

# Klärschlammbehandlung in Großstädten am Beispiel von Berlin

Ulrike Franzke

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Standorte und Behandlungsverfahren
3. Entsorgungswege
4. Nutzen der Schlammbehandlung (stofflich)
5. Nutzen der Schlammbehandlung (energetisch)
6. Zusammenfassung

### 1. Einleitung

Das Abwasser von Berlin wird in sechs Klärwerken gereinigt und entsprechend gibt es auch sechs Anfallstellen für Klärschlamm. Diese Aufteilung ist geschichtlich gewachsen, bereits 1929 / 1930 gab es an einigen der heutigen Standorte Klärwerke.



Bild 1: Klärschlammfall Berlin

Bis auf das Klärwerk Ruhleben mit der Schlammverbrennung sind die Standorte der restlichen fünf Klärwerke im Berliner Umland. In diesen fünf Klärwerken wird der Klärschlamm in Faulbehältern gefault (mesophile Faulung bei ca. 35 °C) und anschließend in Zentrifugen entwässert. Zwei der Klärwerke können den entwässerten Schlamm auf ca. 94 % TR-Gehalt trocknen (Volltrocknung mit Trommeltrocknern).

## 2. Standorte und Behandlungsverfahren

Die Standorte der Klärwerke und einige Kennzahlen und Behandlungsarten:

Daten von 2010

	Reinigungskapazität	Schlammanfall	Schlammart
	m <sup>3</sup> /d	t TR/a	-
Waßmannsdorf	230.000	19.600	Faulschlamm
Stahnsdorf	52.000	5.800	Faulschlamm
Schönerlinde	105.000	12.100	Faulschlamm
Münchehofe	40.000	4.300	Faulschlamm
Wansdorf	40.000	4.500	Faulschlamm
Ruhleben	240.000	41.300	Rohschlamm

Tabelle 1: Kennzahlen der Klärwerke

	biologische Phosphorentfernung	getrennte Überschussschlammeindickung	Schlammbehandlung
	ja/nein	ja/nein	-
Waßmannsdorf	ja	ja	Entwässerung / Trocknung
Stahnsdorf	ja	ja	Entwässerung
Schönerlinde	ja	nein	Entwässerung / Trocknung
Münchehofe	nein	nein	Entwässerung
Wansdorf	ja	ja	Entwässerung
Ruhleben	ja	nein	Entwässerung / Verbrennung

Tabelle 2: Schlammbehandlungsarten

Die Entwässerung geschieht in allen sechs Klärwerken mit Zentrifugen, um einen kontinuierlichen Betrieb zu erreichen und den Schlamm wegen der Gerüche weitgehend im geschlossenen System zu halten.

Für die Faulung werden in der Regel Faulbehälter mit einem Volumen von 8.000 m<sup>3</sup> je Behälter eingesetzt. Ausnahmen hiervon sind nur die Klärwerke Wansdorf (Behälter mit jeweils 3.500 m<sup>3</sup> Inhalt) und Stahnsdorf, wo Faulkammern (Bau ca. 1930) in Betrieb sind.

Die Volltrocknung in den Klärwerken Waßmannsdorf und Schönerlinde wird mit baugleichen Trommeltrocknern durchgeführt, es sind jeweils drei Linien in Schönerlinde und aktuell drei Linien in Waßmannsdorf installiert (die vierte Linie in Waßmannsdorf wurde wegen des hohen Verschleißes außer Betrieb genommen). Mit den Trocknungsanlagen wird ein TR-Gehalt von ca. 94 % erreicht bei Ausgangs TR-Gehalten nach den Entwässerungszentrifugen von ca. 26 bis 27 %.

In der Schlammverbrennungsanlage (SVA) im Klärwerk Ruhleben wird der Klärschlamm in Wirbelschichtöfen verbrannt. Es sind drei Wirbelschichtöfen installiert, wobei ein Ofen als Reserve dient.

Für die Verbrennung des Klärschlammes wird Heizöl als Stützfeuerung eingesetzt, da der Schlamm sich bisher mechanisch nicht soweit entwässern lässt, dass keine Stützfeuerung mehr benötigt würde.

Das Abgas aus der Verbrennungsanlage wird zunächst zur Ascheabscheidung durch ein Elektrofilter geleitet und anschließend in einer nassen alkalischen Rauchgasreinigung gereinigt. Dabei entsteht Gips, der als Abfall entsorgt wird.

Zur sicheren Einhaltung der Grenzwerte für Quecksilber wird am Ende des Abhitzekeessels Aktivkohle in den Abgasstrom dosiert. Die beladene Aktivkohle wird zusammen mit der Asche im Elektrofilter abgeschieden und die Asche wird zur Verwertung auf eine Altdeponie verbracht.



