

## **Anlage 2.2**

Bemessung Lamellenklärer

Mall Umweltsysteme

(Anlagen zur Reinigung von Niederschlags-  
wasser von Fahrbahnoberflächen)

## Bemessung Lamellenklärer

### Anlagen zur Reinigung von Niederschlagswasser von Fahrbahnoberflächen

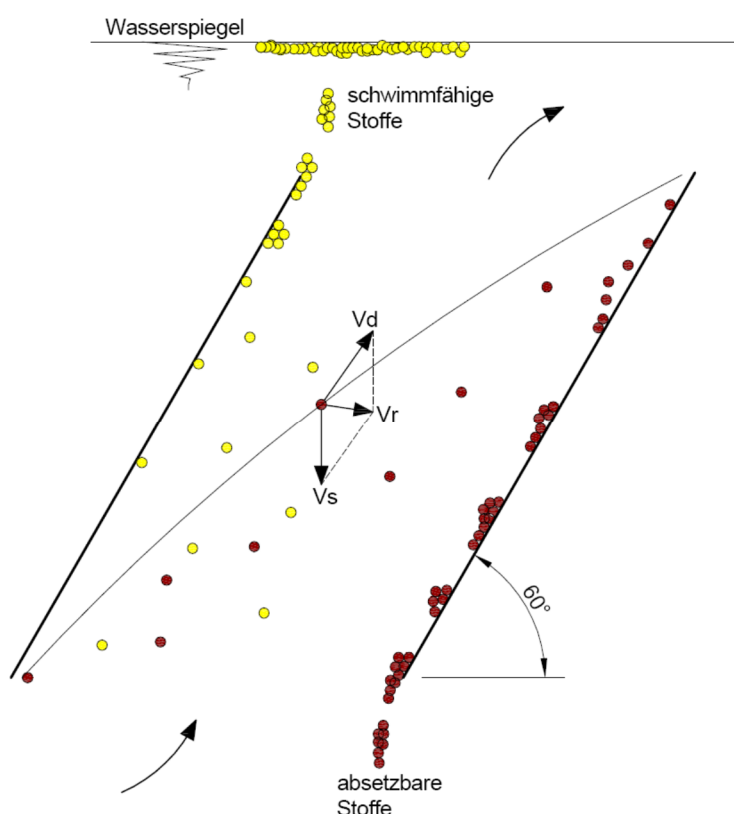
#### Schutz des Grundwassers und der Versickerungsanlagen

Die dezentrale Versickerung von unschädlich verunreinigtem Niederschlagswasser ist ökologisch und ökonomisch sinnvoll und vom Gesetzgeber gewollt. Um jedoch die Versickerungsanlagen möglichst lange betriebsfähig zu halten, ist es zweckmäßig und wirtschaftlich, leistungsfähige Regenwasserbehandlungsanlagen vorzuschalten, um die Sickerfähigkeit des in die Versickerungsanlagen eingebrachten Bodens möglichst lange zu erhalten. Weiterhin wird das Grundwasser vor dem Abrieb von Reifen und Bremsbelägen und vor anderen absetzbaren Stoffen sowie vor Leichtflüssigkeiten geschützt. Dies gilt sinngemäß auch für die Einleitung von Oberflächenwasser in Gewässer und Mulden.

#### Mall-Lamellenklärer Viatub

Mall-Lamellenklärer Viatub sind für diesen Zweck entwickelt worden. Sie bestehen aus einem Stahlbetonfertigteilebehälter in monolithischer Rund- oder Rechteckbauweise, einer zentralen Einheit mit zahlreichen Kunststoff-Lamellenpaketen auf einer Edelstahlhalterkonstruktion inkl. Dichtblechen sowie Tauchrohren im Zulauf und Abfluss.

