

## Förderschwerpunkt Energieeffiziente Abwasseranlagen

### Stadt Lingen

### „Plus-Energie-Kläranlage mit Phosphorrückgewinnung“

Ressourceneffiziente Klärschlammbehandlung einschließlich Klärschlammverwertung

#### VORHABENBESCHREIBUNG

Die Kläranlage Lingen besitzt eine Ausbaugröße von 195.000 Einwohnerwerten (EW). Die tatsächliche Belastung bezüglich der CSB-Fracht<sup>1</sup> liegt bei etwa 150.000 EW (Stand 2010) und teilt sich auf in ca. 60.000 EW angeschlossene Einwohner und 90.000 EW an Einleitungen aus der chemischen Industrie und sonstigen Industrie- und Gewerbebetrieben. Aufgrund des Industrieabwasseranteils von 60 % ist die CSB-Konzentration im Zulauf etwas höher als üblich. Bei der biologischen Reinigung handelt es sich um eine 3-straßige Belebungsanlage mit vorgehalteter Denitrifikation in Kaskadenbauweise und biologischer Phosphatentfernung. Primär- und Überschussschlamm werden in zwei 2.000 m<sup>3</sup> großen Faultürmen bei einer Aufenthaltszeit von etwa 20 Tagen unter anaeroben Bedingungen stabilisiert. Mit einem relativ schlechten Abbaugrad von etwa 40 % organischen Trockenrückstand (oTR), verbunden mit einer sehr niedrigen Faulgasproduktion und einem hohen Organikanteil im ausgefaulten Schlamm (67 % oTR) wird der Schlamm über 2 Bucherpressen entwässert und in einem nahegelegenen Kohlekraftwerk thermisch verwertet.

Am Beispiel der Kläranlage der Stadt Lingen (Abbildung 1) soll im großtechnischen Maßstab gezeigt werden, dass Kläranlagen, die allgemein als die größten Einzelverbraucher an elektrischer Energie von Kommunen gelten, nicht nur in Nullenergie-Kläranlagen,

sondern in Plus-Energie-Kläranlagen, d. h. in Anlagen mit einer Produktion von Strom- und Wärmeüberschüssen, umgewandelt werden können.

Gleichzeitig wird hierbei eine Rückgewinnung von pflanzenverfügbarem Phosphor (P) in Höhe von 30 Massen-Prozent des Zulaufes angestrebt. Es soll damit modellhaft gezeigt werden, dass trotz der zusätzlichen Anlagentechnik und des zusätzlichen Energieverbrauchs für die P-Rückgewinnung immer noch eine Stromproduktion und -abgabe durch Kläranlagen an externe Verbraucher möglich ist.

Die Verfahrensumstellung besteht im Wesentlichen aus einer Intensivierung der Faulung durch ein neues thermisches Hydrolyseverfahren der ELIQUO STULZ (LysoTherm<sup>®</sup>) und einem neuartigen Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus dem ausgefaulten Überschussschlamm mittels Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP)-Fällung, das sich zusätzlich positiv auf die Schlammmentwässerung auswirkt. Besonderes Merkmal und Voraussetzung für die gleichzeitige Umsetzung von Energieeffizienz, Ressourcenschonung und Leistungssteigerung ist das am CUTEC-Institut gemeinsam mit der P.C.S. GmbH entwickelte Verfahren der getrennten Hydrolyse und Faulung von Überschussschlamm (LysoGest<sup>®</sup>). Mit LysoGest<sup>®</sup> werden konzentrierte Phosphat- und Ammoniumlösungen erzeugt, die energieeffizient, chemikalieneffizient und mit kompakter Anlagentechnik (materialeffizient) be-

<sup>1</sup> CSB = chemischer Sauerstoffbedarf

handelt werden.

Weiterhin wird auch eine betriebliche Optimierung der Abwasser- und Schlammbehandlung durchgeführt, unter anderem werden die Rührwerkstechnik

in der biologischen Stufe und die Schlammumwälzung der Faultürme neu berechnet und erneuert, sowie die Sauerstoffversorgung und die Rücklaufschlammförderung optimiert.

