Qualifikation des Betriebspersonals auf Kläranlagen

Qualification of wastewater treatment plant staff

Grundbegriffe/-kenndaten

Basic terms/characteristic data

kan
kanal- und kläranlagen-nachbarschaften

VSA

DWA

DWA-Poster

Vier farbige Poster im Format von je 70 x100 cm. Sie ergeben ein komplettes Bild im Format 140 x 200 cm, können aber auch einzeln eingesetzt werden.

- **Gewässerschutz und Kanalisation (1)**
- **Gewässerschutz und Kläranlage (2)**
- **Wasserwirtschaft (3)**
- **Abfall und Boden 4)**

Ladenpreis pro Stück:
12,75 €

DWA • Kundenzentrum • Tel.: 02242 872-333 • Fax: 02242 872-100
E-Mail: info@dwa.de • Internet: www.dwa.de

Impressum

Herausgeber:
DWA Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: kundenzentrum@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Autoren:
1. Auflage: August 2004
Dipl.-Ing. Gerolf Lenz, Wuppertal: I 10.01.2007
2. neu bearbeitete Auflage: Juli 2009
Dr.-Ing. Karl-Georg Schmelz, Essen
Achim Höcherl, Bonn
3. neu überarbeitete Auflage: Januar 2015
Prof.Dr.-Ing. Karl-Georg Schmelz, Essen
Achim Höcherl, Bonn

Druck: Siebengebirgsdruck Bad Honnef

Redaktion/Satz: DWA, Hennef

Ausgabe: 2015

© DWA, Hennef

Qualifikation des Betriebspersonals auf Kläranlagen

Qualification of wastewater treatment plant staff

Grundbegriffe/-kenndaten

Basic terms/characteristic data

kan
kanal- und kläranlagen-nachbarschaften

VSA

DWA

Für interessierte und praxisorientierte Fachleute der Abwassertechnik, im Besonderen für die Personen auf Kläranlagen, wie Abwassermeister und Facharbeiter/Fachkräfte, aber auch angelernte Kräfte ist ein Grundwissen von Kläranlagengrundbegriffen/-kenndaten erforderlich.
Es wurden daher gebräuchliche Begriffe und Daten von Klärwerken zusammengefasst. Selbstverständlich kann hiermit kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden. Die angegebenen Bemessungs- und Auslegedaten sind Richt- bzw. Mittelwerte und sind im Einzelfall auf jede Kläranlage hin zu prüfen.

A fundamental knowledge of basic terms/characteristic data of wastewater treatment plants is necessary for specialists who are interested and practically involved in wastewater engineering, in particular for staff in wastewater treatment plants such as wastewater foremen and specialists/skilled workers and also for semi-skilled labour. Therefore common terms and data from wastewater treatment plants have been summarised. Naturally, with this, no claim to completeness can be made. The dimen-sioning and design data given are guidance or mean values and, in individual cases, are to be checked with regard to each wastewater treatment plant.

1.

Abwasser

1.1 Begriff Abwasser

Abwasser ist das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte und das bei Trokkenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) sowie das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen abfließende und gesammelte Wasser (Niederschlagswasser). Als Schmutzwasser gelten auch die aus Anlagen zum Behandeln, Lagern und Ablagern von Abfällen austretenden und gesammelten Flüssigkeiten. [siehe hier § 2 (1) Abwasserabgabengesetz].

1.2 Abwasserarten

1. Häusliches Schmutzwasser (Q_H)
   wie: Waschwasser
   Badewasser
   Spülwasser
   Fäkalwasser
2. Betriebliches (gewerbliches und industrielles) Schmutzwasser (Q_G)
   wie: Fabrikationswasser
   Reinigungswasser
   Kühlwasser

} Schmutzwasser (Q_S)

3. Fremdwasser (Q_F)
4. Regenwasser (Q_R)
5. Schmelzwasser

} Niederschlagswasser

Schmutzwasseranfall normal:
125 - 200 l/(E · d)
häufig > 300 l/(E · d) durch erhöhten Fremdwasseranfall (Q_F)