Die Wirkungsweise des Lamellenklärers beruht auf einer erheblichen Vergrößerung der wirksamen Oberfläche des Stahlbetonbeckens. Während sich die Wirkung konventioneller Klärbecken aus dem Quotient aus Zufluss [m³/h] und Becken(wasser)fläche [m²] als Oberflächenbeschickung [m/h] definiert, vervielfacht sich die wirksame Fläche mit jedem Lamellenkanal entsprechend nebenstehender Grafik.



Die wirksame Oberfläche  $A_{\text{eff}}$  der Konfiguration errechnet sich folglich unter Beachtung des Neigungswinkels der Lamellenkanäle  $\alpha = 60^\circ$  gegen die Horizontale aus:

[Anzahl Lamellenkanäle] x [Breite Lamellenpaket] x [proj. Grundfläche Lamellenkanal],  
 d.h.

$$A_{\text{eff}} = n \times b_{\text{eff}} \times h / \tan 60^\circ \quad \text{mit } h = 1,0 \text{ m:}$$

$$A_{\text{eff}} = n \times b_{\text{eff}} \times 0,577 \quad [\text{m}^2]$$

Entscheidend für die Wirksamkeit ist die Vermeidung von Parallel- bzw. Kurzschlussströmungen am Lamellenpaket vorbei, was durch Edelstahlblech-Einhausungen gewährleistet wird.

Weiterhin muss die Neigung  $\alpha$  gegen die Horizontale so ausgebildet sein, dass ein Abrutschen der Feststoffe und Aufsteigen der Schwimmstoffe optimal erreicht wird. Dies wurde durch zahlreiche werkseigene Versuche ermittelt.

Die beiden auftretenden Effekte lassen sich wie folgt spezifizieren:

#### 1. Sedimentation

Die Partikel durchströmen das Lamellenpaket schräg von unten nach oben mit der Geschwindigkeit  $v_d$ . Gleichzeitig wirkt die von der Schwerkraft und der Partikelgeometrie beeinflusste Sinkgeschwindigkeit  $v_s$ . Hieraus resultiert eine Bewegungsrichtung  $v_r$ , die für das Auftreffen des Schmutzpartikels auf dem Lamellenkanal verantwortlich ist.

Partikel, die während des Durchströmens auf die Lamellenkanalfläche fallen und dort haften bleiben, rutschen nach Ende des Regenereignisses von dort ab nach unten in den Schlammraum. (Dieser Vorgang spielt sich analog für die Trennung von Schwimmstoffen mit umgekehrten Vorzeichen ab, s.u.)

Zusätzlich zur vorbeschriebenen Wirkungsweise lenkt das Zulaufrohr das zulaufende Wasser in eine vertikal gerichtete Strömung nach unten um.

Hierdurch entsteht bereits eine Absetz- und Beruhigungswirkung für den Grobschmutz bzw. Sand- und Kiesfraktionen einerseits und andererseits für Schwimmstoffe, die aus den angeschlossenen (Verkehrs-)Flächen eingetragen werden (z.B. Tropfverluste aus Fahrzeugen etc.) Das Wasser strömt von unten in der beschriebenen Weise in die Lamellenkörper ein, wobei ein großvolumiger Bereich unterhalb der Lamellenkörper als Schlammraum dimensioniert ist, der eine Rücklösung bei Starkregenereignissen verhindert.

#### 2. Schwimmstoffrückhalt

Beim Durchströmen der Lamellenkanäle entsteht analog zur Absetzwirkung bei den Feststoffen an den oberseitigen Kanalflächen eine Anreicherung von Schwimmstoffen, die sich an der Oberfläche des Betriebswasserspiegels, der oberhalb der Oberkante der Lamellenkörper liegt, ansammeln.

Durch die Ausbildung des Ablaufrohrs als Tauchrohr entsteht ein planmäßiger Auffangraum für Schwimmstoffe, welcher für Unfälle (geplatzter Tank, Ölwanne) zur Verfügung steht (siehe unten: „Ölspeicherraum“).

