

## Ü10 ÜBUNGEN ZUR SCHLAMMBEHANDLUNG

### Ü10.1 Volumenverminderung

$$\frac{TR_2}{TR_1} \approx \frac{V_1}{V_2} = \frac{100 - WG_2}{100 - WG_1}$$

Beispiel:

$$TR_1 = 0,5\% \dots\dots\dots 5 \text{ kg/m}^3 \quad (100\% = 1\text{m}^3)$$

$$V_1 = 1\text{m}^3$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{0,5} = \frac{5}{1} = \frac{TR_2}{TR_1}$$

$$TR_2 = 5\% \dots\dots\dots 50 \text{ kg/m}^3 \quad (100\% = 1000 \text{ kg})$$

$$V_2 = \frac{0,5}{5} = 0,1 \text{ m}^3$$

V<sub>2</sub> gesucht

*Tab. Ü10-1: Veränderung der Beschaffenheit von Abwasserschlämmen bei abnehmendem Wassergehalt (ATV, 1978)*

Wassergehalt (WG)	Beschaffenheit
> 85 %	flüssig und pumpfähig
75–65 %	i.a. stichfest, noch plastisch, breiartig und schmierend,
< 65–60 %	krümelig-fest, nicht mehr schmierend
< 40–35 %	streufähig, beständig fest
< 15–10 %	staubförmig

*Tab. Ü10-2: Stufenweise Schlammwasserabtrennung mit natürlichen Verfahren*

	Natürliche Verfahren		
	Einzelverfahren	wirksam durch	Erreichbarer Endwassergehalt
1. Stufe: Eindicken	Kontinuierliche oder diskontinuierliche Eindicker	Schwerkraft	90 – 85 %, in Sonderfällen bis 75 %
2. Stufe: Entwässern	Trockenbeete, Lagerplätze, Teiche (zur endgültigen Ablagerung)	Schwerkraft + thermisch. Energie (Verdunstung)	75 – 50 % 75 – 65 %
3. Stufe: Trocknen	Trockenbeete (nur in warmer, ariden Zonen, sonst künstl. Verfahren)	Thermische Energie (Verdunstung)	

*Tab. Ü10-3: Stufenweise Schlammwasserabtrennung mit künstlichen Verfahren*

	Künstliche Verfahren		
	Einzelverfahren	wirksam durch	Erreichbarer Endwassergehalt
1. Stufe: Eindicken	Kontinuierliche oder diskontinuierliche Eindicker	Schwerkraft	90 – 85 %, in Sonderfällen bis 75 %
2. Stufe: Entwässern	Statistische Verf.: Vakuumfilter Druckfilter	Unterdruck Überdruck	75 – 70 % 70 – 55 % in Sonderfällen bis 30 %
	Schiebbandpresse		80 – 70 %
	Dynamische Verf.: Zentrifugen, Dekanter	künstlich verstärktes Schwerefeld	80 – 70 % bei einer Ausbeute (=Trennschärfe) von i.M. 95 - 98 %
	Siebe Z.B. Rhewum-Sieb	natürliches Schwerefeld (Schwerkraft)	65 – 60 % bei einer Ausbeute (= Trennschärfe) von i.M. 70 – 80 %
3. Stufe: Trocknen	Trockner aller Art	Thermische Energie	2 – 1 %

**Ü10.1.1 Eindickung**

Siehe dazu auch Seite 10-15 im Kapitel Schlammbehandlung.

*Tab. Ü10-4: Erreichbare Eindickung (ATV, 1996)*

Schlammart	Durch Eindickung ohne Konditionierung erreichbarer Trockenmasseanteil (TR)
Vorklärschlamm (GV>65%)	5-8 %
Vorklärschlamm (GV<65%)	6-12%
VK- und BB-Schlamm mit Index >100 ml/g	4-6%
VK- und BB-Schlamm mit Index <100 ml/g	5-10%
BB-Schlamm mit Index >100 ml/g	1-3%
BB-Schlamm mit Index <100 ml/g	3-5%
Faulschlamm - Vorklärung	8-14%
Faulschlamm - Vorklärung und Belebung	5-9%

**TROCKENSUBSTANZ FLÄCHENBELASTUNG**

<u>Gruppe 1:</u>	gut entwässerbar (z.B. mineralische Schlämme)	$B_A = 100 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$
<u>Gruppe 2:</u>	mittelmäßig entwässerbar (z.B. normaler Vorklär- oder Faulschlamm)	$B_A = 50 - 80 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$
<u>Gruppe 3:</u>	schlecht entwässerbar (belebter Schlamm, Hydroxidschlamm, Fällungsschlämme)	$B_A = 20 - 50 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$

Beispiel:

Art des Schlammes:	Vorklär- und belebter Schlamm
Vorklärschlamm:	200 m <sup>3</sup> /d mit 2,5 % TR 2 mal täglich 100 m <sup>3</sup> über 1 Stunde abgepumpt 5000 kg/d
Belebter Schlamm:	500 m <sup>3</sup> /d mit 0,6 % TR gleichmäßig über 24 Stunden abgepumpt 3000 kg/d Index 80 ml/g
Trockensubstanz des Mischschlammes:	8000 kg/d bei 62 % Glühverlust
Gewählte Trockensubstanzflächenbelastung:	60 kg/m <sup>2</sup> · d
Erforderliche Oberfläche:	8000/60 = 133 m <sup>2</sup>
Durchmesser:	13 m
Erreichbarer Trockensubstanzgehalt des eingedickten Mischschlammes:	7 % (vgl. Tab. Ü10-4)
Schlammmenge nach Eindickung:	$\boxed{\phantom{000}} + \frac{500 \cdot 0,6}{7}$ bzw. $\frac{8000 \cdot 100}{1000 \cdot 7} = 115 \text{ m}^3/\text{d}$
Schlammwasseranfall:	700 - 115 = 585 m <sup>3</sup> /d
Mittlerer Trockenmassenanteil über die Schlammschichttiefe wird zu 75 % der Eindickung angenommen:	7 % · 0,75 = 5,25 %
Zugehöriges Schlammvolumen:	$\frac{8000 \cdot 100}{1000 \cdot 5,25} = 152 \text{ m}^3/\text{d} = 6,35 \text{ m}^3/\text{h}$