1.3 Abwasserzufluss (zur Kläranlage) – Mischsystem

- bei Trockenwetter: $Q_T = Q_H + Q_G + Q_F = Q_S + Q_F$
- bei Regen: Ermittlung des zulässigen Mischwasseabflusses zur Kläranlage, siehe Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198

Wastewater

1.1 Wastewater, the term

Wastewater is discharged water which is changed in its characteristics through domestic, industrial, agricultural or other use and which thus flows off together in dry weather (domestic and industrial wastewater) as well as water which is discharged and collected from precipitation on to built-up or hard surfaces (precipitation water). Also considered as wastewater are liquids emerging and collected from facilities for the treatment, storage and depositing of wastes [see here § 2 (1) German Wastewater Charges Law (Abwasserabgabengesetz)].

1.2 Wastewater types

1. Domestic wastewater (Q_D)
   such as: wash water
   swimming pool water
   flushing water
   faecal water
2. Commercial and/or industrial wastewater (Q_{Ind})
   such as: production water
   treatment water
   cooling water
3. Infiltration water (Q_{IW})

} Wastewater (Q_{WW})

4. Stormwater (rainfall) (Q_R)
5. Melt water

} Precipitation water

Daily amount of wastewater, normal:
125 - 200 l/(I · d)
frequently > 300 l/(I · d) due to increased amounts of infiltration water (Q_{IW})

1.3 Wastewater inflow (to the wastewater treatment plant) – combined system

- with dry weather: $Q_{DW} = Q_D + Q_{Ind} + Q_{IW} = Q_{WW} + Q_{IW}$
- with rainfall (stormwater): determination of the permitted combined wastewater discharge to the wastewater treatment plant, see ATV-DVWK-A 198

1.4 Abwasserverschmutzung (Rohabwasser)

Einwohnerbezogene Frachten im Rohabwasser

BSB_5:	60 g/(E · d)
CSB:	120 g/(E · d)
abfiltrierbare Stoffe:	70 g/(E · d)
P_{ges}:	1,8 g/(E · d)
N_{ges}:	11 g/(E · d)

N_{ges} im Rohabwasser überwiegend als TKN

TKN (Total Kjeldahl Nitrogen):	$N_{org} + (NH_4^+ - N)$
ungelöste Stoffe:	30 %
gelöste Stoffe:	70 %

Konzentrationen im häuslichen Rohabwasser

BSB_5:	200 - 400 mg/l
CSB:	400 - 800 mg/l
P_{ges}:	5 - 12 mg/l
N_{ges}:	30 - 75 mg/l

Das in die Kanalisation eingeleitete Abwasser sollte folgende Merkmale **nicht** aufweisen:

1. freie Säuren (pH - Werte ‹ 6,5) und starke Laugen (pH-Werte › 8,5)
2. Salze in hoher Konzentration
3. Starke Gifte (toxische Stoffe, z. B. Cu-Ionen)
4. Öle und Fette (Mineralöle)
5. Gefährliche und explosionsfähige Gase (z. B. Methan, Benzindämpfe)
6. Geruchsbelästigende Stoffe (z. B. Sulfide aus der Lederfabrikation)
7. Viele Schwimmstoffe oder schwere Sinkstoffe
8. Radioaktive Stoffe (z. B. aus Krankenhäusern)
9. Hohe Temperaturen (über 35 °C)
10. Starke Färbung (z. B. aus der textilverarbeitenden Industrie)

(Hinweis: Die Herleitung von Werten für die Bemessung von Entwässerungssystemen und kommunalen Kläranlagen sowie die Kurzzeichen für die Bemessungswerte sind dem Arbeistblatt ATV-DVWK-A 198 (April 2003) „Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen" zu entnehmen. Das im ATV-DVWK-A 198 eingeführte Kurzzeichensystem gilt übergreifend für alle Arbeits- und Merkblätter des DWA-Regelwerkes.)

