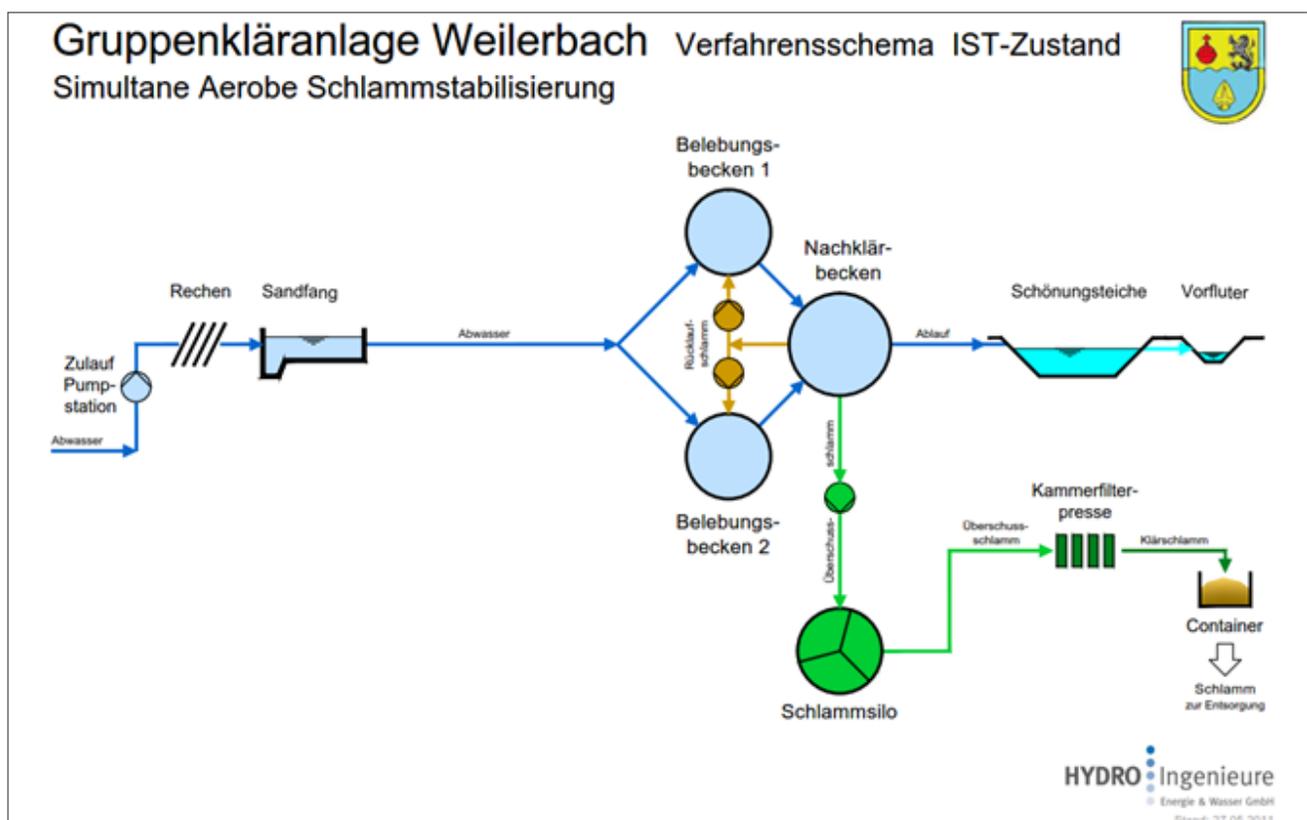


Abb. 1: Verfahrensschema Gruppenkläranlage Weilerbach vor der Maßnahme | Quelle: Verbandsgemeinde Weilerbach

ZIELSETZUNG

Ziel des Vorhabens war, das Behandlungsverfahren nach einer Konzeption der HYDRO-Ingenieure Energie & Wasser GmbH Kaiserslautern auf eine anaerobe Stabilisierung mit Hochlastfaulung und Nachvergärung umzustellen. Die Nutzung des anfallenden Methangases soll über Kraft-Wärme-Kopplung erfolgen und der Strombedarf weitergehend durch Optimierung der Prozesssteuerung und den Einsatz von hoch-effizienten Motoren minimiert werden.