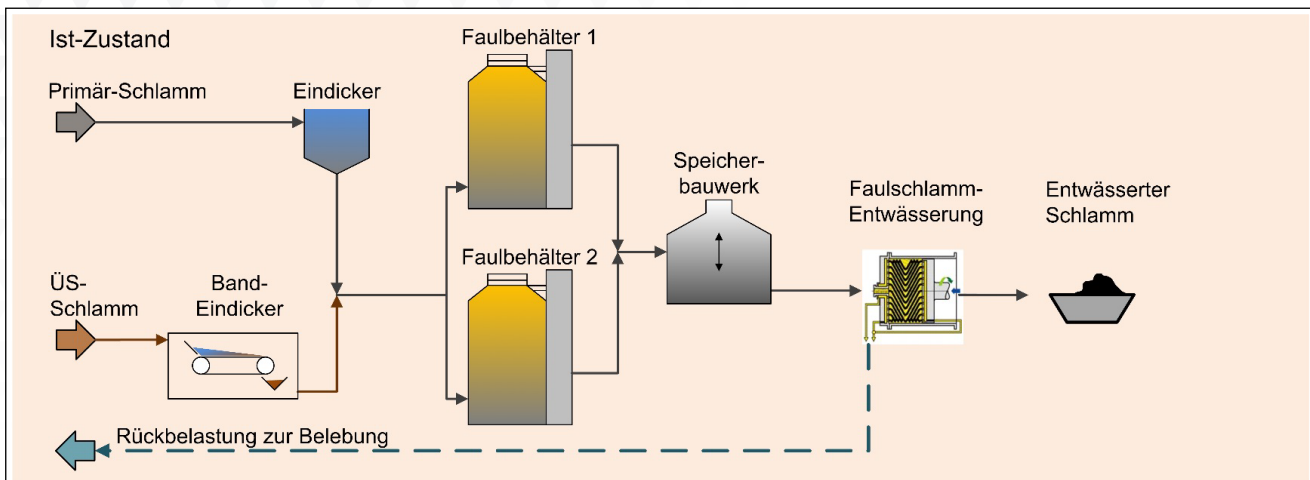


Abb. 1: Ist-Zustand der Kläranlage Lingen in 2011 | Quelle: Stadt Lingen

## ZIELSETZUNG

Die Innovationen des Projektes „Plus-Energie-Kläranlage“ (Abbildung 2) bestehen aus:

- Der erstmaligen großtechnischen Installation einer Lysotherm®-Anlage. Die Demonstration des Lysotherm®-Verfahrens soll aufzeigen, dass die Anlagentechnik betriebssicher, zuverlässig, einfach zu bedienen und insbesondere für mittelgroße Kläranlagen ab 30.000 - 50.000 Einwohnerwerten wirtschaftlich sein kann.
- Der erstmaligen großtechnischen Umsetzung und Erprobung der getrennten thermischen Hydrolyse und Faulung von Überschussschlamm (LysoGest®), mit der eine gezielte Produktion von Nährstoffkonzentraten im Bereich 800 mg P/l (als Phosphat) und 2.500 g N/l (als Ammonium) nachgewiesen werden soll. Gezeigt werden soll auch, dass mit der getrennten Faulung von Primär- und Überschussschlamm im Vergleich zu einer gemeinsamen Faulung durch bessere Adaption der Biozönose mehr Faulgas erzeugt werden kann.
- Dem technischen Nachweis einer Phosphor-Rückgewinnungsquote von mindestens 30 Prozent des Kläranlagenzulaufs aus dem Faulschlamm. Damit soll aufgezeigt werden, dass die von der Bundesregierung angestrebte verbindliche P-Rückgewinnung bereits heute zu deutlich geringeren Kosten als bisher gedacht möglich ist, da die verfahrensbedingte Aufkonzentrierung der anfallenden Prozesswässer deutliche wirtschaftliche Vorteile sowohl für die Nährstoffrückgewinnung als auch für den Kläranlagenbetrieb (Verringerung der Rückbelastung, Vermeidung von Betriebsstörungen durch Anlagenverkrustungen) bringt.
- Dem Nachweis, dass allein durch die verfahrensbedingte Intensivierung der Schlammfäulung sowie die damit auch verbundene Schaffung von neuen Kapazitäten zur Co-Vergärung (ohne Erweiterung von Faulraumkapazitäten) eine Umwandlung kommunaler Kläranlagen vom größten kommunalen Stromverbraucher in einen

Lieferanten für regenerativen Strom aus Abwasser und Abfall möglich ist. Es soll hiermit analog zu der Bezeichnung „Plus-Energiehäuser“ eine „Plus-Energie-Kläranlage“ realisiert werden.