Vorgegebene zulässige Aufenthaltszeit des Mischschlammes in der Konsolidierungszone

H <sub>1</sub> :	36 h
Höhe der Konsolidierungszone H <sub>1</sub> : (Schlammschichthöhe)	$\frac{133(m^2) \cdot H_1(m)}{6,35m^3 / h} = 36 h$
H <sub>1</sub> :	1,75 m
Höhe der Sedimentationszone H <sub>2</sub> : (Erfahrungswert)	1,00 m
Höhe der Schlammraumzone H <sub>3</sub> : (Erfahrungswert)	0,30 m
Gesamthöhe des Schlammverdickers:	3,05 m
Oberfläche des Verdickers:	133 m <sup>2</sup>
Inhalt des Verdickers:	405 m <sup>3</sup>

### Ü10.1.2 Natürliche Entwässerung im Trockenbett

Siehe dazu auch Seite 10-17 im Kapitel Schlammbehandlung.

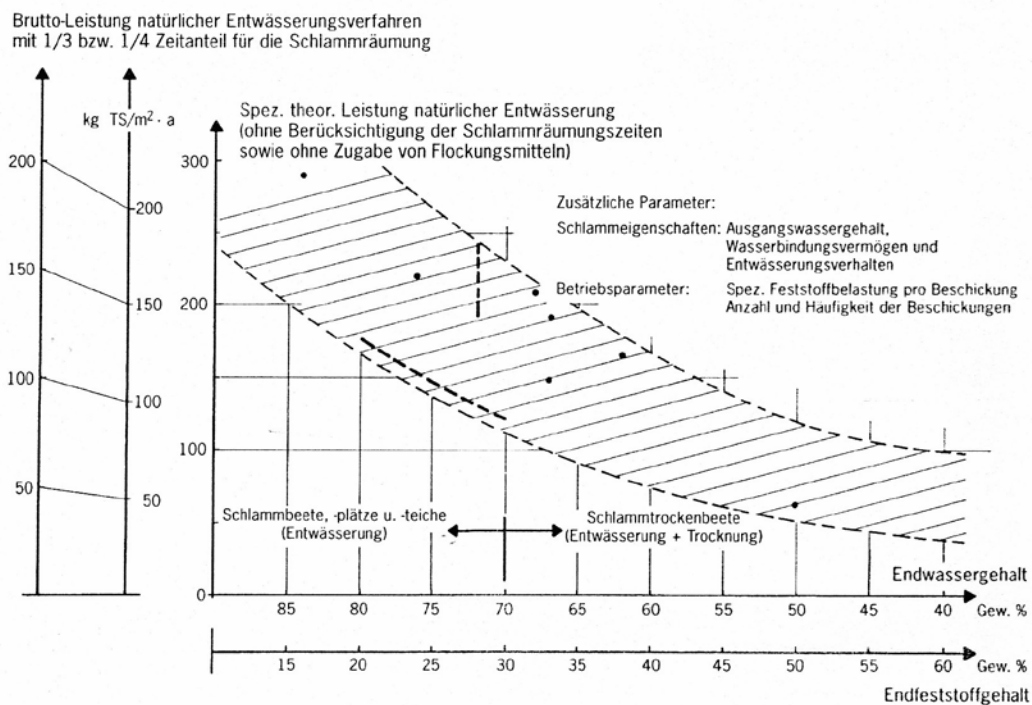


Abb. Ü10-1: Leistung natürlicher Entwässerungsverfahren (Jahresdurchsatz kg TR/m<sup>2</sup>·a) in Abhängigkeit vom erreichten Endwassergehalt bzw. Endfeststoffgehalt (ATV, 1996)

Bei ca. 80g TS/E·d ergibt sich ein jährlicher Schlammanfall von ca. 30 kg/E·a.

Für z.B. 90 kg TS/m<sup>2</sup>·a (1,8m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·a mit 5% TS) bedeutet dies einen spez. Flächenbedarf von

$$\frac{90\text{kgTS} / \text{m}^2 \cdot \text{a}}{30\text{kgTS} / \text{E} \cdot \text{a}} = 3 \text{ E/m}^2$$

Trockenbeete werden üblicherweise mit Einzelangaben von 0,2 - 0,3 m beschickt.

### **Ü10.1.3 Künstliche (Maschinelle) Entwässerung**

Siehe dazu auch Seite 10-17 im Kapitel Schlammbehandlung. Üblicherweise wird der Schlamm vor der maschinellen Entwässerung konditioniert (siehe dazu auch Seite 10-14 im Kapitel Schlammbehandlung).

### **BANDFILTERPRESSEN**

Bei einem Flockungsmittelverbrauch von 3-5 kg/t TR bei pulverförmigen Produkten (100% Wirksubstanz) oder 5-9 kg/t TR bei Flüssigprodukten (40% Wirksubstanz) lassen sich folgende Werte erreichen:

- gut entwässerbare Schlämme  
über 30% TR
- mittelmäßig entwässerbare Schlämme  
22-30% TR
- schlecht entwässerbare Schlämme  
unter 22% TR

Mit zunehmender Feststoffkonzentration des Aufgabeschlammes von über 3% werden Betriebsbedingungen und Entwässerungsergebnisse besser, bis sich bei 8-10% Feststoffkonzentration die Einmischbarkeit der Flockungshilfsmittellösung und die Verteilbarkeit des Schlammes auf dem Oberband verschlechtern und dadurch die Maschinenleistung mindern. Damit kann die Eingangs-Feststoffkonzentration des zu entwässernden Schlammes auf etwa 3 % bis 9% eingegrenzt werden.

Die Maschinen werden mit Bandbreiten von 800 bis 3000 mm hergestellt. Damit können Schlammdurchsatzleistungen von 2 bis 30m<sup>3</sup>/h und Feststoff-Massenströme von 100-1500 kg/h verarbeitet werden.