Bild 2: Schlammverbrennungsanlage im Klärwerk Ruhleben

### 3. Entsorgungswege

Die folgenden Entsorgungswege stehen für die Klärschlämme aus den Klärwerken der Berliner Wasserbetriebe nicht zur Verfügung:

- Wegen Überschreitung der Grenzwerte für Schwermetalle nach der Klärschlammverordnung in den Schlämmen aller Klärwerke ist die **Verbringung in die Landwirtschaft** nicht möglich. Auch stehen die landwirtschaftlichen Flächen angesichts der großen zu entsorgenden Mengen in der näheren und weiteren Umgebung von Berlin nicht zur Verfügung.
- Die Zugabe von Klärschlamm zusammen mit anderen organischen Stoffen in Anlagen zur **Kompostierung** wurde bis Mitte 2002 für Teilmengen durchgeführt, dann aber wegen der genannten Grenzwertüberschreitungen eingestellt.
- Eine **Deponierung** der Klärschlämme ohne weitere Vorbehandlung ist aus gesetzlichen Gründen (TA-Siedlungsabfall / Abfallablagereverordnung 2001 / Deponieverordnung 2009) seit 2005 verboten.

Die folgenden Entsorgungswege für Klärschlamm werden aktuell von den Berliner Wasserbetrieben genutzt:

- Mitverbrennung eines Teils der ausgefaulten Klärschlämme aus den anderen Klärwerken der Berliner Wasserbetriebe in der **Schlammverbrennungsanlage** auf dem Gelände des Klärwerks **Ruhleben**.
- Die in den Klärwerken Waßmannsdorf und Schönerlinde getrockneten Klärschlämme werden als Sekundärbrennstoff in **Kraftwerken** (thermische Verwertung) oder in einem in der Nähe Berlins gelegenen **Zementwerk** (stoffliche und thermische Verwertung) eingesetzt. Aus wirtschaftlichen Gründen (hohe Wartungs- und Instandhaltungskosten) wird nur ein Teil der in den beiden Klärwerken anfallenden Klärschlämme getrocknet.
- Alle Klärschlämme, die nicht in der Schlammverbrennungsanlage in Ruhleben mitverbrennt werden und nicht getrocknet werden, werden als entwässertes Klärschlamm mit einem TR-Gehalt von ca. 25 % zur **Mitverbrennung in Kraftwerken** abgegeben.

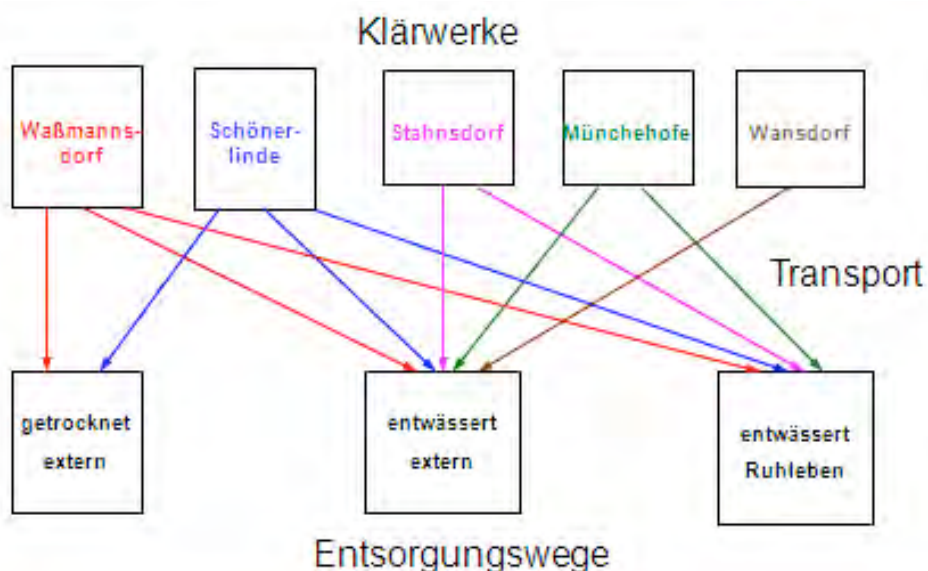


Bild 3: Entsorgungswege für den Klärschlamm

Da die Preise für die Entsorgung von getrocknetem und entwässertem Schlamm nach Mengen gestaffelt sind ergibt sich hier eine Optimierungsaufgabe in Bezug auf Minimierung der Kosten für die Entsorgung und den Anlagenbetrieb. Diese Aufgabe wird durch ein Excelprogramm gelöst.

