

Förderschwerpunkt Energieeffiziente Abwasseranlagen

Stadt Schwalmstadt „Steigerung der Ressourcen- und Energieeffizienz der Kläranlage Treysa“

Energieeffiziente Abwasserbehandlung – Realisierung eines innovativen Konzeptes bei einer mittelgroßen Abwasserbehandlungsanlage

VORHABENBESCHREIBUNG

Die Stadtwerke Schwalmstadt als Betreiber der Gruppenkläranlage Treysa mit einer Ausbaugröße von 22.000 Einwohnerwerten (EW) haben schon bei deren Erweiterung für die gezielte Nährstoffelimination (1996 bis 1998) auf Energieeffizienz geachtet. Inzwischen ist die Belastung gestiegen, so dass die Anlage gelegentlich an ihre Kapazitätsgrenzen gelangt. Daher wollen die Stadtwerke mit einer umfassenden verfahrenstechnischen und energetischen Optimierung zeigen, dass selbst bei konventionellen Kläranlagen, die bereits ein gutes bis sehr gutes Niveau der Energieeffizienz erreicht haben, noch ein

Optimierungspotenzial besteht, wenn Systemgrenzen zwischen dem Träger der Abwasserbehandlung, Indirekteinleitern und externen Partnern mit unkonventionellen Ansätzen überwunden werden.

Dabei werden nicht nur die Ressourcen- und Energieeffizienz der Kläranlage gesteigert, sondern auch die Emissionen klimaschädlicher Gase verringert und die Ablaufqualität der Anlage verbessert. In der Summe kann der größte Stromverbraucher der Stadtwerke seinen Energiebedarf überwiegend selbst decken und zusätzlich auch Klärgas für ein externes Blockheizkraftwerk (BHKW) liefern.

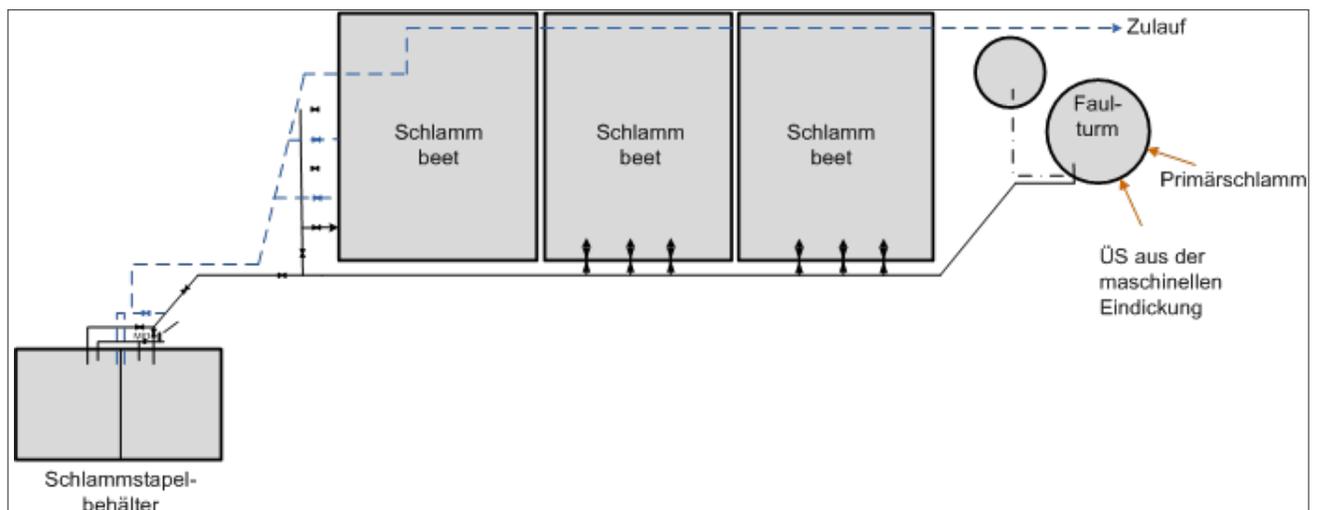


Abb. 1: Verfahrensskizze der Ausgangssituation der Schlamm- und Trübwasserbehandlung | Quelle: Stadt Schwalmstadt