Tab. Ü10-5: Leistungsdaten von Siebbandpressen (FLÖGL, 1989)

Ausgangsfeststoffgehalt $TS_0$	3 - 10	%
Durchsatzmenge je m Bandbreite	4 - 12	$m^3/h.m$
Durchsatzfeststofffracht je m Bandbreite	0,4 - 0,8	t/h.m
Polymerbedarf		
- Faulschlamm (OTS < 50 %)	2,5 - 4,5	kg/t $TS_0$
- Rohschlamm und Schlämme mit OTS > 50 %	4,0 - 7,0	kg/t $TS_0$
Installierte Leistung	2 - 3	$kW/m^3 TS_0/h$
Energieverbrauch	1,5 - 2,5	$kW/m^3 TS_0/h$
Waschwasserbedarf je m Bandbreite	5 - 10	$m^3/h.m$
Personalbedarf (ohne Reinigung)	1 - 3	h/d
Endfeststoffgehalt und Polymerverbrauche (nach ATV)		
	$TS_0$	$TS_E$
Primärschlamm	5,1 %	30,5 +/- 6,7 %
Belebtschlamm	4,5 %	24,5 +/- 9,0 %
Faulschlamm	6,1 %	31,7 +/- 6,7 %
		FM
		3,2 kg/t $TS_0$
		4,4 kg/t $TS_0$
		3,6 kg/t $TS_0$

**Bemessungsbeispiel**

Schlammart:	Faulschlamm
Schlammfall i.M.	100 $m^3/d$
Trockenmassenanteil (TR)	6 %
Betriebszeit:	30 h/Woche

Durchsatzleistung der Anlage

$$Q = 100 \text{ m}^3/d \cdot 7d/30 \text{ h} = 23,3 \text{ m}^3/h$$

gewählt: 2 Maschinen mit einer Nennleistung von je 12  $m^3/h$  und / oder 720 kg  $m_r/h$

Die Speicherkapazität des Filtratbehälters sollte etwa einem Tages-Anfall bei 8 h Betriebszeit entsprechen:

Nassschlammmenge - Presskuchenmenge = Filtratmenge

$$(24 \text{ m}^3/h \cdot 8 \text{ h}) - (24 \text{ m}^3 \cdot 6/30 \cdot 8 \text{ h}) = 192 - 38,4 = 153,6 \text{ m}^3$$

Inhalt gewählt mit = 200  $m^3$

Entleerung während der Nachtzeit

Leistung der Entleerungspumpe

$$Q = \frac{154 \text{ m}^3}{10 \text{ h}} = 15,4 \text{ m}^3/h$$

Die Auslegungsdaten werden Grundlage für den Maschinen-Lieferanten und müssen im Betrieb nachgewiesen werden.

Tab. Ü10-6: Betriebsdaten jeder Maschine in Abhängigkeit von der Schlammichte (ATV, 1996)

<b>Nassschlamm</b>				
Menge	(m <sup>3</sup> /h)	12	12	12
Trockenmassenanteil (TR)	(%)	4	6	8
Trockenmassenanfall	(kg/h)	480	720	960
<b>Flockungsmittel</b>				
spezifischer Bedarf	(kg/t m <sub>r</sub> )	1,5-4,5 i.M. 3	i.M. 3	i.M. 3
absoluter Bedarf	(kg/h)	1,44	2,0	2,88
Lösungskonzentration	(%)	0,1	0,1	0,1
Dosiermenge	(l/h)	1440	2000	2880
<b>Preßkuchen</b>				
Trockenmassenanteil (TR)	(%)	30	30	30
Menge entwässert	(m <sup>3</sup> /h)	1,6	2,4	3,2
<b>Schlamm dosierpumpe</b>			8-16	
Regelbereich			1:2	
<b>Flockungsmittelpumpe</b>			600-4200	
Regelbereich			1:7	
<b>Spritzwasserpumpe</b>		Abhängig von der Anzahl der Spritzdüsen und Spritzrohre gemäß Auslegung des Herstellers.		
Förderleistung				
Mengenbereich	(m <sup>3</sup> /h)		3-20	
Förderhöhe	(bar)		5-7	
<b>Presskuchentransport</b>			max. 4000	

## FLIEHKRAFTABSCHIEDER

Hydrozyklone, Zentrifugen

### Abscheidegrad

Der Abscheidegrad beim Trennvorgang gibt den Prozentsatz der Feststoffe an, die gegenüber den im Zulauf enthaltenen Feststoffen mit dem Dickstoffaustrag entfernt werden. Er stellt somit auch ein Maß für die „Reinheit“ des abgetrennten Schlammwassers dar.

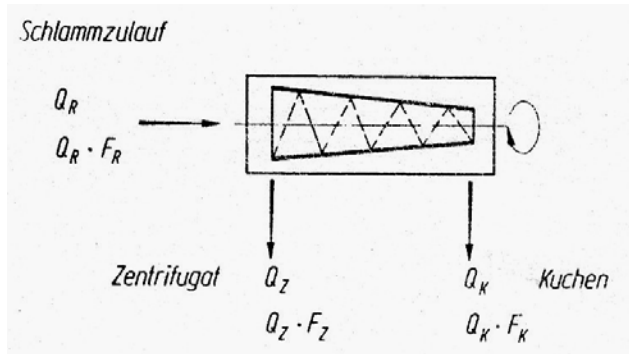


Abb. Ü10-2: Stoffbilanzschema für die Berechnung des Abscheidegrades (ATV, 1996)

Bezeichnungen:

$Q_R$  = Gewicht des Schlammezulaufs

$Q_K$  = Gewicht des Dickstoffaustrags (Kuchen)

$Q_Z$  = Gewicht des Dünnstoffaustrags (Zentrat)

$F_R$  = % Trockenmasse im Schlammezulauf

$F_K$  = % Trockenmasse im Dickstoffaustrag (Kuchen)

$F_Z$  = % Trockenmasse im Dünnstoffaustrag (Zentrat)

