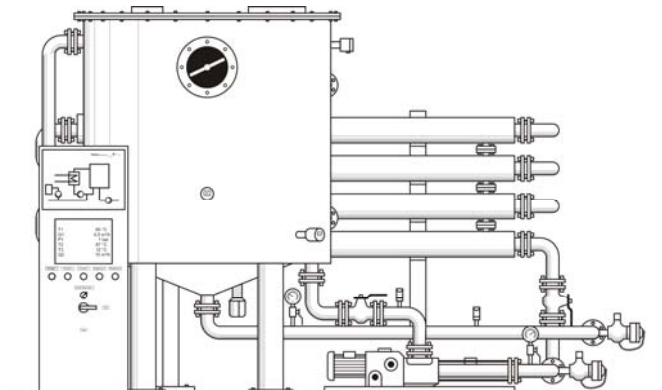




## Zellaufschluss, Desintegration von organischen Schlämmen

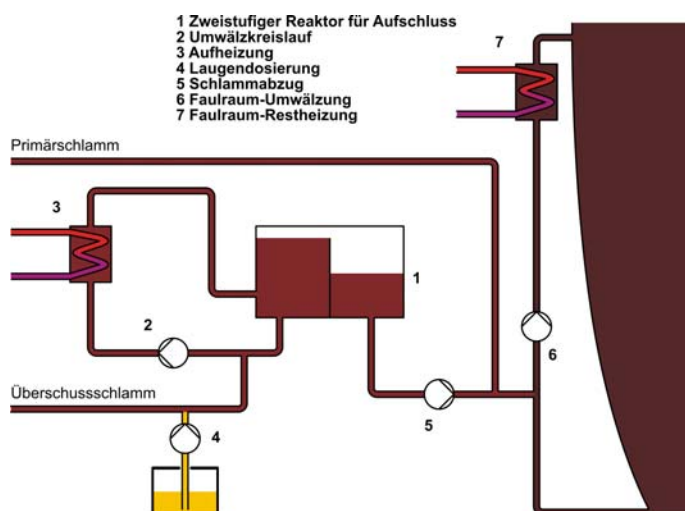
Ein sehr wirtschaftliches Verfahren zum Aufschluss von Mikroorganismen, häufig auch Desintegration genannt, von Klärschlämmen ist die thermisch-chemische Desintegration. Dabei werden alle Zellen in einem speziellen Reaktor ähnlich wie beim Referenzaufschluss unter Zufuhr von Wärme in einem basischen Milieu behandelt und dabei die Zellmembranen weitestgehend zerstört. Der CSB-Aufschlussgrad liegt meist über 40 %. Die eingesetzte Wärmeenergie steht weiterhin in der nachfolgenden Faulung zur Verfügung. Das patentgeschützte Verfahren ist aus Klärwerkserprobten Komponenten aufgebaut.



Anlage zur thermisch-chemischen Desintegration

### Die Lösung

Zellen lassen sich mit verschiedenen, teilweise recht energieaufwendigen Verfahren aufschließen. Unser Verfahren benötigt im Wesentlichen die meist kostenlos zur Verfügung stehende Abwärme zum Beispiel aus Blockheizkraftwerken. Bei ca. 60 bis 70 °C wird der Schlamm unter Zugabe einer geringen Laugenmenge innerhalb von etwa zwei Stunden drucklos aufgeschlossen. Durch die dabei freiwerdenden organischen Säuren neutralisiert sich die Lauge. Die im Schlamm enthaltene Wärme kann in der anschließenden Faulung noch einmal genutzt werden. Somit ist im Prinzip nicht einmal zusätzliche Wärmeenergie erforderlich.