Ein weiteres Projektziel besteht auch darin, aufzuzeigen, dass es möglich ist, den drei häufig gegensätzlichen Zielstellungen der Energieeffizienz, der Materialeffizienz und dem Wertstoffrecycling durch Ausnutzung von Synergieeffekten bei der Kombination einzelner Verfahrensstufen gerecht zu werden.

Mit dem über vier Jahre laufenden Fördervorhabens sollen die Detailplanung, die Bau- und Installationsphase, Inbetriebnahme und Untersuchung einzelner Verfahrensstufen sowie eine Analyse und Optimierung des Gesamtprozesses erfolgen.

In die Umsetzung der einzelnen Verfahrensschritte auf der Kläranlage Lingen sind die Firmen ELIQUO STULZ GmbH (ein Unternehmen der ELIQUO WATER GROUP) und die P.C.S. GmbH eingebunden.

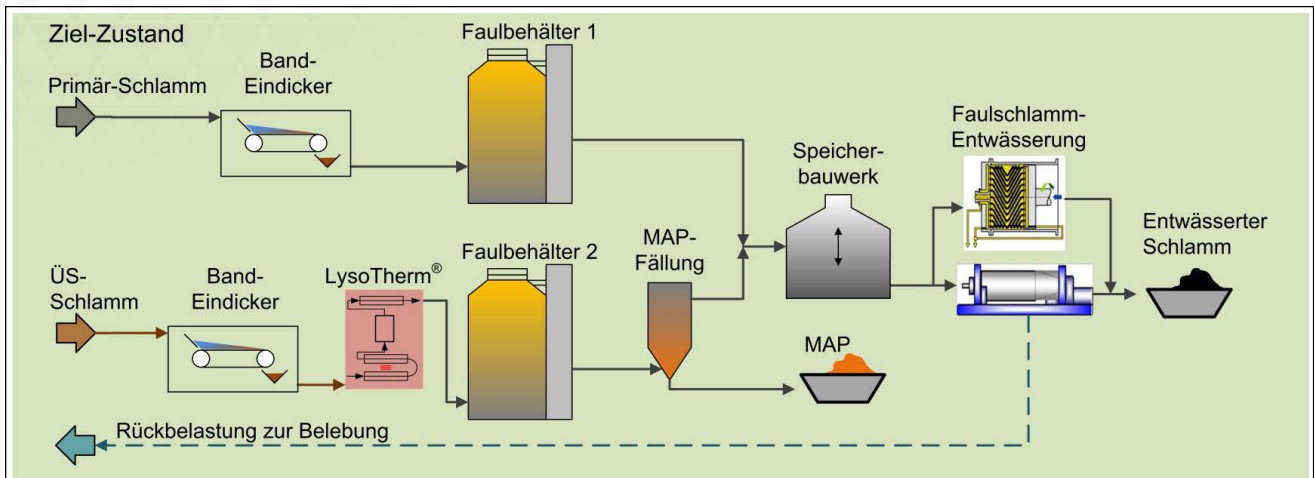


Abb. 2: Zielzustand der Kläranlage Lingen in 2016 | Quelle: Stadt Lingen

## ERGEBNISSE

Die Inbetriebnahme der thermischen Hydrolyse (LysoTherm®-Anlage) erfolgte im März 2012. Weitere Anpassungsarbeiten wurden im Zeitraum März - September 2016 durchgeführt. Die Inbetriebnahme der Anlage zur Phosphorrückgewinnung (EloPhos-Anlage) erfolgte im September 2016. Die Inbetriebnahme der Zentrifuge erfolgt im Oktober 2016.