Somit ergibt sich ein Abscheidegrad von

$$A = \frac{Q_K \cdot F_K}{Q_R \cdot F_R} \cdot 100 [\%]$$

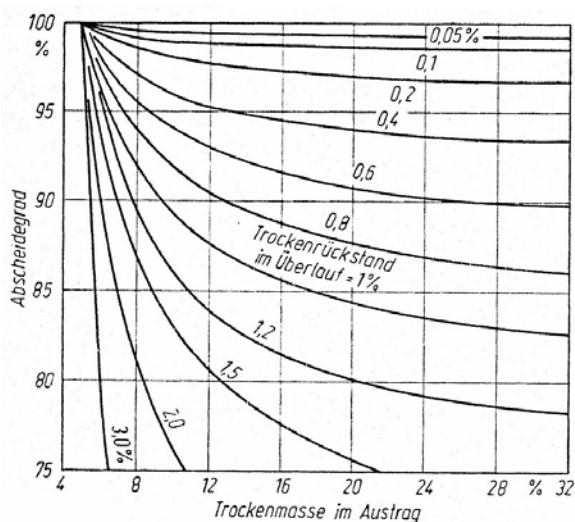


Abb. Ü10-3: Abscheidegrad in Abhängigkeit vom Trockenrückstand im Austrag. Trockenrückstand im Überlauf veränderlich, Trockenrückstand im zugeführten Schlamm konstant = 5 %, (ATV, 1996)

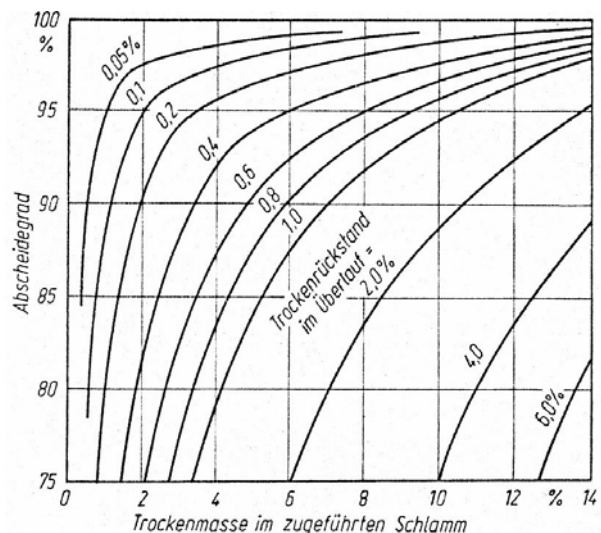


Abb. Ü10-4: Abscheidegrad in Abhängigkeit vom Trockenrückstand im zugeführten Schlamm. Trockenrückstand im Überlauf veränderlich, Trockenrückstand im Kuchen konstant = 20% (ATV, 1996)

Tab. Ü10-7: Entwässerungsergebnisse bei Einsatz einer Centripres ( = Gleichstromdekanter) (ATV, 1996)

Anlage	Art des Klärschlammes	Zulauf % TR	Austrag % TR	Konditionierungsmittel kg FHM/t m <sub>r</sub>
A	Faulschlamm (A-B Anlage)	1,3 - 4,0	28,3 - 32,9	2,4 - 6,6 Zetag 55
B	Faulschlamm	3,0 - 3,9	29,0 - 35,6	2,0 - 4,0 Zetag 55
C	Faulschlamm	2,0 - 3,2	26,9 - 34,5	2,8 - 6,5 Sepidur 80
D	Faulschlamm	3,1 - 4,2	26,5 - 30,6	4,3 - 6,6 Zetag 75
E	Faulschlamm	2,6 - 3,2	34,0 - 38,0	1,9 - 4,5 Zetag 66
F	Faulschlamm	6,3 - 7,5	26,9 - 38,9	2,0 - 4,0 Zetag 55
G	Faulschlamm	4,2 - 5,6	31,3 - 38,8	2,5 - 6,7 Zetag 57
H	Faulschlamm	1,8 - 2,9	25,2 - 33,3	4,3 - 8,5 Zetag 63
I	Rohschlamm	4,4 - 7,5	29,6 - 39,4	4,1 - 1,6 Zetag 78

**KAMMERFILTERPRESSEN, MEMBRANFILTERPRESSEN**

Füllpumpen: Kreiselpumpen 3 - 6 bar

Druckpumpen: Kolbenmembranpumpen bis 16 bar

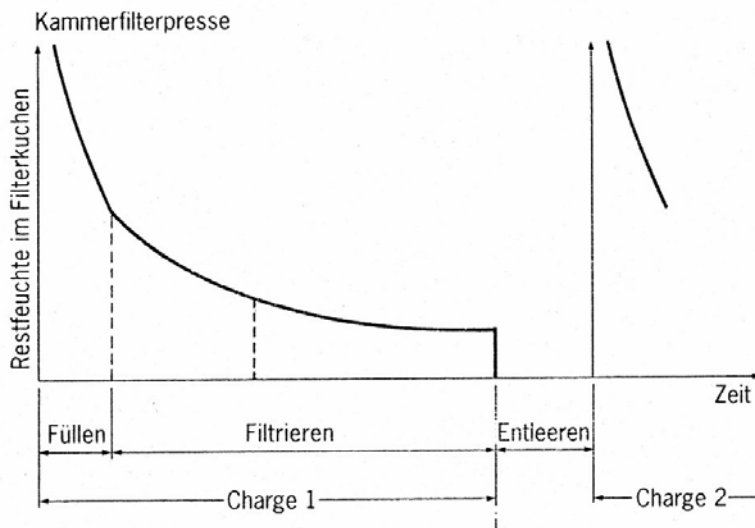


Abb. Ü10-5: Chargenverlauf einer K-Filterpresse (ATV, 1996)

Tab. Ü10-8: Baugrößen und Bemessungsgrößen von Kammerfilterpressen (ATV, 1996)

Filterplattenformat in mm	Kammerzahl (max)		Filterfläche (max) in m <sup>2</sup>		Kuchenvolumen <sup>3</sup> (max) in m <sup>3</sup>	
	GGG 50 <sup>1)</sup>	PP <sup>2)</sup>	GGG 50	PP	GGG 50	PP
800 x 800		50		50		0,6
1200 x 1200	163	123	400	275	5,8	3,8

1500 x 1500	162	130	650	515	9,7	7,5
2000 x 2000	200		1400		21,6	
2250 x 2250	200		1800		27,0	

- 1) Filterplatte aus Sphärogusseisen GGG50
- 2) Filterplatte aus Polypropylen (PP)
- 3) bei 30 mm Kuchendicke