1.5 Einwohnerwerte

Für den momentanen Anschluss bzw. Grundlage für die Bemessung von Kläranlagen gemäß RL 91/271/EWG, kommunales Abwasser, Artikel 2

EW =	EZ + EGW	in E
EW:	Einwohnerwert	in E
EZ:	Einwohnerzahl	in E
EGW:	Einwohnergleichwert	in E

Umrechnungswert aus dem Vergleich von gewerblichen oder industriellen Schmutzwasser mit häuslichem Schmutzwasser ermittelt aus dem täglichen Anfall von Schmutzwasser [125-200 l/(E· d)] oder über einwohnerbezogene Frachten [60 g BSB_5/(E · d) bzw. 120 g CSB/(E · d)]

1.4 Wastewater pollution (raw sewage)

Inhabitant-related loads in raw wastewater

BOD_5 :	60 g/(I · d)
COD:	120 g/(I · d)
filterable solids:	70 g/(I · d)
P_{tot}:	1.8 g/(I · d)
N_{tot}:	11 g/(I · d)

N_{tot} in raw wastewater mainly as TKN

TKN (Total Kjeldahl Nitrogen	$N_{org} + (NH_4^+ - N)$
undissolved matter:	30 %
dissolved matter:	70 %

Concentrations in domestic raw wastewater

BOD_5:	200 - 400 mg/l
COD:	400 - 800 mg/l
P_{tot}:	5 - 12 mg/l
N_{tot}:	30 - 75 mg/l

The wastewater discharged into the sewer system should **not** possess the following characteristics:

1. Free acids (pH values ‹ 6.5) and strong lyes (pH values › 8.5)
2. Salts in high concentrations
3. Strong poisons (toxic substances, e.g. Cu ions)
4. Oils and greases (mineral oils)
5. Hazardous and explosive gases (e.g. methane, petrol fumes)
6. Odorous substances (e.g. sulphides from leather processing)
7. Large quantities of suspended or heavy settleable solids
8. Radioactive substances (e.g. from hospitals)
9. High Temperatures (over 35 °C)
10. Heavy discoloration (e.g. from the textile processing industry)

(Note: the derivation of values for the dimensioning of drainage systems and municipal wastewater treatment plants as well as the symbols for the dimensioning values are to be taken from ATV-DVWK-Standard A 198E (April 2003) "Standardisation and Derivation of Dimensioning Values for Wastewater Facilities". The system of symbols introduced by ATV-DVWK Standard A 198E applies for all standards and advisory leaflets of the DWA Set of Rules and Standards.)

1.5 Total number of inhabitants and population equivalents

For the current connection and basis for the dimensioning of wastewater treatment plants in accordance with RL 91/271/EEC, Municipal Wastewater, Article 2

PT =	P + PE	in I
PT:	Total number of inhabitants and population equivalents	in I
P:	Population	in I
PE:	Population equivalents	in I

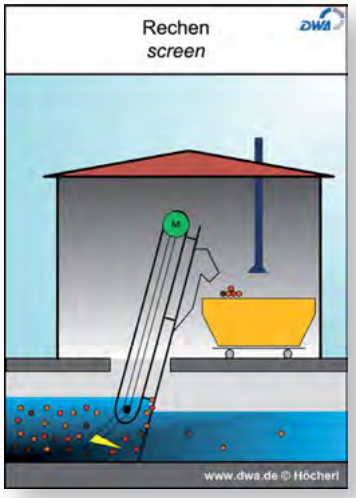
Conversion value from the comparison of commercial or industrial wastewater with domestic wastewater determined from the daily amount of wastewater [200 l/(I · d)] or wastewater content substances [60 g BOD_5 /(I · d) or 120 g COD/(I · d)]

2. Abwasserbehandlung

2.1 Mechanik

2.1.1 Rechen und Siebe

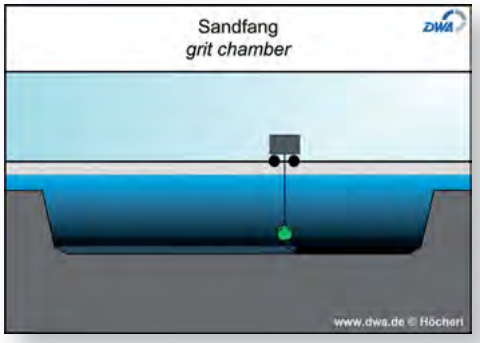
	Grob-rechen	Fein-rechen	Feinst-rechen	Siebe
Stababstand in mm	› 30	10-20	3-7	1-6
Rechen- bzw. Siebgutanfall in l/(E·a)				
nicht entwässert	2-5	5-15	15-30	15-40
entwässert	1-2	2-5	5-10	5-13