Schema thermisch-chemischer Zellaufschluss

### Verfahrensprinzipien

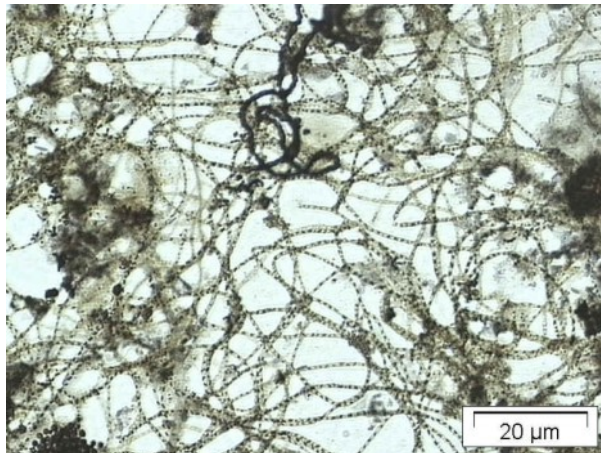
Der aufzuschließende Schlamm wird mit einer geringen Laugenmenge versetzt. Über einen in dem Reaktor integrierten oder externen Wärmetauscher wird der Schlamm auf etwa 60 bis 70 °C aufgewärmt. Als Wärmeträger kann beispielsweise 90 °C warmes Heiz-/Kühlwasser aus einem Blockheizkraftwerk eingesetzt werden. In einem isolierten, ggf. wandbeheizten Behälter verweilt der Schlamm etwa zwei Stunden. Der Reaktor wird drucklos betrieben und ist über eine Entlüftungsleitung mit dem Freien verbunden. Nach dem Aufschluss verlässt der aufgeschlossene Schlamm annähernd pH-neutral den Reaktor. Die noch in dem Schlamm enthaltene Wärmeenergie kann



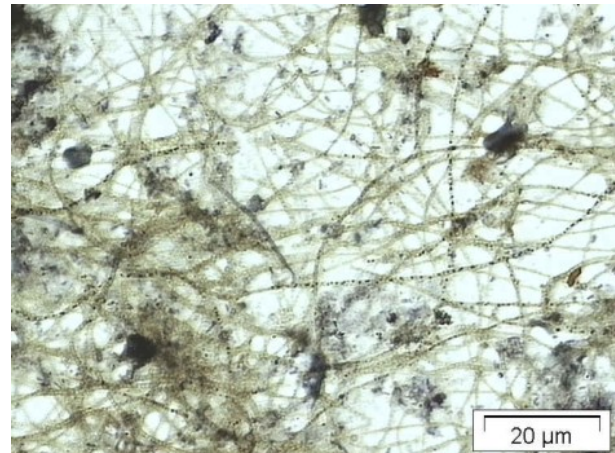
in nachfolgenden Verfahrensschritten, zum Beispiel in der Faulung, genutzt werden. Mit dem noch zusätzlich zufließenden Primärschlamm wird der, der Faulung zufließende Gesamtschlamm auf einer Temperatur knapp oberhalb der Faultemperatur gehalten. Auf diese Weise wird für den thermisch-chemischen Zellaufschluss praktisch keine weitere Wärmeenergie benötigt. Die für die Faulung so wieso erforderliche Wärmeenergie kann zusätzlich zum Zellaufschluss genutzt werden.

### **Auswirkungen des Verfahrens**

Bei einer thermisch-chemischen Desintegration ist nicht zu erwarten, dass Mikroorganismen in ihrer mechanischen Struktur wesentlich verändert werden. Die folgenden Bilder zeigen Proben mit einer Neisser-Einfärbung. Dabei werden die in den Zellen enthaltenen Phosphorgranula dunkel hervorgehoben. Deutlich ist im zweiten Bild zu erkennen, dass innerhalb der Zellen kaum noch Phosphorgranula enthalten sind. Die Zellen sind aufgeschlossen, die intrazellulären Substanzen sind frei verfügbar.