Durch den Bau und Betrieb der Anlagen des Förderprojekts „Thermische Hydrolyse mit der LysoTherm®-Anlage, EloPhos®-Anlage zur MAP-Fällung – Entwässerung mittels Zentrifuge“ werden auf der

Kläranlage Lingen erhebliche Einsparungen erzielt (Basis-/Vergleichsjahr: 2011).

Durch den Mehrgasanfall durch verbesserten o-TR-Abbau und Erhöhung der Co-Substratmengen kann in Verbindung mit den neuen Blockheizkraftwerken die Eigenstromerzeugung von 70 auf > 100 % gesteigert werden. Die überschüssige Wärme kann über das vorhandene Fernwärmenetz eingespeist werden.

Durch den besseren o-TR-Abbau im Faulturm und den deutlich gesteigerten Entwässerungsgrad wird die entwässerte Klärschlammmenge um etwa 30 %

reduziert, d. h. die Entsorgungskosten verringern sich um 30 %. Zusätzlich kann der Polymerverbrauch um mindestens 6 kg WS/t TR (30 %) reduziert und auf die Eisenlösung verzichtet werden. Die Gesamteinsparungen belaufen sich auf etwa 470.000 €/a.

Demgegenüber stehen die Betriebskosten für die Lysotherm- und die EloPhos-Anlage in Höhe von 120.000 €/a (z.B. Kosten für Chemikalien, Strom, Service, Wartung, Reparaturen und Personal).

### VORHER - NACHHER

Anlage/ Anlagenteil	Parameter	Vorher	Ziel	Nachher
Kläranlage Lingen insgesamt	Spez. Stromverbrauch $e_{ges}$ (kWh/EW*a)	23,1	21,3	Wird in 2017 ermittelt
	Stromverbrauch der Belüftung (kWh/EW*a)	13,0	11,8	Wird in 2017 ermittelt
ABA mit anaerober Schlammstabilisierung	Faulgasproduktion $V_{Faulgas*EW}$ (l/EW*d)	20,9	31	Wird in 2017 ermittelt
	Grad der gesamten Faulgasnutzung (%)	97	100	100
	Elektrischer Wirkungsgrad der Faulgasverwertung $n_{elek}$ (%)	30,8	38	Wird in 2017 ermittelt
	Eigenversorgung Wärme $EV_{elek}$ (%)	100	100	100
	Eigenversorgung Strom $EV_{elek}$ (%)	61	125	Wird in 2017 ermittelt
	Abbaugrad (oTR) im Faul-turm, ohne Cofermente (% oTR )	42	50	Wird in 2017 ermittelt
Klärschlamm-Entwässerung	Schlammentwässerung % TR im entw. Schlamm	26	32	Wird in 2017 ermittelt
	Polymerverbrauch (kg WS/t TR)	19	13	Wird in 2017 ermittelt
	Verbrauch an Eisenlösung (kg Lsg/t TR)	240	0	Wird in 2017 ermittelt
Besondere Verfahrens-stufen	Phosphorrückgewinnung (%)	0	30	Wird in 2017 ermittelt

Tabelle 1: Vorher-Nachher-Vergleich

## PROJEKTLAUFZEIT

Investitionsvorhaben : 1. Oktober 2011 - 31. Dezember 2016

anschließendes Messprogramm: 1. Januar 2017 - 31. Dezember 2017

## WEITERE INFORMATIONEN

### Kontakt

Stadtentwässerung Lingen  
Herr Laurenz Hüer  
0591-9634410  
hueer@stadtentwaesserung-lingen.de

### Herausgeber

Umweltbundesamt  
Projektmanagement: Frau Karin Puder  
0340-2103-3067  
pmi@uba.de  
  
Fachbegleitung: Frau Andrea Roskosch  
030-8903-4238  
andrea.roskosch@uba.de

[www.umweltinnovationen-in-abwasseranlagen.de](http://www.umweltinnovationen-in-abwasseranlagen.de)

© Copyright Umweltbundesamt 2016