Die nachfolgend dargelegten Bemessungsansätze gehen stets von einer vollständigen Behandlung des abfließenden Niederschlagswassers aus. Die Einbeziehung von Drossel- bzw. Trennbauwerken erlaubt bei einer Teilstrombehandlung wesentlich größere Anschlussflächen.

## Bemessung

Die Bemessung der Behandlungsanlagen erfolgt unter Bezugnahme auf die aktuellen Regelwerke (z.B. DWA M 153) in folgenden Schritten.

#### 1. Hydraulik

Der erste Schritt ist die hydraulische Dimensionierung. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass eine laminare Strömung mit beruhigten und ausreichend geringen Fließgeschwindigkeiten gewährleistet wird. Die nachfolgend abgebildeten Tabellen gehen von folgenden Werten aus:

Bemessungsregen	$r_{(15,1)}$	150	[ l / (s x ha) ]
Maßgebender Zufluss	$Q = A_u \times r_{(15,1)}$		[ l / s ]
Rechenwert undurchl. Fläche	$A_u = \Sigma (A \times \Psi)$		[ ha ]
Abflussbeiwert abh. vom Belag	$\Psi$		

## 2. Wirkung Schmutzrückhaltung

Die Angabe des Wirkungsgrades erfolgt auf der Basis werkseigener Laborversuche und der Einstufung gemäß DWA M 153 in Durchgangswerten D. Zu beachten ist, dass die Sedimentationswirkung stets von Korngröße, Korndichte und Kornform abhängt

**Je kleiner der Durchgangswert ist, umso größer ist die Reinigungswirkung !**

Beziehung zwischen Oberflächenbeschickung $q_a$ , Durchfluss $Q$ und Nennweite $DN$ Zu-/Ablaufrohr													
Mall-Regenwasser-Behandlungsanlage		$q_a$	$Q$	$DN$	$q_a$	$Q$	$DN$	$q_a$	$Q$	$DN$	$q_a$	$Q$	$DN$
		[m/h]	[l/s]	[mm]	[m/h]	[l/s]	[mm]	[m/h]	[l/s]	[mm]	[m/h]	[l/s]	[mm]
Viatub	18 R 20	18	20	200	10	11	150	9	10	150	7,5	8	150
Viatub	18 R 38	18	38	250	10	21	200	9	19	200	7,5	16	150
Viatub	18 R 63	18	63	300	10	35	250	9	32	200	7,5	26	200
Viatub	18 L 133	18	133	400	10	74	300	9	67	250	7,5	55	250
Viatub	18 L 272	18	272	400	10	151	400	9	136	300	7,5	113	300
Viatub	18 L 302	18	301	400	10	167	400	9	151	400	7,5	125	300
Viatub	18 L 406	18	406	500	10	226	400	9	203	400	7,5	169	400
Viatub	18 L 674	18	674	600	10	374	500	9	337	500	7,5	281	400
Viatub	18 L 1363	18	1363	700	10	757	600	9	682	600	7,5	568	500
Regenspende		Durchgangswert D nach DWA M 153										Handbuch SOW Baden- Württemberg	
Kompl.	$r_{(15,1)}$	0,35		unüblich		0,20		unüblich		unüblich			
Teilstr.	45 l/(sxha)	0,65		0,50		unüblich		0,38					
	30 l/(sxha)	0,70		0,55		unüblich		0,45					
	15 l/(sxha)	0,80		0,65 <sup>3)</sup>		unüblich		0,58					

3. Für den Wert  $q_a = 18$  m/h werden im Regelfall die Anlagen bemessen und typisiert, d.h. bezeichnet. Durch lineare Anpassung für beliebige Werte von Oberflächenbeschickungen können abweichende möglichen Zuflussleistungen in [l/s] ermittelt werden, wie nachfolgende Tabelle für  $q_a = 10, 9$  und  $7,5$  m/h zeigt. Die Nenndurchmesser der angeschlossenen Rohre verändert sich entsprechend

## 4. Rückhaltevolumen

Es muss die erforderliche Bereitstellung von Speichervolumen für die abgeschiedenen Stoffe gewährleistet werden. Diese können objektspezifisch abweichen (Einschätzung Havariefall) und sind im Einzelfall anhand der nachfolgenden Spezifikation zu überprüfen.

