

Ü5.2 Übungen zu Biofilmverfahren

Ü5.2.1 Spültropfkörper

Bemessung nach ATV-DVWK-A 281

Als **Bemessungsgrundlage** sind die tägliche BSB₅- und TKN-Fracht der homogenisierten 24 h-Mischprobe heranzuziehen (an 85% der Tage unterschritten). Zur Bestimmung dieses Wertes sind mindestens 40 Frachtwerte heranzuziehen. Die maßgebenden Konzentrationen sind anhand der maßgebenden Frachten und des dazugehörigen Abwasserzuflusses zu ermitteln.

Besondere Abweichungen des täglichen und wöchentlichen Verlaufes der Konzentration des Abwassers von kommunalem Abwasser sind zu berücksichtigen. Wenn die maßgebenden Frachten anhand der angeschlossenen Einwohner geschätzt werden müssen, können die Werte aus Tabelle Ü5.2-1 benutzt werden.

Tabelle Ü5.2-1: Einwohnerspezifische Frachten in g/(E.d), die an 85 % der Tage unterschritten werden, ohne Berücksichtigung des Schlammwassers

Parameter	Rohabwasser	Durchflusszeit in der Vorklärung bei Qt	
		0,5 bis 1,0 h	1,5 bis 2,0 h
BSB ₅	60	45	40
TKN	11	10	10
P	1,8	1,6	1,6

Vorklärbecken sollten je nach Reinigungsanforderung unterschiedlich bemessen werden. Bei reiner Kohlenstoffelimination und Nitrifikation (ohne Denitrifikation) sollte die Durchflusszeit bei Trockenwetterzufluss Qt nicht weniger als 1,5 bis 2,0 Stunden betragen. Bei vorgeschalteter Denitrifikation und Mangel an organischen Kohlenstoffverbindungen kann die Durchflusszeit auf 0,5 bis 1,0 Stunden bei Trockenwetter vermindert werden. Bei Anlagen mit hohen Zuflussspitzen bei Regenwetter sollten Vorklärbecken derart ausgelegt werden, dass bei Regenwetterzufluss Qm die Durchflusszeit von 0,5 h nicht unterschritten wird. Dies trifft vor allem für kleine Kläranlagen mit einer Anschlussgröße unter 1.000 EW zu. Bei der Bemessung wird zwischen Anlagen mit/ohne Nitrifikation unterschieden.

Für die **Dimensionierung des Tropfkörpervolumens** ist die Raumbelastung unter Berücksichtigung des gewünschten Reinigungsgrades maßgeblich:

$V_{TK,C}$ = tägliche BSB₅-Zufuhr/BSB₅ Raumbelastung in (kg/d) / (kg/m³ • d) [m³]

$V_{TK,N}$ = tägliche TKN-Zufuhr/TKN Raumbelastung in (kg/d) / (kg/m³ • d) [m³]

Gesamtvolumen: $V_{TK} = V_{TK,C} + V_{TK,N}$ (m³)

Die tägliche BSB₅-/TKN-Fracht errechnet sich aus den Einwohnergleichwerten oder als Produkt aus Tagesabwasserfracht Q_d und der BSB₅- bzw. TKN- Konzentration der Tagesmischprobe C_0 , ohne Berücksichtigung der im gegebenenfalls rückgepumpten Abwasser enthaltenen Verschmutzung.

In der Regel ist durch Rückpumpbetrieb die BSB₅-Konzentration am Drehsprenger $C_{BSB, ZB, RF}$ kleiner 150 mg/l einzustellen. Hierfür, wie auch für einen teilweisen Ausgleich größerer Schwankungen des Zuflusses, genügt bei BSB₅-Konzentrationen im Zulauf ≤ 400 mg/l ein Rückführverhältnis $RV_t \leq 1$.

Die Tropfkörperoberfläche wird mit der Oberflächenbeschickung q_A in m³ / (m² • h) [m/h] berechnet. Wird z.B. die maßgebliche Stundenmenge Q_{tx} (einschließlich Rückpumpwasser RV) mit $(1 + RV) \times Q_d/x$ angesetzt, ergibt sich die Tropfkörperfläche mit:

$$A_{TK} = Q_{tx} \cdot (1+RV_t)/q_{A,TK} \text{ [m}^2\text{]}$$

Die Tropfkörperfüllhöhe errechnet sich dann zu:

$$h_{TK} = V_{TK}/A_{TK} \text{ [m]}$$

Tab.Ü5.2-2: Bemessungswerte für Spültropfkörper

Parameter	ohne Nitrifikation *	mit Nitrifikation **
• Brockenfüllung oder Kunststofffüllmaterial 100m ² /m ³		
BSB ₅ -Raumbelastung [kg BSB ₅ /m ³ ,d]	0,4	0,4
TKN-Raumbelastung [kg TKN/m ³ ,d]	-	0,1
Flächenbeschickung [m/h]	>0,4	>0,4
Rücklaufverhältnis [-]	< 1	< 1
• Mit Kunststofffüllmaterial >100m ² /m ³ ***		
BSB ₅ -Raumbelast. [kg BSB ₅ / m ³ ,d]	>0,4 möglich (Vorversuche)	>0,4 möglich (Vorversuche)
TKN-Raumbelast. [kg TKN/ m ³ ,d]	-	>0,1möglich (Vorversuche)
Flächenbeschickung [m/h]	>0,8	>0,8