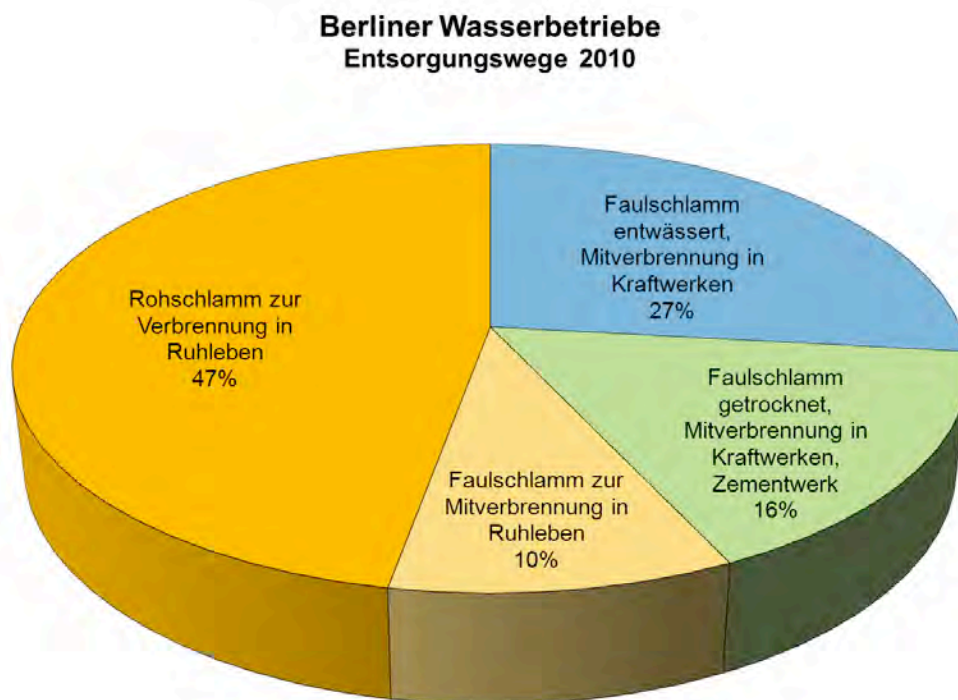


Bild 4: Entsorgungswege 2010

Insgesamt fielen 2010 in allen Klärwerken zusammen eine Schlammmenge (TR) von ca. 88.000 t an. Die reale Verteilung der Schlammengen auf die einzelnen Entsorgungswege zeigt das Diagramm in Bild 4. Diese Verteilung weicht nur wenig von der vorher berechneten, auf Kostenminimierung optimierten Verteilung ab.

#### 4. Nutzen der Schlammbehandlung (stofflich)

Der anfallende Klärschlamm wird auf allen Klärwerken der Berliner Wasserbetriebe mit Zentrifugen mechanisch entwässert. Dadurch wird die anfallende Schlammmenge um den Faktor 7 bis 8 verringert. Diese Verringerung der Menge hat Vorteile bei der Speicherung des Schlammes, da die Speichersilos deutlich kleiner und damit kostengünstiger sein können.

Für die Entsorgung von entwässertem Schlamm führt eine möglichst gute Entwässerung zu geringeren Kosten, da weniger Wasser mitentsorgt wird.

Für die Trocknung ist es ebenfalls sinnvoll, den Klärschlamm vor der Einbringung in die Trocknungsanlage möglichst weitgehend mit den Zentrifugen zu entwässern, da die mechanische Entwässerung ungleich kostengünstiger ist als die thermische Trocknung.

Gleiches gilt für die Schlammverbrennungsanlage im Klärwerk Ruhleben. Auch hier führt eine bessere mechanische Entwässerung vor der Aufgabe in die Verbrennung zu einer deutlichen Verringerung der Stützbrennstoffzugabe (Heizöl) und damit zu Kosteneinsparungen.

Aus den angeführten Beispielen geht hervor, dass der erreichte TR-Gehalt nach Zentrifuge eine maßgebliche Rolle für die Wirtschaftlichkeit der Schlammbehandlung spielt, in der Regel noch vor den Kosten für Flockungshilfsmittel, dem Stromverbrauch der Zentrifugen und den Investitionskosten.

Zum Thema Entwässerung findet man in der Literatur häufig die Aussage, dass sich ausgefallter Schlamm besser entwässern lässt als Rohschlamm. Dass dies nicht immer so ist, zeigt sich bei den Klärschlämmen der Berliner Wasserbetriebe. Der Rohschlamm des Klärwerks Ruhleben lässt sich besser entwässern und benötigt weniger Flockungshilfsmittel als die Faulschlämme der anderen Klärwerke.