Weitere Kriterien wie Mindestaufenthaltsdauern oder Fließzeitmaximalwerte sind aufgrund der beschriebenen kleinräumigen Absetzwirkung nicht zu berücksichtigen.

**Der angegebene Wert zul.  $A_u$  (angeschlossene undurchlässige Fläche) muss immer im Zusammenhang mit dem angesetzten Bemessungsregen gesehen werden !**

## Hydraulische Nachweise

(Nicht ausgewiesene Einheiten entsprechend obenstehender Erläuterung im Text)

$$q_a = \frac{3,6 \cdot Q \text{ [l/s]}}{_{eff} A \text{ [m}^2\text{]}}$$

$$Q = r_{15,1} \cdot A_u \div 10.000$$

$$_{eff} A = _{eff} b \cdot n \cdot 0,577$$

Typ	Breite Lamellenpaket $_{eff} b$	Anzahl Lamellenkanäle $n$	Oberflächenbeschickung $q_a$	Zulässiger Durchfluss $Q$	Zul. $A_u$
	[m]	[-]	[m/h]	[l/s]	[m <sup>2</sup> ]
ViaTub 18R 20	0,85	8	18	<b>19,6</b>	<b>1.300</b>
ViaTub 18R 38	1,65	8	18	<b>38,1</b>	<b>2.540</b>
ViaTub 18R 63	2,19	10	18	<b>63,2</b>	<b>4.210</b>
ViaTub 18L 133	2,19	21	18	<b>132,7</b>	<b>8.840</b>
ViaTub 18L 272	2,19	43	18	<b>271,7</b>	<b>18.110</b>
ViaTub 18L 302	3,27	32	18	<b>301,9</b>	<b>20.120</b>
ViaTub 18L 406	3,27	43	18	<b>405,7</b>	<b>27.040</b>
ViaTub 18L 674	5,43	43	18	<b>673,6</b>	<b>44.900</b>
ViaTub 18L 1363	5,43	87	18	<b>1362,9</b>	<b>90.860</b>

Zul.  $A_u$  = Rechenwert undurchlässige Fläche, abflusswirksame Fläche (= Fläche x Abflußbeiwert)

## Behältergeometrie / Typisierung

Typ	Zul. A <sub>u</sub>	Durchmesser innen	Breite (innen)	Länge (innen)	Zulauf-tiefe	Ablauf-tiefe	Gesamt-tiefe
	[m²]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
ViaTub 18R 20	<b>1.300</b>	2000			660	680	2875
ViaTub 18R 38	<b>2.540</b>	2500			660	680	2875
ViaTub 18R 63	<b>4.210</b>	3000			760	780	3065
ViaTub 18L 133	<b>8.840</b>		2400	3950	1260	1280	3240
ViaTub 18L 272	<b>18.110</b>		2400	5200	1280	1300	3270
ViaTub 18L 302	<b>20.120</b>		3650	5600	1385	1405	3370
ViaTub 18L 406	<b>27.040</b>		3650	8600	1380	1400	3365
ViaTub 18L 674	<b>44.900</b>		5600	8600	1580	1600	3575
ViaTub 18L 1363	<b>90.860</b>		5600	11600	1830	1850	3825

### Eigenschaften

- Fertig montierte Anlage in monolithischem Stahlbetonrund- oder Rechteckbehälter mit Nachweis der Standsicherheit über Typen- oder Objektstatik
- ausgereifte, im Wasserlabor optimierte und werksgeprüfte Anlagentechnik
- Vorgefertigte Rohranschlüsse für Kunststoffrohre im gewünschten Durchmesser
- Rundschächte gefertigt nach DIN 4034 Teil 2, lieferbar auch nach DIN 4034 Teil 1
- Abdeckungen bis Klasse D (SLW60 / FB 101), dadurch Einbau im Fahrbahnbereich möglich
- Individuelle Anpassungen hinsichtlich Zu- und Ablauftiefe sowie Rohrdurchmesser und –werkstoff möglich.