* Bei kleinen Kläranlagen wird wegen ausgeprägter Zufluss- bzw. Belastungsspitzen empfohlen, zwischen den Anschlussgrößen 1.000 und 50 EW die BSB₅-Raumbelastung von 0,4 kg/(m³.d) auf 0,2 kg/(m³.d) linear abzumindern.

** Bei kleinen Kläranlagen wird wegen ausgeprägter Zufluss- bzw. Belastungsspitzen empfohlen, zwischen den Anschlussgrößen 1.000 und 50 EW die BSB₅-Raumbelastung von 0,4 kg/(m³.d) auf 0,2 kg/(m³.d) und die TKN-Raumbelastung von 0,1 kg/(m³.d) auf 0,05 kg/(m³.d) linear abzumindern.

***... Spezifische theoretische Oberflächen über 150 m²/m³ sowie BSB₅-Raumbelastungen von mehr als 0,6 kg/(m³.d) und TKN-Raumbelastungen von mehr als 0,15 kg/(m³.d) sind zur weiteren Leistungsverbesserung nicht nutzbar.

Spültropfkörper - Berechnungsbeispiel

a) Bestimmung des erforderlichen Tropfkörpervolumens V_{TK} in m³

b) Berechnung der mittleren durchschnittlichen Konzentration am Drehsprenger ohne

Rückführfluss $C_{BSB,ZB} = B_{d,BSB,ZB} \cdot 1.000/Q_d$ in mg/l.

c) Bestimmung des erforderlichen Rückführverhältnisses zur Erzielung der gewünschten mittleren Konzentration $C_{BSB,ZB,RF}$ am Drehsprenger ($C_{BSB,ZB,RF} \leq 150$ mg/l):

$$RV_t \geq (C_{BSB,ZB}/C_{BSB,ZB,RF}) - 1.$$

d) Bestimmung der maximalen Beschickung des Tropfkörpers aus dem maximalen Zufluss bei Trockenwetter zur Tropfkörperstufe Q_t in m³/h und dem Rückführverhältnis

$$Q_{TK} = Q_t \cdot (1 + RV_t) \text{ in m}^3/\text{h}.$$

e) Wahl einer Tropfkörperfüllhöhe h_{TK} in m.

f) Ermittlung der erforderlichen Oberfläche des Tropfkörpers $A_{TK} = V_{TK} / h_{TK}$ in m².

ÜBUNGEN ZU BIOFILMVERFAHREN / Ü5.2-4

g) Prüfung der Oberflächenbeschickung des Tropfkörpers bei maximalem Zufluss bei Trockenwetter einschließlich Rückführfluss $q_{A,TK} = Q_t \cdot (1+RV_t)/A_{TK}$ in m/h. Diese Flächenbeschickung sollte mindestens 0,4 bis 0,8 m/h betragen, wobei bei mit Kunststoff-Füllmaterial gefüllten Tropfkörpern der obere Wert einzuhalten ist. Werden die angegebenen Werte nicht eingehalten, so ist die Berechnung mit veränderter Höhe oder verändertem Rückführverhältnis zu wiederholen.

h) Bestimmung der Anzahl der Drehsprengerarme und der Drehzahl unter Beachtung der Spülkraft SK.

i) Es ist sicherzustellen, dass in der Nachtzeit ein kontinuierlicher Betrieb des Drehsprengers gewährleistet ist und die gesamte Oberfläche des Tropfkörpers gleichmäßig benetzt wird.

Angabe: EZ = 15.000 EW 40 g BSB₅ / EW · d 10 g TKN/EW.d

Vorklärung, $t_A = 1,5$ h $w_s = 200$ l / EW · d

Geplant: Spültropfkörper (Brockenfüllung) mit Nitrifikation

Bemessungswerte: $B_{R,BSB} = 0,4$ kg BSB₅ / m³ · d $B_{R,TKN} = 0,1$ kg TKN / m³ · d

$$x = 12$$

$$q_A = 0,6 \text{ m/h}$$

$$Q_f = 0,25 \cdot Q_s$$

Berechnungen:

$$Q_{s24} = EZ \cdot w_s / 24$$

$$Q_{s24} = \frac{200 \cdot 15.000}{24} = 125 \text{ m}^3/\text{h} \quad (3.000 \text{ m}^3/\text{d})$$