Durch die Maßnahmen soll ein energieautarker Betrieb der Gruppenkläranlage erreicht werden, d. h. es werden nach Inbetriebnahme der neuen Anlagenteile weder Strom noch Brennstoffe von außen zugeführt. Modellhaft soll so gezeigt werden, dass unter weitestgehender Ausnutzung der Energieeinsparpotentiale und der Optimierung der Faulgasausbeute mittelgroße Kläranlagen energieautark betrieben werden können

und somit ein CO₂-neutraler Betrieb kommunaler Kläranlagen möglich wird.

Neben dem Bau der eigentlichen Faulreaktoren wurden weitere verfahrenstechnische und bauliche Maßnahmen realisiert:

- Erweiterung der mechanischen Reinigungsstufe um eine Sand- und Fettfang-Straße sowie einer Vorklärung
- Eindickung der anfallenden Rohschlämme mittels maschineller Schlammeindickung
- Gasspeicherung, -aufbereitung und -verwertung mittels Doppelmembrangasspeicher, Aktivkohlefilter und Blockheizkraftwerk

Das erzeugte Klärgas wird vollständig in einem BHKW verwertet und in elektrischen Strom und Wärme umgewandelt.

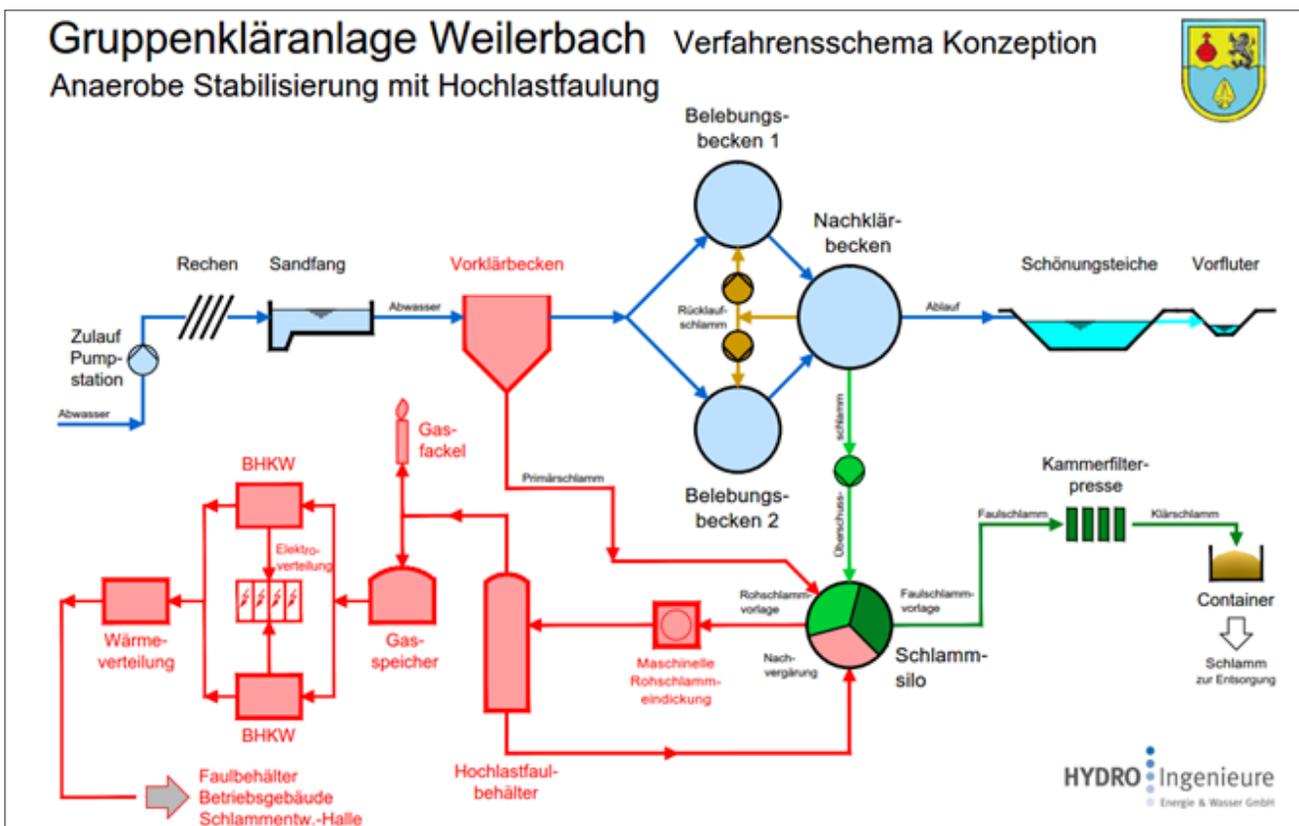


Abb. 2: Verfahrensschema Gruppenkläranlage Weilerbach (anaerobe Stabilisierung mit Hochlastfaulung) | Quelle: Verbandsgemeinde Weilerbach