Die Trocknung des entwässerten Schlamms führt zu einer weiteren Volumenverringerng mit den bereits oben genannten Vorteilen bei der Speicherung und Entsorgung. Ob jedoch der Einsatz einer Trocknungsanlage wirtschaftlich ist, muss im Einzelfall anhand der vorhandenen Randbedingungen geprüft werden, da der Betrieb einer Trocknungsanlage deutliche Kosten verursacht.

Die weitestgehende Volumenverringerng des Klärschlamms erreicht man mit der Verbrennung des Schlamms in einer Klärschlammmonoverbrennungsanlage wie im Klärwerk Ruhleben. Hierbei bleibt lediglich die Asche als zu entsorgender Rest übrig. Auch hier muss wieder die Wirtschaftlichkeit überprüft werden, die von den jeweiligen Randbedingungen wie z.B. Schlammmenge, Heizwert des Schlamms, Kosten für eine alternative Entsorgung abhängt.

Im Klärwerk Waßmannsdorf wird ein weiterer Weg der stofflichen Nutzung des Schlamms beschrieben. Durch die biologische Phosphorentfernung (Bio-P) gab es Probleme durch Ablagerungen von Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP, auch "Struvit") in den Rohrleitungen.

Dieses MAP wird jetzt in einem neuen Verfahrensschritt nach der Faulung in einem speziellen Behälter mit Hilfe von Magnesiumchlorid und Druckluft ausgefällt und als Dünger verwendet. Dadurch wird Phosphor zum Einsatz als Düngemittel aus dem Schlamm zurückgewonnen und gleichzeitig werden die Rohrleitungen zum Faulschlammvorlagebehälter und zur anschließenden Entwässerung in den Zentrifugen sowie die Zentratleitungen von MAP freigehalten und somit Ablagerungen verhindert.

## **5. Nutzen der Schlammbehandlung (energetisch)**

Die mesophile Faulung der Klärschlämme, die in fünf der sechs von den Berliner Wasserbetrieben betriebenen Klärwerke durchgeführt wird, führt zu einer Verringerung der organischen Schlamm-trockenmasse (TR).

Durch den Abbau der organischen Masse wird durch den Faulprozess Faulgas produziert. Das anfallende Faulgas wird in allen fünf Klärwerken in Blockheizkraftwerken (BHKW) mit Gasmotoren zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt.

Dadurch kann für jedes der Klärwerke ca. 50 bis 65 % der benötigten elektrischen Energie und nahezu 100 % der benötigten Wärmeenergie bereitgestellt werden.

Im Klärwerk Ruhleben wird der Klärschlamm nicht gefault. Hier wird der höhere Heizwert des Rohschlammes für eine Verringerung der benötigten Heizölmenge für die Stützfeuerung genutzt. Durch den Wegfall der Faulung wird die Anzahl der Verfahrensstufen für die Schlammbehandlung minimiert.

Nach den Verbrennungsöfen sind für jede Linie Abhitze-kessel angeordnet, in denen Dampf erzeugt wird. Mit dem durch die Schlammverbrennung erzeugten Dampf wird eine Dampfturbine zur Stromerzeugung betrieben. Hiermit können ca. 50 bis 55 % des Strombedarfs des gesamten Klärwerks erzeugt werden.





Bild 5: Dampfturbine zur Stromerzeugung im Klärwerk Ruhleben

Alternativ kann mit dem Dampf in Turboverdichtern Luft für die Belebungsbecken erzeugt werden. Diese Dampfnutzung ist jedoch nicht so wirtschaftlich wie die Verstromung, da auf diesem Weg häufig eine unnötige Überbelüftung erfolgt. Die Turboverdichter werden daher nur im Notfall eingesetzt (keine andere Dampfnutzung möglich oder keine Lufterzeugung durch Elektroverdichter möglich).

## 6. Zusammenfassung

Die maschinelle Klärschlamm entwässerung ist für die Schlammbehandlung in Großstädten eine Mindestbehandlungsstufe, da der Schlamm in der Regel aufgrund der hohen Schadstoffbelastung und der großen Menge nicht oder nicht komplett in die landwirtschaftliche Verwertung gegeben werden kann.

Eine weiterführende Behandlung des Klärschlammes in Form von Trocknung und / oder Verbrennung muss im Einzelfall im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Entsorgungssicherheit geprüft werden.

Dabei spielen oft regionale Möglichkeiten zur Entsorgung von entwässertem oder getrocknetem Schlamm eine Rolle und beeinflussen die Entscheidung, ob der Klärschlamm extern zur Entsorgung gegeben wird oder in eigenen Schlammbehandlungsanlagen entsorgt wird.