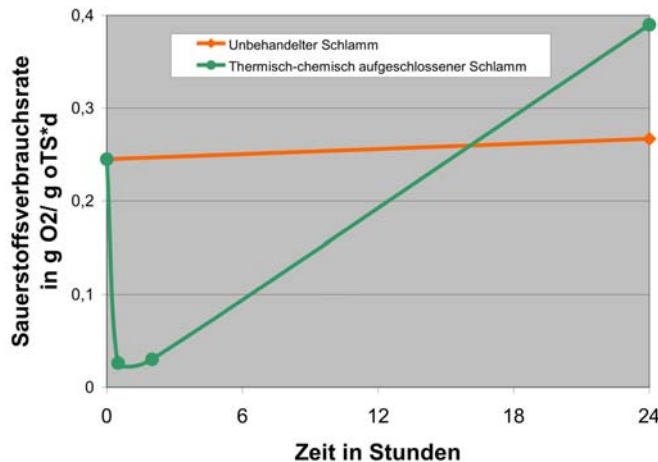


**Unbehandelter Schlamm nach Neisser-Färbung**



**Thermisch-chemisch aufgeschlossener Schlamm, kaum noch eingelagerte Phosphorgranular (nach Neisser-Färbung)<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Niendorf, R., Chemisch-thermische Desintegration von Schwimmschlamm auf der Kläranlage Waßmannsdorf, Diplomarbeit TFH Berlin, FB 8, 2003 unter Leitung der Berliner Wasserbetriebe



Nach der Behandlung geht bei dem aufgeschlossenen Schlamm die Sauerstoffverbrauchsrate etwa auf 1/10 des ursprünglichen Wertes zurück, der Schlamm atmet kaum noch, fast alle Mikroorganismen sind aufgeschlossen. 24 Stunden danach steigt die Rate auf annähernd den doppelten Wert der Ausgangssauerstoffverbrauchsrate, die frei verfügbaren Substanzen stehen zur Verfügung und werden veratmet.

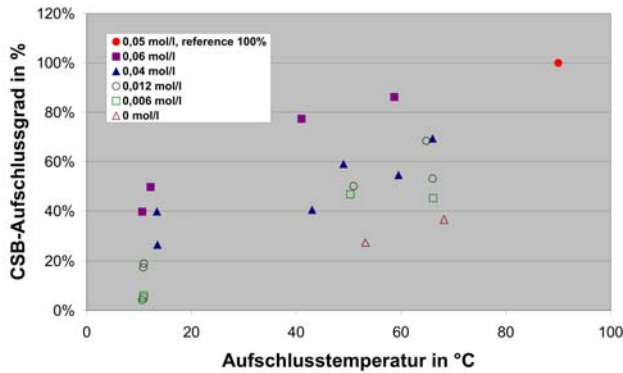
## Betriebsergebnisse an Desintegrationsanlage

Beim Verfahren zur thermisch-chemischen Desintegration (Pat. DE 103 47 476) werden die Zellmembranen des Überschussschlammes durch Lauge und Wärme geschädigt. Die eingesetzte Wärmemenge wird anschließend zum Beheizen der Faulung wieder verwandt. Somit entstehen nur geringe Betriebskosten.

Auf der Kläranlage Gifhorn wurde Ende 2005 eine Anlage zur thermisch-chemischen Desintegration errichtet. Primäres Ziel ist es, die Gasproduktion in der Faulung zu steigern, um den wachsenden Energiebedarf zu decken. Im Februar 2006 konnten umfangreiche Untersuchungen über die Wirkung der Anlage durchgeführt werden. Wesentliches Augenmerk war dabei auf den erreichbaren CSB-Auflösungsgrad in Abhängigkeit der Temperatur und der Natronlauge-menge gerichtet. Mit dem Verfahren wurde am geplanten Betriebspunkt ein Auflösungsgrad von ca. 65 % bei einer gesteigerten Temperatur oder Natronlauge-menge sogar bis über 80 % erreicht. Trotz der umfangreichen, laufenden Änderungen auf der Kläranlage wurden Hinweise für eine deutliche Steigerung der Gasproduktion gefunden.