$$Q_{sx} = Q_{s24} \cdot \frac{24}{12} = 250 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{t24} = Q_{s24} + Q_{f24} \quad Q_{f24} = 0,25 \cdot Q_{s24}$$

$$Q_{tx} = Q_{sx} + Q_{f24}$$

$$Q_{tx} = 250 + 31,2 = 281,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$B_{d,BSB} = 40 \cdot 15.000 = 600 \text{ kg BSB}_5 / \text{d} \quad B_{d,TKN} = 10 \cdot 15.000 = 150 \text{ kg TKN} / \text{d}$$

$$\text{a) } V_{TK,C} = \frac{600}{0,4} = 1.250 \quad V_{TK,N} = \frac{150}{0,1} = 1.500$$

$$V_{TK} = 2.750 \text{ m}^3 \quad \text{gewählt: 2 Einheiten zu je } 1.400 \text{ m}^3$$

$$\text{b) } c_o = \frac{600 \cdot 1.000}{3.000} = 200 \text{ mg/l}$$

$$\text{c) } RV_t = (200/150) - 1 = 0,33$$

$$\text{d) } Q_{TK} = Q_{TK} (1 + RV_t) = 250 \cdot 1,33 = 333 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{e) } h_{TK} = 4 \text{ m} / 5 \text{ m} / 6 \text{ m}$$

$$\text{f) } A_{TK} = V_{TK}/h_{TK} = 2.750 / 4 = 690$$

$$2.750 / 5 = 550$$

$$2.750 / 6 = 460$$

$$\text{g) } q_{A,TK} = 333 / 690 = 0,48 \text{ m/h}$$

$$550 = 0,61 \text{ m/h}$$

$$460 = 0,72 \text{ m/h}$$

$$\text{h) } SK = q_{A,TK} \cdot 1000 / (a \cdot n)$$

$$a = 4 \quad \text{Zahl der Arme des Drehsprengers}$$

$$SK = 6 \text{ mm} / \text{Beregnung}$$

$$n = q_{A,TK} \cdot 1000 / SK \cdot a = 0,61 \cdot 1000 / 6 \cdot 4 = 610 / 24 = 24 \quad \text{U} / \text{Std.}$$

$$0,48 \cdot 1000 / 6 \cdot 4 = 480 / 24 = 20 \quad \text{U} / \text{Std.}$$

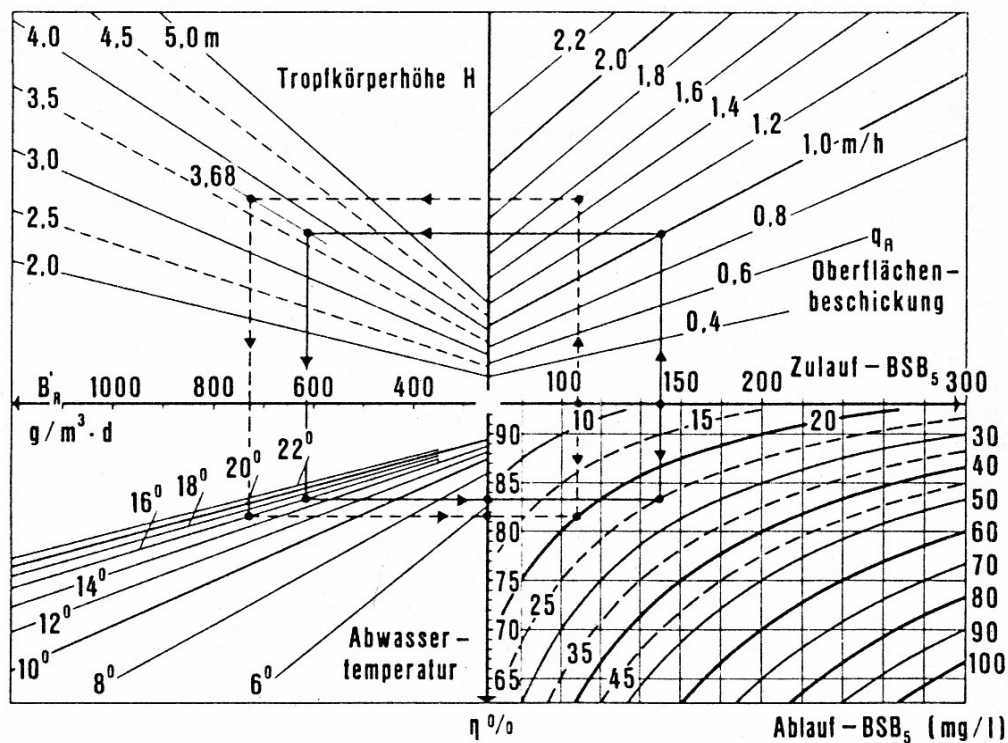


Abb. Ü5.2-2: Leistungstafel für brockengefüllte Tropfkörper mit Beispiel (ATV, 1985)