ZIELSETZUNG

Durch dieses Vorhaben sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Verringerung der Zulaufkraft um 5 %
- Senkung des Stromverbrauches um 20 %
- Erhöhung des einwohnerspezifischen Klärgasanfalls auf 30 l/(EW*d)
- Erhöhung der Stromerzeugung und der Nutzwärme
- Verbesserung der Reinigungsleistung bezüglich Stickstoffelimination
- Senkung des Ausstoßes an CO₂-Äquivalenten

Die wichtigsten Ansatzpunkte sind:

- Mitfaltung (teil-)stabilisierter Klärschlämme benachbarter kleinerer Kläranlagen

- Kofermentation der Konzentrate von Indirekteinleitern
- Bewirtschaftung der Konzentrate (Management der Faulturmbeschildung)
- Wärmegeführter BHKW-Betrieb auf der GKA Treysa und Weiterleitung des Klärgasüberschusses
- Stickstoffelimination im Trübwasser durch (teilweise) Deammonifikation im Scheibentauchkörper
- Erfassung und Nutzung der Gasemission aus der Faulschlammeindickung
- Reduzierung des Stromverbrauches durch Optimierung im Bestand

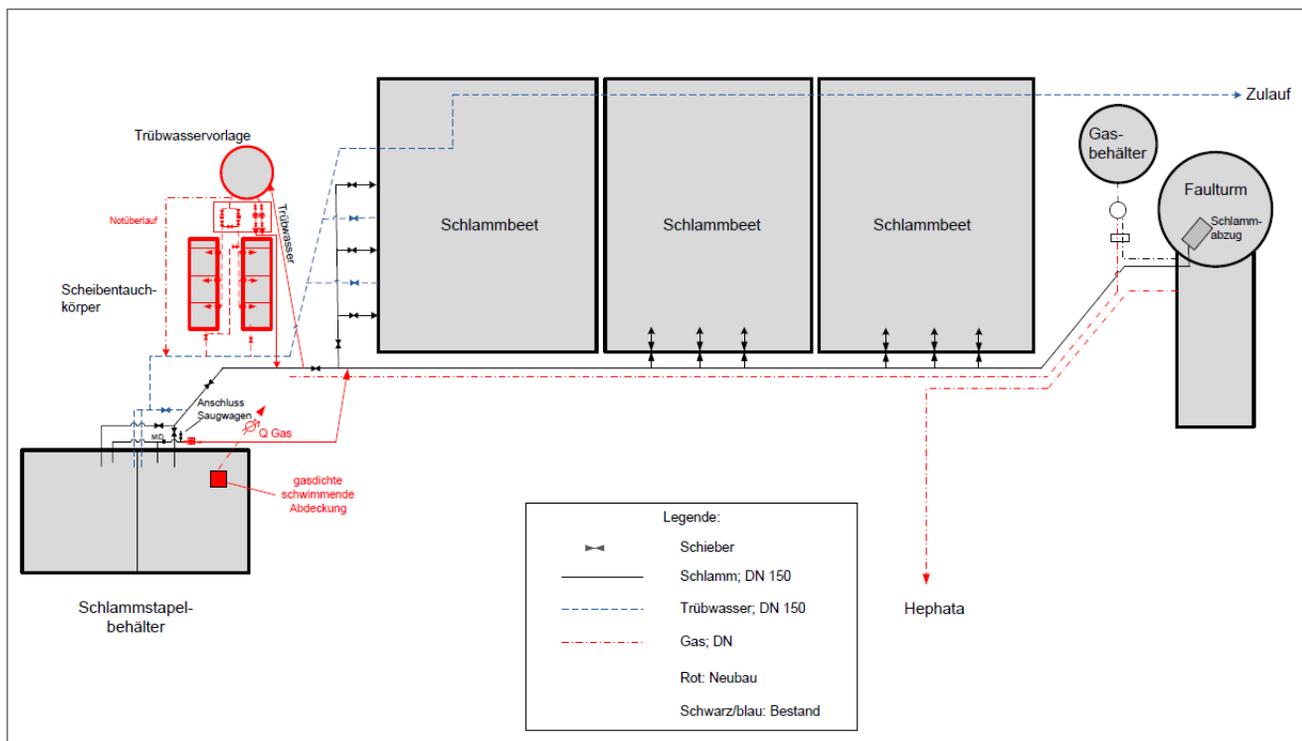


Abb. 2: Verfahrensskizze der aktuellen Situation der Schlamm- und Trübwasserbehandlung (nach Maßnahme) | Quelle: Stadt Schwalmstadt