ERGEBNISSE

Die Projektdurchführung hat gezeigt, dass die Implementierung einer Hochlastfaulung bzw. einer anaeroben Schlammfaulung auf einer bestehenden Kläranlage bei einer ausreichenden Schulung des Betriebspersonals problemlos umzusetzen ist. Der Anlagenbetrieb lief weitgehend stabil, lediglich zu Beginn des Jahres 2016 ergaben sich Betriebsprobleme aufgrund einer kurzfristig zu hohen Feststoff-Beschickung der Faulung und der damit bedingten Versäuerung des Reaktors.

Die angestrebten Ziele konnten weitgehend erreicht werden.

Durch die Verwertung des anfallenden Klärgases und der damit verbundenen Eigenversorgung mit Strom und Wärme konnte die CO₂-Emission um mehr als 180 t/a reduziert werden.

Der spezifische Energiebedarf für die Belüftung konnte auf 7,1 kWh/(EW*a) reduziert werden, ohne die Ablaufqualität negativ zu beeinflussen. Auch die Reduzierung des Belebungsbeckenvolumens zeigt keinen Einfluss auf die Ablaufqualität.

Durch die Verfahrensumstellung verringert sich der Klärschlammanfall um rund 30 Prozent. Neben den geringeren Kosten für die landwirtschaftliche Verwertung reduzieren sich in gleichem Maße auch die Kosten für die benötigten Entwässerungshilfsstoffe.

Es konnte gezeigt werden, dass durch die Kombination einer einstufigen Hochlastfaulung mit einer Nachvergärung der spezifische Klärgasertrag (475 l/(kg oTSzu)) im Vergleich zur konventionellen Faulung (ca. 400 -440 l/(kg oTSzu)) um ca. 8 -10 % gesteigert werden kann. Dies ist im Wesentlichen auf

den zusätzlichen Gasertrag aus der Nachvergärung (ca. 8,6 %) zurückzuführen.

Die angestrebten Ziele hinsichtlich des Eigenversorgungsgrades wurden teilweise erreicht, werden aber weiterhin verfolgt.

Aktuell realisierte Maßnahmen wie die Reduzierung des Belebungsvolumens (Reduzierung Belüftungsenergie und Schlammalter/Erhöhung Energiegehalt des Überschussschlammes) und die Optimierung der Rücklaufschlammführung sollen den Eigenversorgungsgrad der GKA Weilerbach weiter erhöhen.

Aus den Ergebnissen kann für bestehende Anlagen mit anaerober Schlammstabilisierung abgeleitet werden, dass durch die Nutzung vorhandener Schlammspeicher, die entsprechend umrüstet werden, ein zusätzlicher Gasertrag erzielt werden kann.

Für bestehende Anlagen mit anaerober Schlammstabilisierung deren Reaktorvolumen zu gering dimensioniert ist, kann dies bedeuten, dass vorhandene Schlammspeichervolumina zu einer Nachvergärung umgebaut werden und damit zusätzliches Reaktorvolumen bei vergleichsweise niedrigen Investitionskosten geschaffen werden können.

Bei einem Neubau besteht die Möglichkeit, vorhandenes Volumen als Nachvergärung zu nutzen und dadurch die Investitionskosten zu minimieren.

Durch die Umstellung der GKA Weilerbach von aerober Schlammstabilisierung auf anaerobe Schlammstabilisierung mittels Hochlastfaulung mit anschließender Nachvergärung reduzieren sich die Jahreskosten ab der Inbetriebnahme um ca. 150.000 €/a.

VORHER - NACHHER

Die energetischen Zielwerte wurden teilweise erreicht, jedoch wird aufgrund der Reduzierung des Belebungsvolumens der Optimierung der Rücklaufschlammführung weitere Einsparung im Stromverbrauch erwartet, die jedoch aktuell noch nicht zu beziffern sind.