Bauliche und betriebliche Anforderungen

Für eine bemessungsgerechte Leistungsfähigkeit der Tropfkörper sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- vorgeklärtes Abwasser, um Verstopfungen durch gröbere Primärschlamm-Partikel zu vermeiden,
- einwandfrei beschaffenes und eingebautes Füllmaterial (Koksschlacke, Klinkerbrocken, wetterfester Gesteinsschotter oder Kunststoffelemente), bei Brockenfüllungen s.h. DIN 19557, Korngrößen 16/40 und 40/80. 40/80 entspricht einer spez. Oberfläche von $90\text{m}^2/\text{m}^3$ (2/3 davon biologisch aktiv) und einem Hohlraumanteil von etwa 50%.
- Es ist zu empfehlen, in einen Tropfkörper mit Kunststoff-Füllmaterial keine unterschiedlich strukturierten Materialien einzubauen. Um den Schlammaustrag sicherzustellen, ist eine ausreichende Durchgängigkeit in vertikaler Richtung zu gewährleisten.
- gleichmäßige Verregnung des Abwassers über der Tropfkörperoberfläche, bei Kunststoff-Füllelementen mit geringem Querausgleich besonders wichtig.

ÜBUNGEN ZU BIOFILMVERFAHREN / Ü5.2-7

- ausreichende Spülkraft des Abwassers zum Abtransport überschüssigen Schlammes, d.h. für die jeweilige Belastung gilt eine untere Grenze der hydraulischen Flächenbeschickung, diese ist ggf. durch Rückpumpen sicherzustellen,
- Auf die Spülkraft SK wirkt sich neben der Flächenbeschickung q_A auch die Ausführung des Drehsprengers aus. Hierfür gilt die Beziehung

$$SK = \frac{q_A}{a \cdot n} \cdot 1000 \text{ in mm/Arm}$$

mit a = Zahl der Drehsprengerarme (2-8)
 n = Umdrehungen je Stunde

- Werte für SK von 4-8 mm je Beregnung haben sich bewährt, um einen ausreichenden Schlammaustrag aus dem Tropfkörper zu gewährleisten. Je höher der Tropfkörper, um so stärker muss die erforderliche Spülkraft sein, um Verstopfungen durch zu starken Bewuchs im oberen Bereich des Tropfkörpers vermeiden zu können. Gleichmaßen sind für Kunststoff-Füllmaterialien mit zunehmender spezifischer theoretischer Oberfläche zunehmende Werte für SK vorzusehen.
- den unterschiedlichen Zuflüssen entsprechende Abstufung der Beschickungs- und Rücklaufpumpen unter Berücksichtigung der Mindest-Flächenbeschickung
- genügender Kontakt des Abwassers mit dem biologischen Rasen, d.h. obere Grenze der Flächenbeschickung,
- zur Durchlüftung gesicherter Luftdurchtritt von außen zum Tropfkörper-Hohlboden und in das Füllmaterial, ($> 1\%$ der A_{TK}). Um im Winter eine zu starke Auskühlung zu vermeiden, sollten die Luftöffnungen verkleinerbar ausgeführt sein.
- Vermeiden einer zu starken winterlichen Auskühlung; die dafür an Standorten mit strengem Winterklima empfehlenswerte geschlossene Ausführung mit Zwangsbelüftung kann u.U. in Verbindung mit einer Abluftbehandlung zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen beitragen.

Für die Beschickung der Tropfkörper gibt es mehrere Lösungen. Beim schwach belasteten wendet man auch Beschickungsbehälter an, wenn eine genügende Höhendifferenz vorhanden ist. Meist werden jedoch Pumpen eingesetzt, die bei einem Tropfkörper direkt oder bei mehreren über einen Verteilerturm oder einen Druckkessel fördern.