Folgende Maßnahmen wurden mit dem UIP-Projekt umgesetzt:

- Mitfaulung von Klärschlämmen der Nachbargemeinde Willingshausen (drei Kläranlagen GK 2)
- Bau einer Annahmestation für Co-Substrate von Indirekteinleitern und Ausarbeitung eines Konzeptes zur Abtrennung von Konzentraten bei zwei Indirekteinleitern
- Geregelter Dosierung der Konzentrate und Schlämme in den Faulturm zur bedarfsgerechten Gaserzeugung (Verwirklichung eines Schlamm- und Co-Substrat-Managements)
- Bau einer Klärgasleitung zur Heizzentrale eines benachbarten Klinikkomplexes und Bau eines Satelliten-BHKWs für Klärgas- und Erdgasnutzung mit vollständiger Nutzung der erzeugten Wärme- und Strommenge für den Eigenbedarf
- Bau eines Nacheindickers zur Abtrennung des Trübwassers und einer zweistraßigen Scheibentauchkörperanlage zur Trübwasserbehandlung
- Bau einer Gashaube zur Erfassung der Gasemission im Schlammsilo inkl. eines geeigneten Gas-mengenzählers
- Austausch von Belüftern im Nitrifikationsbecken 1

ERGEBNISSE

- Verringerung der Zulaufkraft wurde teilweise durch Abtrennung der Hefen einer Brauerei umgesetzt. Die Zulaufkräften schwankten während der Projektlaufzeit in einem großen Bereich, so dass die Verringerung nicht quantifiziert werden kann. Die Schwankungsursache wird derzeit untersucht. Die Abtrennung der Konzentrate des größeren Indirekteinleiters ist noch nicht vollständig umgesetzt, da produktionsintegrierte Maßnahmen noch ausstehen. Die Umsetzung erfolgt voraussichtlich in 2017, so dass die CSB-Fracht anschließend um rund 300 kg CSB/d bzw. > 10% reduziert wird.
- Der Stromverbrauch wurde durch Optimierung im Bestand reduziert, wobei die Einsparung durch den Ersatz der ca. 20 Jahre alten Keramikkerzen in einem Teil der Nitrifikationsbecken durch effiziente Streifenbelüfter wesentlich geringer ausfiel als erwartet. Die kleineren Einsparungen wurden u.a. durch den zusätzlichen Stromverbrauch der Scheibentauchkörper, des Nacheindickers und der Klärgastrocknung kompensiert.
- Der Klärgasanfall schwankte während der Projektlaufzeit aus bisher nicht nachvollziehbaren Gründen stark (2011: 274.000 m³; 2013: 222.000 m³). Der Klärgasanfall erreichte zum Ende der Projektlaufzeit wieder das hohe Niveau von 2011. Durch die Abtrennung der Konzentrate und Mitbehandlung im Faulturm wird eine weitere Steigerung mit einem einwohnerspezifischen Gasanfall >30 l/(EW*d) erwartet. Das anfallende Klärgas wird zu 100 % verwertet.
- Die Stromproduktion konnte um rund 11 % erhöht werden.
- Die Nutzwärme konnte um rund 14 % erhöht werden.
- Durch die Trübwasserbehandlung wurde die Rückbelastung der reduzierten Stickstoffverbindungen halbiert. Aufgrund der starken Streuung der Zu- und Ablaufkonzentrationen der Kläranlage Treysa kann die Verbesserung der Reinigungsleistung der Kläranlage nicht quantifiziert werden.
- Die Senkung des CO₂-Ausstoßes liegt bei rund 132 t/a und lässt sich auf aufgrund der Nutzung des Satelliten-BHKWs mit Klärgas und Erdgas wie folgt zusammenfassen:
 - Substitution fossiler Brennstoffe durch Klärgasnutzung: 44,5 t/a
 - Substitution der Wärmeerzeugung im Heizkessel (Nutzung BHKW mit Erdgas): 87 t/a