## Nachweise zum Schmutzrückhalt

Für den Schmutzrückhalt bzw. die Sammlung von Schmutz steht der Schlammraum zur Verfügung. Die erforderliche Größe des Schlammraumes hängt weniger von der hydraulischen Belastung der Sedimentationsanlage als von der Schmutzbelastung der angeschlossenen Fläche ab. Als Anhaltspunkt kann die speicherbare Trockensubstanzmenge je angeschl. m<sup>2</sup> dienen. Angenommen wird im Schlammraum ein TS Gehalt von 5 %

$$IR_s = \frac{V_s [m^3] * 50.000 [g / m^3]}{A_u [m^2]}; [g / m^2]$$

Typ	A <sub>u</sub>	V <sub>s</sub>	TS	IR <sub>s</sub>
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[kg]	[g/m <sup>2</sup> ]
ViaTub 18R 20	<b>1.300</b>	1,34	67	58
ViaTub 18R 38	<b>2.540</b>	1,75	88	40
ViaTub 18R 63	<b>4.210</b>	2,40	120	32
ViaTub 18L 133	<b>8.840</b>	3,28	164	21
ViaTub 18L 272	<b>18.1100</b>	4,85	243	15
ViaTub 18L 302	<b>20.120</b>	9,10	455	23
ViaTub 18L 406	<b>27.040</b>	10,33	517	21
ViaTub 18L 674	<b>44.900</b>	11,33	565	14
ViaTub 18L 1363	<b>90.860</b>	18,90	990	12

### Sammelraum für Schwimmstoffe (Ölspeicherraum)

Leichtstoffe sind in geringem Umfang Pflanzenreste die durch das Niederschlagsereignis in die Anlage gelangen. Wichtiger ist der Rückhalt von Leichtflüssigkeiten (Öl, Benzin) diese Stoffe dürfen auch bei Unfällen (Verkehrsunfälle, Havarien) nicht in die nachgeschaltete Anlage gelangen.

Aufgrund der Strömungsberuhigung wird sich der Großteil der Schwimmstoffe bereits im Zulaufbereich separieren. Durch den Einsatz eines Tauchrohres im Auslauf sind die Anlagen in der Lage, insbesondere für den Havariefall ein großes Rückhaltevolumen auch ablaufseitig zur Verfügung zu stellen.

Als Bemessungswert für den Ölspeicherraum wird auf der sicheren Seite liegend nur das Volumen oberhalb der Lamellenpakete angesetzt.

Die unterschiedlichen Werte der baugleichen Anlagen bei unterschiedlichen Oberflächenbeschickung ergeben sich durch die unterschiedliche Wahl der Rohrdurchmesser für Zu- und Ablauf.

$$V_{\ddot{o}} = A_{\ddot{o}} \cdot H_{\ddot{o}}$$

Typ	A <sub>ö</sub>	H <sub>ö</sub>	V <sub>ö</sub>
	[m²]	[m]	[l]
ViaTub 18R 20	3,14	0,165	520
ViaTub 18R 38	4,91	0,165	820
ViaTub 18R 63	7,07	0,34	2400
ViaTub 18L 133	9,48	0,14	1.330
ViaTub 18L 272	12,48	0,14	1.750
ViaTub 18L 302	20,44	0,115	2350
ViaTub 18L 406	31,39	0,115	3.610
ViaTub 18L 674	41,42	0,125	5.180
ViaTub 18L 1363	58,22	0,125	7.280