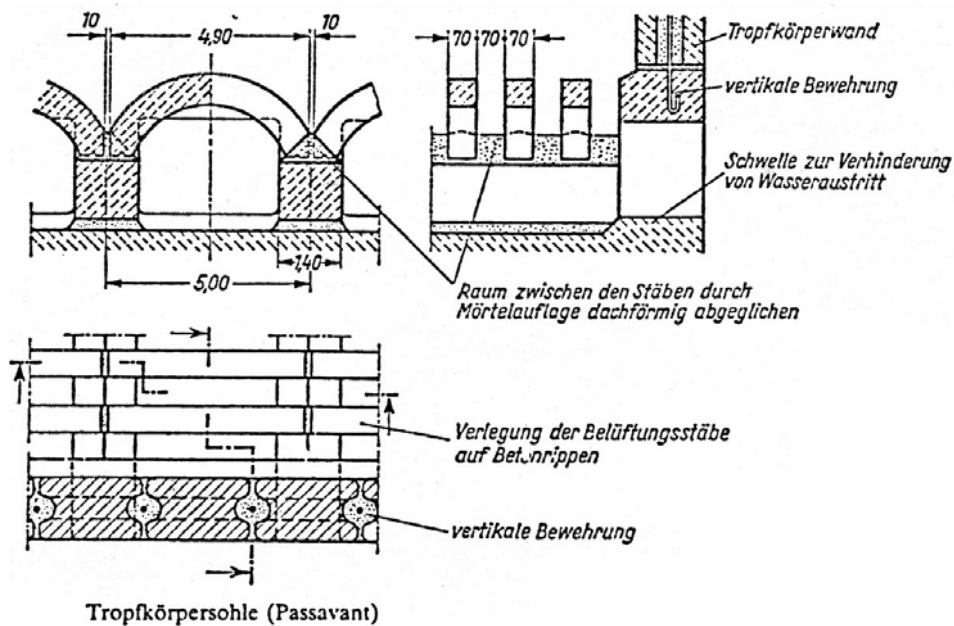


Abb. Ü5.2-3: Mögliche Tropfkörpersohlengestaltung

Abwasserreinigung mit Nitrifikation und Denitrifikation

Die folgenden Ausführungen gelten sowohl für brockengefüllte Tropfkörper als auch für Tropfkörper mit Kunststoff-Füllmaterial.

Zur verfahrenstechnischen Integration der Denitrifikation bei Tropfkörperanlagen bestehen grundsätzlich drei Möglichkeiten:

- simultane Denitrifikation im Tropfkörper bei Rückführung nitrathaltigen Abwassers
- vorgeschaltete Denitrifikation in einem anoxisch betriebenen
 - a) Festbettreaktor (z.B. Tropfkörper)
 - b) Belebungsbecken mit Zwischenklärbecken
- nachgeschaltete Denitrifikation unter Zugabe von externen Kohlenstoffquellen in einem
 - a) Festbettreaktor
 - b) Belebungsbecken

Zu diesen Verfahrenstechniken wird auch auf den ATV-Arbeitsbericht „Umgestaltung zweistufiger biologischer Kläranlagen zur Stickstoffelimination“ (ATV, 1994a) sowie den ATV-Arbeitsbericht „Denitrifikation bei Tropfkörperanlagen“ (ATV, 1994b) verwiesen. Im

Nachfolgenden wird nur die vorgeschaltete Denitrifikation in einem anoxisch betriebenen Tropfkörper selbst behandelt.

Um bestehende Tropfkörper zur gezielten Denitrifikation zu nutzen, sind in der Regel nur geringfügige Umbaumaßnahmen und eine entsprechende Betriebsführung notwendig.

Durch die Unterbindung der Luftzufuhr (Abdeckung der Tropfkörper und Unterbindung der Luftzufuhr durch die Ablauf- und unteren Luftöffnungen, meist schon durch Einstau der Ablaufrinnen um den Tropfkörper erreichbar) ist es möglich, anoxische Milieubedingungen im Tropfkörperinneren einzustellen, wenn rezirkulierter, nitrathaltiger Ablauf einer nachgeschalteten nitrifizierenden Behandlungseinheit zusammen mit dem mechanisch behandelten Abwasser auf die Tropfkörper aufgebracht wird.

Ein Einstau des Tropfkörper-Füllmaterials birgt die Gefahr von Verstopfungen und würde in den meisten Fällen zu statischen Problemen führen; er sollte deshalb unterbleiben. Der teilgereinigte Ablauf aus vorgeschalteten, denitrifizierenden Tropfkörpern wird über eine Zwischenklärung oder direkt einer nachfolgenden belüfteten nitrifizierenden Behandlungseinheit zugeführt. Dies sind in der Regel Tropfkörper oder Belebungsanlagen.

Ü 5.2.2 Rotationstauchkörper**Bemessung nach ATV-DVWK-A 281 (2001)**

Für die Bemessung sind zunächst folgende Größen zu bestimmen oder festzulegen:

- Anzahl der Stufen (Walzen, Kaskaden; meist 2 bis 4) und
- spezifische theoretische Oberfläche des eingesetzten Walzenmaterials bzw. Mindestabstand der Scheiben.

Bei hohen Belastungen können bei diesem Verfahren Geruchsbelästigungen auftreten, so dass es ratsam ist, die BSB₅-Flächenbelastung der ersten Stufe bei häuslichem Abwasser auf einen Wert von 40 g/(m².d) zu begrenzen. Ab BSB₅-Flächenbelastungen ≥ 20 g/(m².d) in einer Stufe wird bei Scheibentauchkörpern ein Mindestabstand der Scheiben von ≥ 18 mm empfohlen. Walzentauchkörper sind bei dieser Belastung für eine spezifische theoretische Oberfläche von ≤ 100 m²/m³ auszulegen, es sei denn, es kann nachgewiesen werden, dass eine höhere Oberfläche dauerhaft zur Verfügung steht.