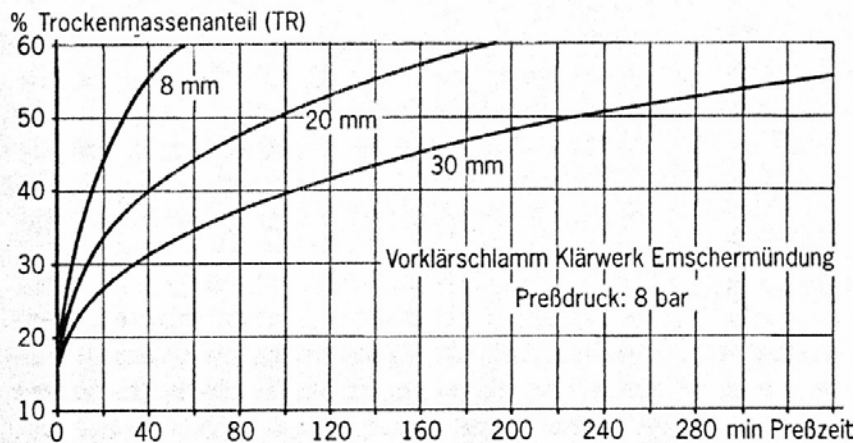


Abb. Ü10-6: Einfluss der Kuchendicke auf die Entwässerungszeit (ATV, 1996)

Tab. Ü10-9: Leistungsdaten von Kammerfilterpressen (FLÖGL, 1989)

Filterplattengrößen	25/25 - 260/250	cm
Preßdruck	15	bar
Kuchendicke	25 - 30	mm
FeCl <sub>3</sub> -Bedarf (TS) (TS <sub>E</sub> = 40 %)	50 - 70	kg/t TS <sub>O</sub>
Kalkbedarf (TS <sub>E</sub> = 40 %)	200 - 500	kg/t TS <sub>O</sub>
Polymerbedarf (org. Kond. - Pulver, TS <sub>E</sub> = ca. 35 %)	4 - 7	kg/t TS <sub>O</sub>
Spez. Energiebedarf	1 - 3,5	kWh/m <sup>3</sup> TS <sub>O</sub> /h
Energiebedarf	20 - 40	Wh/kg TS <sub>O</sub> /h
Inst. Leistung	5 - 15	kW/m <sup>3</sup> TS <sub>O</sub> /h
Wasserbedarf	0,15 - 0,30	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> TS <sub>O</sub> /h
Personalbedarf	4 - 8	h/d
Chargenzeiten	1 - 3	h
Endfeststoffgehalte TS <sub>E</sub> (Faulschlamm)		
- chem. Kond.	40 - 45	%
- chem. Kond., bezogen auf Schlammgehalt	30 - 35	%
- org. Kond.	32 - 37	%

Als Bemessungsgröße sowie zur späteren Überprüfung der Filtrationsleistung dient die spezifische Filterleistung, die sich für jede Charge wie folgt berechnet.

$$\frac{Q_s}{A \cdot t} \text{ in } \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h} \text{ bzw. } \text{dm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

mit  $Q_s$ : Menge des Ausgangsschlammes einer Charge in  $\text{m}^3$  bzw. in  $\text{dm}^3$

A: Filterfläche in  $\text{m}^2$

t: Filtrationszeit einer Charge in h

oder:  $\frac{Q_s \cdot TR}{A \cdot t}$  in  $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

mit TR: Trockenrückstand des Ausgangsschlammes in  $\text{kg}/\text{t}$  ( $\approx \text{m}^3$ ).

*Tab. Ü10-10: Spezifische Filterleistungen und Trockenrückstände von Klärschlämmen, die auf Kammerfilterpressen entwässert wurden (ATV, 1996)*

Konditionierungsart	Spezifische Filterleistung $\text{dm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$	Trockenrückstand im Kuchen Gew.-%
Filterhilfsmittel (Kohle, Asche)	25 - 35	45 - 60
chem./anorg. (Kalk, Eisen-III-Chlorid)	40 - 60	40 - 70
chem./organisch (Polyelektrolyte)	30 - 55	30 - 38

## Ü10.2 Stabilisierung

Siehe dazu auch Seite 10-6 im Kapitel Schlammbehandlung.

### Ü10.2.1 Allgemeines

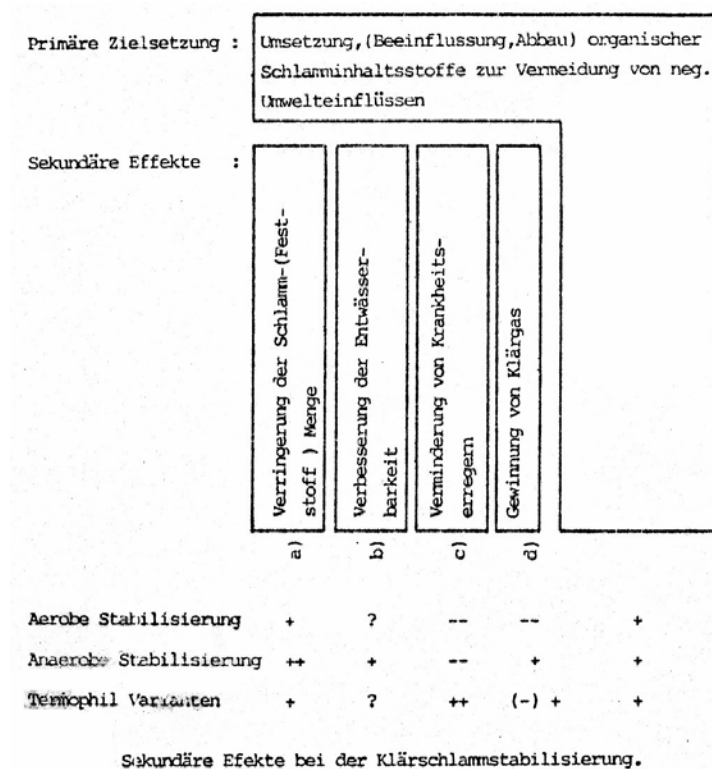


Abb. Ü10-7: Schlammstabilisierung (SIWAWI, 1985)

### Ü10.2.2 Aerobe Stabilisierung

#### SIMULTAN

Stabilisierung läuft gleichzeitig mit der Abwasserreinigung ab.