**Anlage zur thermisch-chemischen Desintegration auf der Kläranlage Gifhorn**

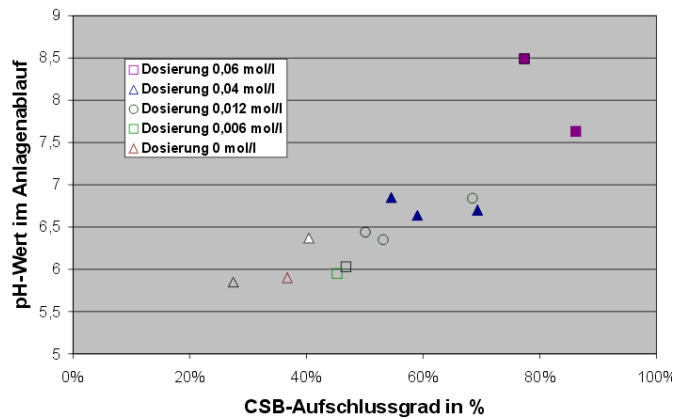


### CSB-Aufschlussgrade

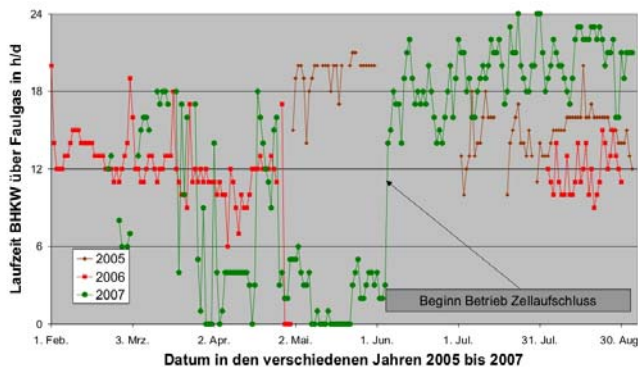
Der CSB-Aufschlussgrad wurde in Abhängigkeit der Aufschlussstemperatur und der Laugenmenge gemäß nebenstehendem Diagramm ermittelt. Die Proben im Bereich 10 bis 15 °C sind Zulaufproben nach erfolgter Einmischung der Lauge ohne den Einfluss der Reaktortemperatur. Zum Vergleich zu den mit der Anlage erreichten Werten ist rot markiert der Referenzaufschluss 1 mol/l bei 90 °C, 1:1 verdünnt mit eingezeichnet.

### pH-Werte im Ablauf de Anlage

Der Ablauf des thermisch-chemischen Zellaufschlusses bewegt sich im neutralen Bereich. Die beim Aufschluss freierwerdenden organischen Säuren neutralisieren den pH-Wert. Bei einer Dosierung von 0,06 mol/l sind zwar die höchsten CSB-Aufschlussgrade erreichbar, aber der Ablauf deutet auch auf eine Laugen-Überdosierung hin.



Bestimmung der Gasproduktion über die Laufzeiten des BHKW's



### Steigerung der Gasproduktion

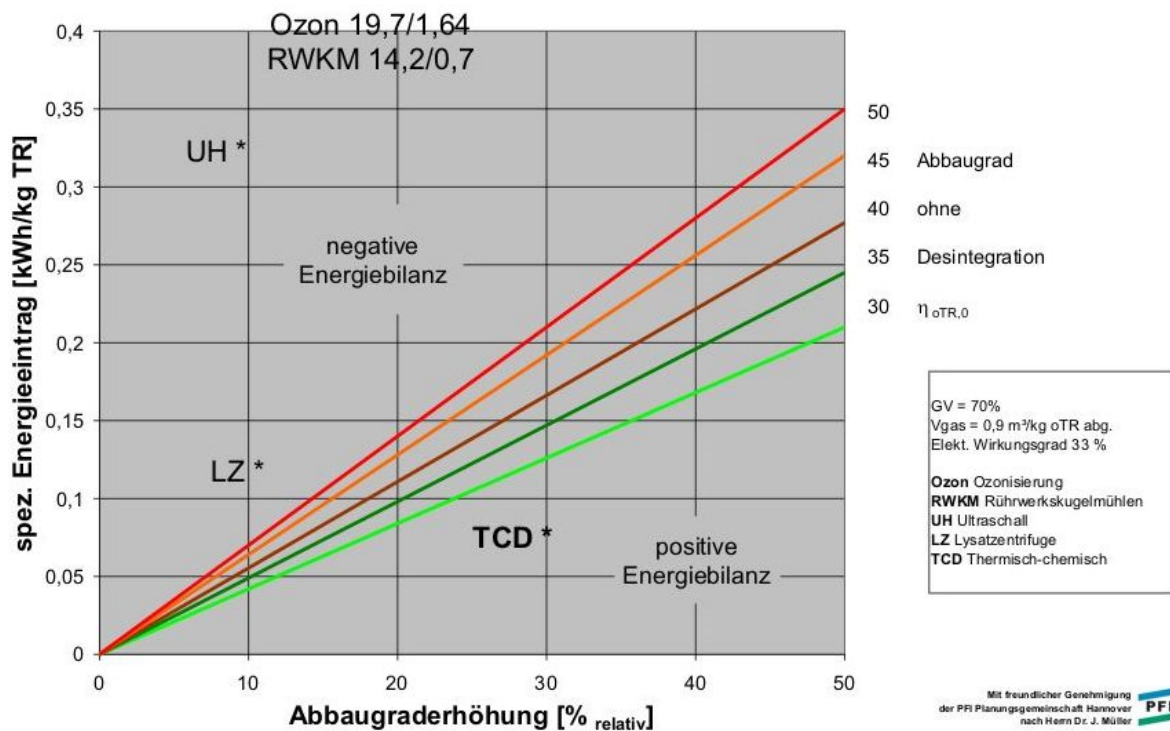
Die Steigerung der Gasproduktion ist ein wesentliches Merkmal für die Effizienz der Anlagen. Auf der Kläranlage Ratekau war nach Inbetriebnahme der Anlage auch über einen längeren Zeitraum eine Steigerung der Gasproduktion um über 30 % im Verhältnis zu den Vorjahren feststellbar. Diese Ergebnisse konnte auch schon vorher auf der Anlage in Gifhorn festgestellt werden, nur wurden dort nach der Inbetriebnahme weitere Änderungen an der Kläranlage vorgenommen, sodass nach kurzer Zeit die Kausalität für die weiterhin erhöhte Gasproduktion nicht mehr ganz eindeutig gegeben war.