Bei BSB₅-Flächenbelastungen < 20 g/(m².d) in einer Stufe wird ein Abstand der Scheiben von 15 mm bzw. eine spezifische theoretische Oberfläche von ≤ 150 m²/m³ empfohlen. In einer Nitrifikationseinheit kann der Abstand der Scheiben auf minimal 10 mm verringert bzw. die spezifische theoretische Oberfläche der Walzen auf maximal 200 m²/m³ erhöht werden.

Danach ist die in Abhängigkeit vom angestrebten Reinigungsziel festzulegende BSB₅-Flächenbelastung B_A maßgebend für die Ermittlung der notwendigen theoretischen Oberfläche. Die erforderliche theoretische Oberfläche A_{RT} wird wie folgt ermittelt:

$$A_{RT,C} = B_{d,BSB,ZB} \cdot 1000 / B_{A,BSB} \quad [m^2]$$

zuzüglich bei Nitrifikation:

$$A_{RT,N} = B_{d,TKN,ZB} \cdot 1000 / B_{A,TKN} \quad [m^2]$$

Die insgesamt erforderliche theoretische Oberfläche errechnet sich aus der dem Reaktor zufließenden BSB₅-Tagesfracht und der dem Reaktor zufließenden TKN-Tagesfracht sowie den zulässigen Flächenbelastungen B_{A,BSB} und B_{A,TKN}:

$$A_{RT} = A_{RT,C} + A_{RT,N} \quad [m^2]$$

Tab. Ü5.2-3: Bemessungswerte für Scheiben- und Rotationstropfkörper

Parameter	ohne Nitrifikation	mit Nitrifikation
Scheiben TK		
$B_{A,BSB5}$ g/m ² .d	2-stufig < 8 3 und 4-stufig < 10 *	3-stufig < 8 4-stufig < 10 ***
$B_{A,TKN}$ g/m ² .d	- -	3-stufig < 1,6 4-stufig < 2 ***
Rotations TK *****		
$B_{A,BSB5}$ g/m ² .d	2-stufig < 5,6 3 und 4-stufig < 7 **	3-stufig < 5,6 4-stufig < 7 *****
$B_{A,TKN}$ g/m ² .d	- -	3-stufig < 1,1 4-stufig < 1,4 *****

*.....Bei kleinen Kläranlagen wird wegen ausgeprägter Zufluss- bzw. Belastungsspitzen empfohlen, zwischen den Anschlussgrößen 1.000 und 50 EW die BSB₅-Flächenbelastung von 8 bzw. 10 g/(m².d) auf 4 g/(m².d) linear abzumindern.

**.....Bei kleinen Kläranlagen wird wegen ausgeprägter Zufluss- bzw. Belastungsspitzen empfohlen, zwischen den Anschlussgrößen 1.000 und 50 EW die BSB₅-Flächenbelastung von 5,6 bzw. 7 g/(m².d) auf 3 g/(m².d) linear abzumindern.

***.....Bei kleinen Kläranlagen wird wegen ausgeprägter Zufluss- bzw. Belastungsspitzen empfohlen, zwischen den Anschlussgrößen 1.000 und 50 EW die BSB₅-Flächenbelastung von 8 bzw. 10 g/(m².d) auf 4 g/(m².d) und die TKN-Flächenbelastung von 1,6 bzw. 2 g/(m².d) auf 1,2 g/(m².d) linear abzumindern.

****...Bei kleinen Kläranlagen wird wegen ausgeprägter Zufluss- bzw. Belastungsspitzen empfohlen, zwischen den Anschlussgrößen 1.000 und 50 EW die BSB₅-Flächenbelastung von 5,6 bzw. 7 g/(m².d) auf 3 g/(m².d) und die TKN-Flächenbelastung von 1,1 bzw. 1,4 g/(m².d) auf 0,85 g/(m².d) linear abzumindern.

*****..Wird für einzelne Bewuchsmaterialien nachgewiesen, dass die spezifische biologisch aktive Oberfläche dauerhaft mehr als 70 % der spezifischen theoretischen Oberfläche beträgt, können die Bemessungswerte entsprechend bis maximal auf die für Scheibentauchkörper geltenden Werte angehoben werden.