Dies wirkt sich auch auf den spezifischen Stromverbrauch der Belüftung aus. Hier wurde schon der Zielwert von 10 kWh/(EW*a) um 29 % unterschritten (aktuell: 7,1 kWh/(EW*a)).

Durch die Verfahrensumstellung hat sich der Bezug an elektrischer Fremdenergie um ca. 312 MWh/a

reduziert. Aktuell wird eine Deckung des Eigenenergiebedarfs von ca. 72,2 % (März bis Dez. 2015 ca. 80 %) erreicht, bei einer gleichzeitigen Energieautarkie hinsichtlich der thermischen Energie.

Die Verfahrensumstellung führte somit einerseits durch den reduzierten Gesamtstromverbrauch (E_{ges}) und andererseits durch die energetische Nutzung des anfallenden Klärgases zu einer CO_2 -Einsparung von 181,4 t/a, bzw. gegenüber dem Referenzjahr 2014 zu einer Reduzierung der CO_2 -Emission von ca. 73%.

Die Reduzierung der CO_2 -Emission durch den verringerten Chemikalieneinsatz (Produktion und Transport) und den geringeren Mengen an entwässertem

Faulschlamm (Transport und Entsorgung) sowie den Wegfall des Einsatzes von Flüssiggas für die Beheizung des Betriebsgebäudes wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Die zu entsorgende entwässerte Schlammmenge konnte um mehr als 44 % (-895,6 m³/a) reduziert werden. Vergleichbares gilt für die zu entsorgende organische Trockensubstanz (oTS) - Menge die sich um ca. 65,5 t oTS/a (-35,8 %) verringerte.

Durch die geringere Schlammmenge hat sich auch der Verbrauch des für die Schlammkonditionierung verwendeten Kalks um 36,8 % auf 219,1 t/a verringert.

Anlage/ Anlagenteil	Parameter	Vorher (2014)	Ziel	Nachher (09/15 - 08/16)
Kläranlage insgesamt	E_{ges} (MWh/a)	463	470	448
	e_{ges} (kWh/E*a)	20,8	19,5	20,8 (CSB) 18,9 (BSB)
	CO_2 -Äquivalente (t/a)	248 ¹	-	66,6 ²
	Einsparung CO_2 -Äquivalente (t/a)	-	248 ²	181,4 ²
Belüftung	e_{bel} (kWh/E*a)	k.A.	10	7,1
Faulung	spez. Faulgasproduktion (l/(E*d))	-	30	23,4 (24,9) ²
	Grad der Faulgasnutzung (%)	-	100	100
	el. Wirkungsgrad der FG-Nutzung η_{elek} (%)	-	38	28,2
	Eigenversorgungsgrad Wärme EV_{th} (%)	-	100	100

¹ Faktor: 0,535 kg/kWh [10]

² Ohne Berücksichtigung der spezifischen Gasproduktion während der Betriebsprobleme der Hochlastfaulung

Anlage/ Anlagenteil	Parameter	Vorher (2014)	Ziel	Nachher (09/15 - 08/16)
Faulung	Eigenversorgungsgrad Strom EV _{elek} (%)	-	100	66,2 (72,2 bzw. 80) ³
Klärschlammanfall	Einsparung Schlammmenge (%)	-	30	44,3
	Reduzierung zu entsorgender TS	-	30	35,8
Chemikalienbedarf	Einsparung Kalk	-	30	36,8

Tabelle 1: Vorher-Nachher-Vergleich

³ Je nach Betrachtungszeitraum ergeben sich Werte von ca 80% für Zeiträume von mehr als 10 Monate

PROJEKTLAUFZEIT

Investitionsvorhaben: 1. Oktober 2011 - 31. Januar 2015

anschließendes Messprogramm: 20. Juli 2015 - 30. Juli 2016

WEITERE INFORMATIONEN

Kontakt

Verbandsgemeinde Weilerbach
Herr Ludwig Groß
06374-922114
ludwig.gross@vg-weilerbach.de

HYDRO-Ingenieure Energie & Wasser GmbH
Dr.-Ing. Andreas Blank
0721-62584699
a.blank@hydro-ingenieure.de

Herausgeber

Umweltbundesamt
Projektmanagement: Frau Karin Puder
0340-2103-3067
pmi@uba.de

Fachbegleitung: Frau Simone Brandt
030-8903-4306
simone.brandt@uba.de

www.umweltinnovationen-in-abwasseranlagen.de

© Copyright Umweltbundesamt 2016