Im Rahmen der Umsetzung erforderliche Anpassung der technischen Verfahren:

- Der Nacheindicker (NED) wird als Trübwasservorlage genutzt, da sich der Schlamm im NED (entgegen der Vorversuche) nicht abgesetzt hat. Das Trübwasser wird in den bestehenden Schlammstillen abgetrennt und im NED zwischengespeichert. Dadurch kühlt das Trübwasser ab und die Scheibentauchkörper werden mit kühlem Trübwasser beschickt, was für die Deammonifikation nachteilig ist.
- Nachrüstung der Klärgasleitung um eine Klärgastrocknung: Da sich trotz Kondensatabscheider Kondensat an Tiefpunkten der Gasleitung DN 50 zum Satelliten-BHKW angesammelt hat, die zu einer wiederholten Unterbrechung der Gaslieferung an das Satelliten-BHKW geführt hat, musste eine Klärgastrocknung nachgerüstet werden.
- Aufgrund des hohen Kondensatanfalles beim Faulgas aus dem Schlammstillen und der für den Gastransport zusätzlich erforderlichen 2. Gastrocknung bei sehr geringer Gasmenge wurde auf eine Nutzung durch Anbindung der Abdeckhaube an den Gasspeicher verzichtet.

Sonstige Erfahrungen waren:

- Die Begleitung der Baumaßnahmen im laufenden Betrieb einschließlich der Betreuung der Einfahrphase für die neuen Anlagenteile und der analytischen Überwachung führte zu einer Erhöhung der Arbeitsbelastung der Mitarbeiter der Kläranlage.
- Die Abtrennung von Konzentraten im Einzugsgebiet der Kläranlage ist nur langsam umsetzbar, da die Entscheidung nicht von den Stadtwerken getroffen werden kann und teilweise hohe Investitionskosten vom Betrieb getätigt werden müssen.
- Die Klärung schwieriger rechtlicher Fragestellungen (Energie- und Steuerrecht für Energielieferung; kommunalabgaberechtliche Fragen bei Satelliten-BHKW; abfallrechtliche Einstufung von Co-Substraten im Hinblick auf die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung etc.) führten zu Verzögerungen im Projektablauf und bei Genehmigungsverfahren und erzwangen teilweise Korrekturen am Gesamtkonzept.

VORHER - NACHHER

Anlage/ Anlagenteil	Parameter	Vorher	Ziel	Nachher
Kläranlage insgesamt	Verringerung der Zulauffracht	28.000 EW	5 %	wird im Messprogramm ermittelt
	Gesamtstromverbrauch E_{ges} (MWh/a)	632	500	wird im Messprogramm ermittelt
	Spezif. Stromverbrauch e_{ges} (kWh/EW*a)	22,6	18	wird im Messprogramm ermittelt
	Einsparung CO ₂ - Äquivalente (t/a)	-	340	wird im Messprogramm ermittelt

Anlage/ Anlagenteil	Parameter	Vorher	Ziel	Nachher
Anaerobe Schlammstabilisierung	Spez. Faulgasproduktion $V_{\text{Faulgas}^*EW} (l/EW*d)$	23,6	31	wird im Messprogramm ermittelt
	Grad der Faulgasnutzung (%)	83	100	wird im Messprogramm ermittelt
	Elektr. Wirkungsgrad der Faulgasverwertung η_{elek} (%)	27,7	38	wird im Messprogramm ermittelt
	Eigenversorgungsgrad Wärme EV_{th} (%)	94	> 100	wird im Messprogramm ermittelt
	Eigenversorgungsgrad Strom EV_{elek} (%)	57	> 100	wird im Messprogramm ermittelt

Tabelle 1: Vorher-Nachher-Vergleich

PROJEKTLAUFZEIT

Investitionsvorhaben: 27. September 2011 - 31. Dezember 2014

anschließendes Messprogramm: 1.03.2015 - 31.12.2016

WEITERE INFORMATIONEN

Kontakt

Stadt Schwalmstadt
Frau Susanne Brants
06691-207316
s.brants@schwalmstadt.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