## Wirtschaftlichkeit der Anlage

Die Planungsgemeinschaft für Ingenieure, Hannover (Pfl Hannover) hat im Rahmen einer Studie unterschiedliche Verfahren zur Desintegration untersucht und bewertet. Mit freundlicher Genehmigung der Pfl Hannover dürfen wir den Vergleich der Verfahren verwenden. Danach ist die thermisch-chemische Desintegration TCD das einzige Verfahren, das deutlich wirtschaftlich mit einer positiven Energiebilanz arbeitet.





## Versuchsanlage auf der Kläranlage Waßmannsdorf bei den Berliner Wasserbetrieben

Bei dem Verfahren werden leicht Aufschlussgrade  $A_{CSB}$  von deutlich über 40 % erreicht. Dieser Wert liegt weit über den üblichen Werten zwischen 10 und 30 %. Dabei wird mit einer elektrischen Leistung von ca. 0,9 bis 1,0 kWh/m<sup>3</sup><sub>Schlamm</sub> nur ein Bruchteil der bei anderen Verfahren erforderlichen elektrischen Energie benötigt. Die eingesetzte Wärmeenergie von etwa 50 kWh/m<sup>3</sup><sub>Schlamm</sub> wird in der nachfolgenden Faulung noch einmal verwendet und trägt bei dem Verfahren zum thermisch-chemischen Zellaufschluss nicht zu erhöhten Betriebskosten bei.



Thermisch-chemische Desintegration auf der Kläranlage Waßmannsdorf

## Technische Daten für Anlagen zum thermisch-chemischen Zellaufschluss

Aufschlussgrad $A_{CSB}$	40 bis 60	%
Energiebedarf elektrisch	ca. 0,9 bis 1,0	kWh/m <sup>3</sup> <sub>Schlamm</sub>
Wärmebedarf ohne Wiederverwertung	ca. 50	kWh/m <sup>3</sup> <sub>Schlamm</sub>
Wärmebedarf mit Wiederverwertung	nur Abstrahlungsverluste	
Schlammdurchsätze	ab ca. 1	m <sup>3</sup> /h

Wir, die Klärschlammexperten, planen und liefern für Sie Anlagen zur

Schlamm-trocknung und Brüdenkondensation

Zellaufschluss / Desintegration und Mischer

Schaum- und Schwimmschlamm-bekämpfung

Faulschlamm-Entgasung und Desinfektions-/Hygienisierungsanlagen

## PONDUS Verfahrenstechnik GmbH

Luise-von-Werdeck-Straße 24 \* D – 14513 Teltow \* Tel. +49 (0)33 28 / 339 68 4-0

Fax: +49 (0)33 28 / 339 68 46 \* E-mail: info@pondus-verfahren.de \* Internet: www.pondus-verfahren.de