Rotationstauchkörper - Berechnungsbeispiel

Angabe: EZ = 3.000 EW Vorklärung, $t_A = 1,5$ h
40 g BSB₅ / EW · d 10 g TKN /EW.d
 $w_s = 200$ l / EW · d

Geplant: Scheibentauchkörper (3-stufig) mit Nitrifikation

Bemessungswerte: $B_{A,BSB} = 8$ g BSB₅ / m² · d (3 stufig)
 $B_{A,TKN} = 1,6$ g TKN / m² · d (3 stufig)
1. Walze < 40 g BSB₅ / m² · d

Berechnungen:

$$B_{d,BSB} = 120 \text{ kg BSB}_5 / \text{d}$$

$$B_{d,TKN} = 30 \text{ kg TKN} / \text{d}$$

$$A_{RT,C} = \frac{120 \cdot 1000}{8} = 15.000 \text{ m}^2$$

$$A_{RT,N} = \frac{30 \cdot 1000}{1,6} = 18.750 \text{ m}^2$$

$$A_{RT} = A_{RT,C} + A_{RT,N} = 33.750 \text{ m}^2$$

Bei 3 Stufen: 11.250 m² je Stufe

1. Stufe:

$$B_{Al,BSB} = \frac{120 \cdot 1000}{11.250} = 11 \text{ g} / \text{m}^2 \cdot \text{d} < 40$$

Scheiben mit 3 m Durchmesser: $A_{spez} = 13 \text{ m}^2$

$$\text{Anzahl der Scheiben: } \frac{33.750}{13} = 2.600 \text{ Scheiben}$$

Mit Scheibendicke 10 mm und Scheibenabstand 15 mm ergibt sich die Walzenlänge zu

$$2.600 \cdot 0,025 = 65 \text{ m.}$$

Die Scheiben haben einen \varnothing von 1,0 bis 3,0 m oder mehr. Sie bestehen aus leichtem Kunststoff; Scheibenabstand ≥ 15 mm. Die Walzen können hinter- und nebeneinander angeordnet werden (mehrstufiger Betrieb). Drehzahl 0,8 bis 4 Umdrehungen/min, Antrieb durch Getriebemotoren, Kraftbedarf bei 3-m-Scheiben ≈ 75 W/m Welle, bei 2-m-Scheiben ≈ 50 W/m Welle

Wanne ($> 41 / \text{m}^2$ theoretische Oberfläche) und Tauchkörper sind so auszubilden und/oder die Umdrehungszahl ist so zu wählen, dass eine ausreichende Turbulenz gewährleistet ist, um Schlammablagerungen im Tauchkörper und in der Wanne zu verhindern.

Tauchkörper sollten abgedeckt werden, da bei offenen Tauchkörpern im Winter Probleme mit Eisbildung auftreten können. In den Luftraum der Abdeckung entweichen auch die entstehenden gasförmigen Stoffwechselprodukte. Um eine schädliche Anreicherung der gasförmigen Produkte der Abwasserreinigung zu vermeiden und immer ausreichend

Luftsauerstoff bereitzustellen, ist im Raum oberhalb der Rotationstauchkörper ein ungehinderter Luftaustausch sicherzustellen.

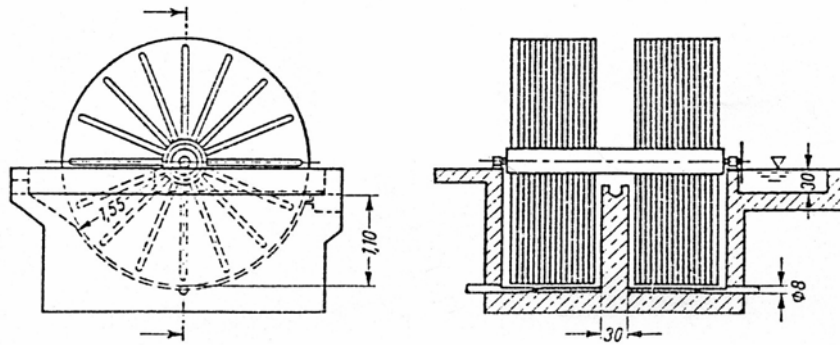


Abb.5.2-4: Schema eines zweistufigen Tauchtropfkörpers, zweistufig, Scheibendurchmesser 3,00 m

Nachklärbecken

Im Vergleich zu Belebungsanlagen werden der Nachklärung aus Tropfkörpern und Scheibentauchkörpern wesentlich geringere Schlammengen mit einer normalerweise hinsichtlich der Absetzeigenschaften problemloseren Beschaffenheit zugeleitet. Soweit nicht als Sonderfall Scheibentauchkörperanlagen mit Schlammrückführung gefahren werden sollen, beschränkt sich die Aufgabe der Nachklärung darauf, die aus der biologischen Stufe anfallenden absetzbaren Stoffe auf die für die Einleitung in den Vorfluter zulässige Menge zu verringern.