Voraussetzung: Schlammalter > 25 d

Schlammbelastung < 0,05 kg BSB<sub>5</sub>/kgTS.d

Sinnvoll für Anlagen < 20.000 E

(siehe ATV-A 126, 1993; ATV-DVWK-A 131, 2000).

## GETRENNT

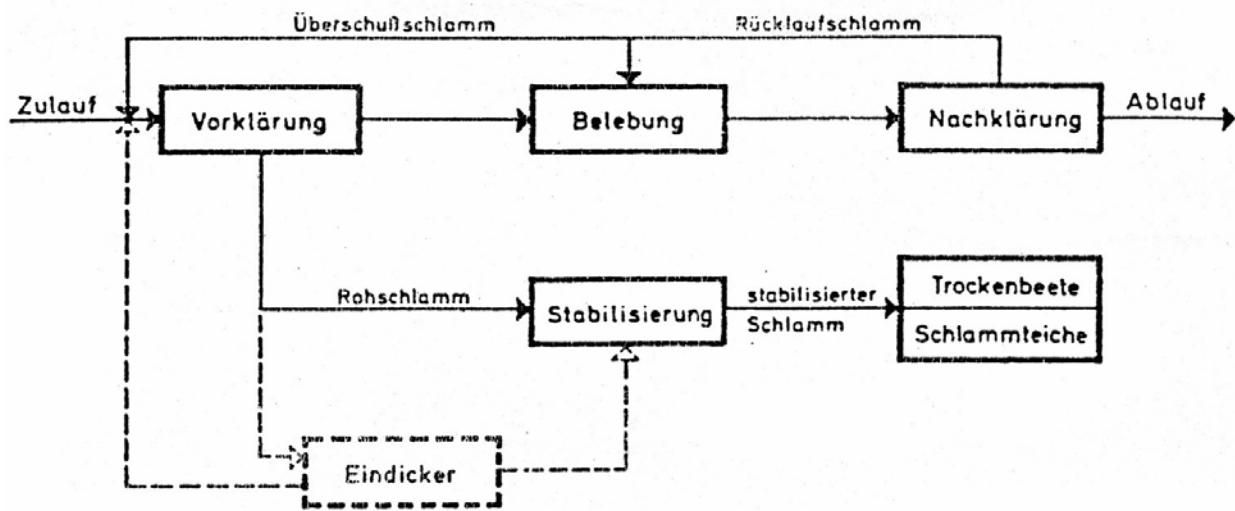


Abb. Ü10-8: Schema der getrennten aeroben Stabilisierung (ATV, 1978)

Übliche Dimensionierung auf Nitrifikation (sh. Übungsabschnitt Belebungsanlage).

ÜS → VKB od. ED

mit TS 3 - 4 % in die STABILISIERUNG

## STABILISIERUNGSBECKEN

**Stabilisierungszeit:**  $t = t_{BB} + t_{STAB}$

$t_{BB}$ .... Schlammalter der Belebungsanlage:  $\frac{TS_R}{\dot{U}S_R} \left[ \frac{kg/m^3}{kg/m^3 \cdot d} \right]$

$t$ ..... notwendige Gesamtstabilisierungszeit (= 25d für unsere Temperaturverhältnisse)

$t_{STAB}$ ..Aufenthaltszeit im Stabilisierungsbecken

**Bemessungsrichtwerte:**

organische Feststoffbelastung: ca. 1,5 kg oTS/m<sup>3</sup> · d

Beckenvolumen: ca. 40 l / E

Leistung für Belüftung und Umwälzung: 50 W / m<sup>3</sup>

Sauerstoffbedarf: 0,12 kg O<sub>2</sub> / kg oTS · d

1,8 kg O<sub>2</sub> / m<sup>3</sup> · d

1,2 kg O<sub>2</sub> / kg oTS

Sauerstoffkonzentration: 2 - 3 mg / l

**Beispiel:**

20.000 E

80 gTS/E·d und (4% TS) → 2 l/ E·d)

$$20.000 \text{ E} \times 2 \text{ l/E} \cdot \text{d} = 40 \text{ m}^3 \cdot \text{d}$$

$$20.000 \text{ E} \times 80 \text{ g TS/E} \cdot \text{d} = 1.600 \text{ kg TS} \cdot \text{d}$$

Schlammalter in der Belebung : 8 d

$$\text{organischer Anteil:} \quad \frac{2}{3} \cdot 1.600 = 1.100 \text{ kg oTS} / \text{d}$$

$$V_{\text{STAB}} = \frac{1.100 \cdot \text{kg oTS} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{d}}{1,5 \cdot \text{d} \cdot \text{kg oTS}} = 700 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{STAB}} = 20.000 \times 40 = 800 \text{ m}^3$$

Notwendige Aufenthaltszeiten im Stab. Becken:

$$t = t_{\text{BB}} + t_{\text{STAB}}$$

$$t = 25 \text{ d}$$

$$t_{\text{BB}} = 8 \text{ d}$$

$$t_{\text{STAB}} = 17 \text{ d}$$

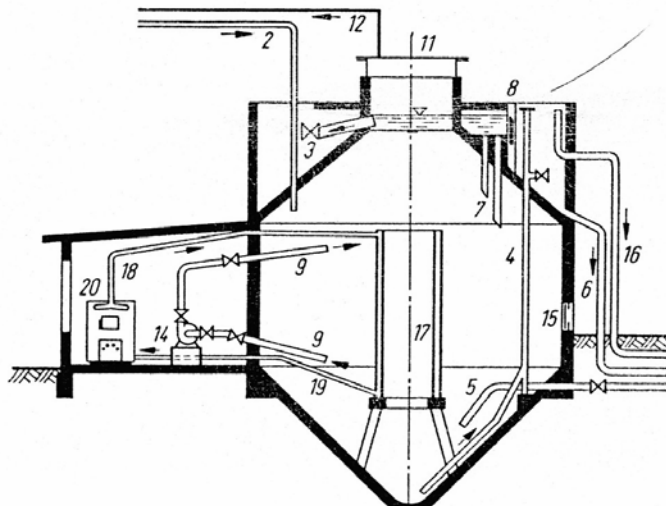
$$V_{\text{STAB}} = 40 \text{ m}^3 / \text{d} \cdot 17 \text{ d} = 680 \text{ m}^3$$