Somit kann die Bemessung nach rein hydraulischen Kennwerten, der Durchflußzeit t_{NB} und der Flächenbeschickung $q_{A,NB}$, erfolgen.

$$t_{NB} = \frac{\text{Nutzinhalt}}{\text{stündl. Trockenwetterzufluß}} = V_{NB} / Q_{NB} \quad \text{in } \frac{m^3 \cdot h}{m^3} = h$$

$$Q_{NB} = Q_t \cdot (1 + RV_i) \text{ bzw. } Q_{NB} = Q_m \cdot (1 + RV_i) \quad \text{in } m^3/h$$

Jeweils der größere Wert ist einzusetzen.

$$\text{erf } V_{NB} = Q_{NB} \cdot t_{NB} \text{ zul.} \quad \text{in } \frac{m^3 \cdot h}{h} = m^3$$

$$q_{A,NB} = Q_{NB} / A_{NB} \quad \text{in } \frac{m^3}{m^2 \cdot h} = \frac{m}{h}$$

$$\text{erf } A_{NB} = Q_{NB} / \text{zul } q_{A,NB} \quad \text{in } \frac{m^3 \cdot h}{m \cdot h} = m^2$$

Als Bemessungswerte für Q_t werden vorgeschlagen:

Durchflusszeit $t_{NB} > 2,5$ h

(Bei Regenwetterzufluss sollten $t_{NB} \geq 1,5$ h und eine Horizontalgeschwindigkeit von ≤ 30 m/h eingehalten werden).

Die Mindestwassertiefe beträgt 2m (in Rundbecken bei 2/3 Radius).

Flächenbeschickung zul $q_{A,NB} < 0,8 \frac{m}{h}$ (TSe < 20 mg/l)

Bei Randbedingungen, die zu erhöhten Belastungen des Tropfkörpers bzw. Rotationstauchkörpers und ungünstigen Verhältnissen für den Absetzvorgang in der Nachklärung führen (z.B. Vorklärung mit $t < 0,75$ h bei Q_m , hoher Mischwasserzufluss über $2,2 \cdot Q_t$, geringes Rückführverhältnis bei Q_t), sollte die zulässige Flächenbeschickung der Nachklärung um bis zu 20 % abgemindert werden.

Bei P-Fällung kann Flächenbeschickung auf 1,0 m/h erhöht werden, wenn die Tiefe $> 2,5$ m.

Überfallsschwellenbeschickung $q_{\ddot{u}} \leq 15 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$

Überschussschlamm

Die biologische Überschussschlammproduktion kann, bezogen auf die hier empfohlenen Belastungswerte, im Falle fehlender Messergebnisse mit 0,75 kg TS pro kg eliminiertem BSB₅ inkl. der Regenwasserbehandlung angenommen werden.

Ü 5.2.3 Getauchte Festbetten

Bemessung (ATV, 1997)

Bei der allgemeinen Anwendung der getauchten Festbetttechnik ist grundsätzlich zu beachten, daß ebenso wie beim Tropfkörper eine gut funktionierende Grobstoffentfernung und eine ausreichend groß dimensionierte Vorklärung zwingend erforderlich sind.

Es wird empfohlen, zur Auslegung von Anlagen vorab Versuche durchzuführen. Werden seitens der Herstellerfirmen Referenzanlagen genannt, ist zu empfehlen, die diesbezüglichen Angaben über die erzielten Betriebsergebnisse, insbesondere hinsichtlich der Übertragbarkeit zu überprüfen.

Die vorliegenden Meßergebnisse lassen erkennen, daß für eine Auslegung vorläufig die Größen angesetzt werden können, die für Tauchkörper gelten. Dazu sind für die Lastfälle „Abwasserreinigung ohne Nitrifikation“ also ausschließlicher Abbau der Kohlenstoffverbindungen, sowie „Abwasserreinigung mit Nitrifikation“ im ATV-Arbeitsblatt A 281 Werte für eine zulässige Flächenbelastung B_A angegeben. Für zwischen Abwasserteiche geschaltete Tauchkörper sind, ebenfalls für die beiden Lastfälle „Abbau kohlenstoffhaltiger Verbindungen“ und „Nitrifikation“, im ATV-Arbeitsblatt A 257 Belastungswerte aufgeführt.

Ü 5.2.4 Biofilter

Bemessung (ATV, 1997)

Wegen der komplexen Prozeßbedingungen ist eine mathematische Modellierung zur technischen Auslegung von Biofiltern zur Zeit nicht möglich. Man ist deshalb auf empirische Kenngrößen der Systeme angewiesen. Im Einzelnen ist die Festlegung der Werte vom Reinigungskonzept und dem gewählten Biofiltrationsverfahren abhängig.

Bei der Dimensionierung von Biofiltern spielt neben der Filtergeschwindigkeit die biologische Umsatzgeschwindigkeit eine wesentliche Rolle.