**Ü10.2.3 Anaerobe Stabilisierung**

<b>Faulzeit:</b>	- Erdbecken und unbeheizte Faulräume	120 Tage
	- Emscherbrunnen	60 Tage
	- geheizte Faulräume (35°C)	20 Tage
	- geheizte Faulräume (55°C)	10 Tage

Tab. Ü10-11: Richtwerte für Faulraumgrößen nach Imhoff in [l/EW] (ATV, 1996)

Klärverfahren	Erdbecken	Emscherbrunnen (10°C Wintertemperatur)	Faulraum (35°C)
mech. Klärung	150	50	20
mech. Klärung und Tropfkörper	220	100	30
mech. Klärung und Belebungsverfahren	320	150	40



Schlammfaulbehälter mit warmwasserbeheiztem Doppelmantel-Heizzylinder  
 2 Frischschlamm-Zuführung; 3 Schwimm-  
 schlammabzug; 4 Faulschlammabnahme;  
 5 Grundablaß; 6 Ablauf; 7 Trübwasserab-  
 lässe; 8 Trübwasser-Überfall; 9 Umwälz-  
 leitungen; 11 Gashaube; 12 Gasleitung;  
 14 Schlammumwälzpumpe; 15 Einstieg;  
 16 Notüberlauf; 17 Doppelmantelheiz-  
 zylinder; 18 Warmwasser-Vorlauf;  
 19 Warmwasser-Rücklauf;  
 20 Warmwasser-Heizkessel

Abb. Ü10-9: Schlammfaulbehälter (ATV, 1996)

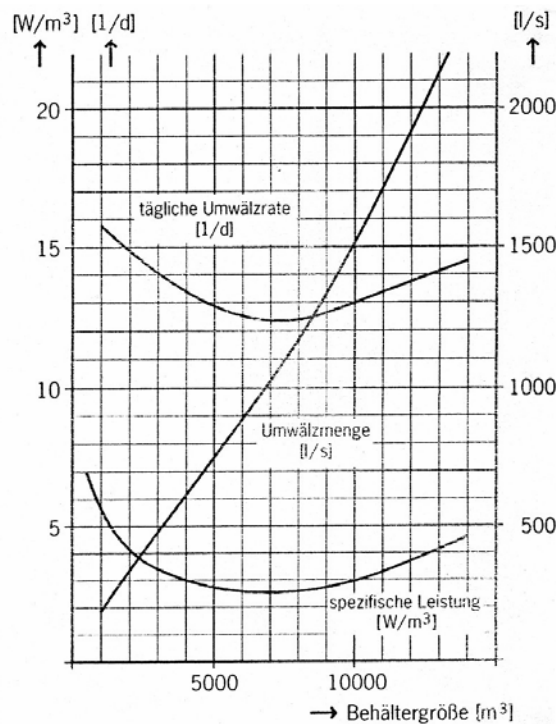


Abb. Ü10-10: Kennwerte für die Faulbehälterumwälzung (ATV, 1996)

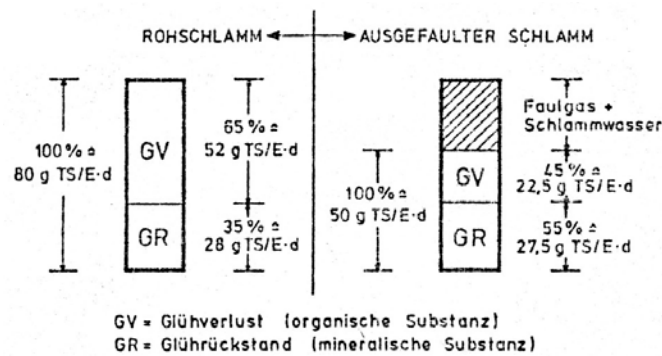


Abb. Ü10-11: Veränderung der Schlammmenge und -beschaffenheit durch anaerobe Stabilisierung, dargestellt an einem Beispiel (SIWAWI, 1985)

### Bemessungsparameter

Faulzeit: 20 d

Raumbelastung mit organischen Feststoffen: 2 - 4 kg oTS / m<sup>3</sup>·d

### Berechnungsbeispiel:

An die Gemeinschaftskläranlage von zwei Gemeinden werden später 80 000 Einwohner und 20 000 Einwohnerwerte des Gewerbes angeschlossen. Zusätzlich soll der Fäkalschlamm von 10 000 Einwohnern ausgefault werden. Die Mischwasserkanalisation wird mit Niederschlagswasserbehandlungsanlagen ausgestattet, die Kläranlage auf Nitrifikation, Denitrifikation und simultane Phosphatfällung ausgelegt.

- Schlammengen der Einwohnerwerte:

$$100\ 000\ \text{EW} \cdot 2\ \text{l}/(\text{EW} \cdot \text{d}) = 200\ \text{m}^3 / \text{d}\ \text{bei}\ 4\ \% \ \text{TR}.$$

- Zuschlag für Niederschlagswasser:

$$25\ \% \ \text{von}\ 200\ \text{m}^3 / \text{d} = 50\ \text{m}^3 / \text{d}.$$

- Zuschlag für Fäkalschlamm:

nach ATV-Arbeitsblatt A 123 kann eine Jahresmenge von 1000 l/E angenommen werden, bei 200 Abfahrtagen je Jahr also  $5\ \text{l}/(\text{E} \cdot \text{d}) \cdot 10\ 000\ \text{E} = 50\ \text{m}^3 / \text{d}$ .

- Schlammmenge insgesamt:

$$200 + 50 + 50 = 300\ \text{m}^3 / \text{d}.$$

Das ergibt bei 35°C Heiztemperatur und 20 Tagen Faulzeit ein erforderliches Gesamtvolumen von 6000 m<sup>3</sup>. Dieses wird zweckmäßig auf zwei Faulräume mit je 3000 m<sup>3</sup> aufgeteilt.

Die Faulräume können parallel oder hintereinander betrieben werden.

- Nachweis der organischen Raumbelastung:

Die 300 m<sup>3</sup>/d Rohschlamm haben einen Feststoffgehalt von 4 % TR. 2/3 der Feststoffe seien organisch.

$$300\,000 \cdot \frac{4}{100} \cdot \frac{2}{3} = 8000 \text{ kg oTS/d}$$

Bei Parallelbeschickung ergibt sich  $8000 : 6000 = 1,33 \text{ kg oTS} / (\text{m}^3 \cdot \text{d})$ .

Bei Hintereinanderschaltung für den ersten Behälter

$$8000 : 3000 = 2,66 \text{ kg oTS} / (\text{m}^3 \cdot \text{d}).$$

Wird der Trockenmassenanteil durch maschinelle Überschussschlammeindickung auf im Mittel 7% TR erhöht, ist bei 20 Tagen Faulzeit ein Gesamtvolumen von nur 3500 m<sup>3</sup> erforderlich. Es läßt sich also auch vertreten, nur zwei Faulbehälter mit je 2000 m<sup>3</sup> bei zusätzlicher Überschussschlammeindickung durch z.B. Zentrifugen zu bauen.

Es ist eine Frage der Verfahrenskette der Schlammbehandlung, des Betriebs und der gewünschten Sicherheit für zukünftige Entwicklungen, ob man zwei Faulräume mit je 2000 m<sup>3</sup>, 2500 m<sup>3</sup> oder 3000 m<sup>3</sup> einplant.

### **Klärgasverwertung**

#### Verwertung des Klärgases:

- a) Beheizung des Faulbehälters
- b) Abgabe an Gaswerk oder an sonstigen Betrieb
- c) Krafterzeugung (Eigenverstromung)
- d) Treibgas für Fahrzeuge (z.Zt. noch unwirtschaftlich)

#### Speicherung des Klärgases

Das Gas fällt nicht gleichmäßig an. Zum Ausgleich beim Beschicken des Faulbehälters mit Frischschlamm und Ablassen von Faulschlamm ist aus Gründen der Unfallverhütung immer ein Gasspeicher erforderlich:

Mindestinhalt des Speichers = 2 - fache maximale Frischschlammzufuhr

Bei Abgabe an Gaswerk 1/5 bis 1/10 des täglichen Gasanfalls

Bei Stromerzeugung  $\frac{3}{4}$  Tagesanfall (Tagesstromerzeugung)

1 Tagesanfall (Spitzenstromerzeugung)

Vereinfachte Bilanzierung:

Rohschlammanfall von Belebungsanlagen:		80 g TS / (E · d)
Organischer Anteil:		65 %
Gasproduktion:		480 l/kg oTS
= 0,08 · 365 · 0,65 · 0,48	=	9,1 m <sup>3</sup> / (EW · a)
Gasverbrauch bei der Stromerzeugung		0,48 m <sup>3</sup> /kWh (ATV, 1978; S 491)
Mögliche Stromerzeugung: 9,1/0,48	=	19 kWh / (E · a)

Dieser Wert entspricht in etwa dem Strombedarf von vollbiologischen Kläranlagen. Das heißt, alle Kläranlagen könnten energieautark betrieben werden, zumal bei dem Umfang der oben skizzierten Verstromung die Wärmebedarfsdeckung durch die Abwärmeverwertung sichergestellt ist. In der Praxis können i.d.R. nur 40 - 60 % des Strombedarfs der KA durch Eigenerzeugung gedeckt werden (ohne Berücksichtigung einer weitergehenden Abwasserreinigung).

**PROJEKT ABWASSERTECHNIK:**

Anforderungen an den Umfang.

**I. TECHNISCHER BERICHT****1. Allgemeines**

- 1.1 Anlaß zum Projekt
- 1.2 Lage und Größe des Ortsgebietes
- 1.3 Bevölkerung (derzeit/ ev. 50% Erweiterung)
- 1.4 ev. Gewerbe, Industrie
- 1.5 Vorfluter

**2. Kanalnetz**

- 2.1 Wahl und Beschreibung des Verfahrens, des Materials
- 2.2 Berechnungsgrundlagen: Schmutz- und Regenwasser
- 2.3 Bestimmung der Abfluß- und Zeitbeiwerte
- 2.4 Unterteilung des Einzugsgebiete je nach Abflussbeiwert
- 2.5 Dimensionierung eines RW, SW- oder MW-Kanals (Listenrechnung)
- 2.6 Hinweise zum Betrieb

**3. Kläranlage**

- 3.1 Reinigungserfordernis (EVO)
- 3.2 Anschlußwerte (EGW-Ermittlung) (ev. verschiedene Betriebsfälle)
- 3.3 Berechnungswassermengen
- 3.4 Wahl und Beschreibung des Verfahrens
- 3.5 Bemessung der einzelnen Anlageteile (Abwasser, Schlamm)
- 3.6 Betriebshinweise (z.B. Verbleib Klärschlamm, Rechengut, Sand)
- 3.7 ev. Erweiterung

**II. PLÄNE**

1. Katasterplan (Angabe) (1 : 2880, 2000, 1000)
2. Lageplan Kanal (1 : 2880, 2000, 1000):  
Vorfluter, Schichtenlinien; Kanalstränge mit Gefälle und Rohrdimensionen, Rohrmaterial; Schächte (Nr.) mit Entfernungen; Flächen (Größe, Nr.,  $\Psi$ ); Lage der KA, Legende
3. Längenschnitt eines Kanalstranges (1 : 2000, 1000/100) \*
4. Lageplan der KA (1 : 100 - 500):  
Bauwerke, verbindende Leitungen (Kennzeichnung), Umgrenzung, Höhen - Entfernungen, befestigte Flächen, Legende
5. Hydraulische Längenschnitte durch Kläranlage - Wasser und/oder Schlamm (1 : 100 - 500 / 50 - 100) \*
6. ev. Kläranlage Detail (1 : 25 - 50)

\*siehe Skizzen Ü3