Fließgeschwindigkeit im freien Querschnitt:
v ≥ 0,6 – 1,5 m/s
(Fließgeschwindigkeit vor dem Rechen › 0,5 m/s)
Staudifferenz: 5 – 10 cm

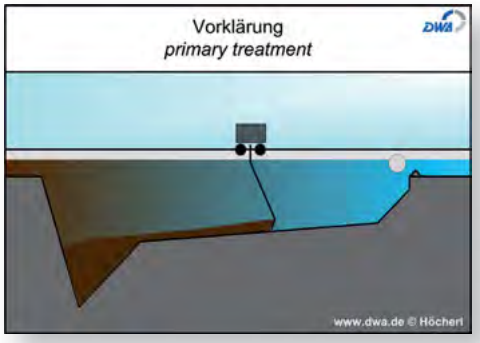
2.1.2 Sandfang

Fließgeschwindigkeit:	v_{soll} ≥ 0,3 m/s - 0,6 m/s (Langsandfang)
Entnommene Korngrößen	≥ 0,2 mm Ø
Sandfanggutmenge:	2 - 15 l/(E· a)
oder	2 - 15 m³/(1.000 E· a)
Belüfteter Sandfang:	
Verhältnis Breite zu Tiefe:	= 0,8 (bei RW) und 1,0 (bei TW)
Querschnittsfläche:	1 - 10 m²
Lufteintrag:	0,5 - 1,5 m³ Luft/ (m³ Beckeninhalt · h)



2.1.3 Vorklärung

[h]	Durchflusszeit	Flächen-beschickung [m³/(m² · h)]
bei Tropfkörper	1,7 - 2,5	1,5 - 0,8
bei Belebungs-anlagen	0,5 - 1,5	4 - 2,5 bei Überschuss-schlamm Einleitung bis max. 3



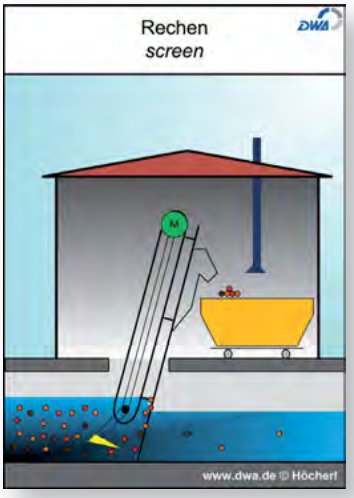
Beckenlänge:	30 - 60 m
Beckenbreite:	4 - 12 m
Beckentiefe:	› 2 m
Verhältnis Beckentiefe zu Beckenlänge:	1 : 15 - 1 : 20
Kantenbelastung:	≤ 35 m³/(m Kantenlänge · h)
Vorfällung:	40 - 70 % der organischen Stoffe entfernt
Schwimmschlamm:	abhängig von Feinheit Rechen bzw. Sieb

Wastewater Treatment

2.1 Mechanical

2.1.1 Screens and sieves

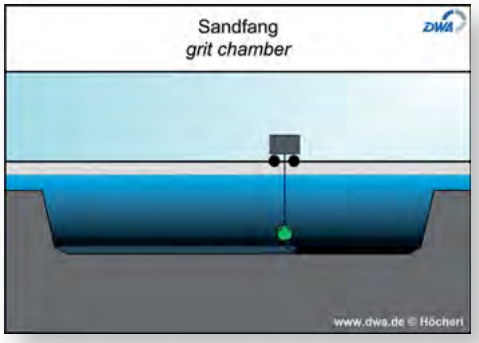
	Coarse-screens	Fine-screens	Finest-screens	Sieves
Rod separation in mm	› 30	10-20	3-7	1-6
Quantity of screenings in l/(I · a)				
not dewatered	2-5	5-15	15-30	15-40
dewatered	1-2	2-5	5-10	5-13



Flow velocity in free cross-section:
v ≥ 0.6 – 1.5 m/s
(flow velocity before the screen › 0.5 m/s)
Pressure difference: 5 – 10 cm

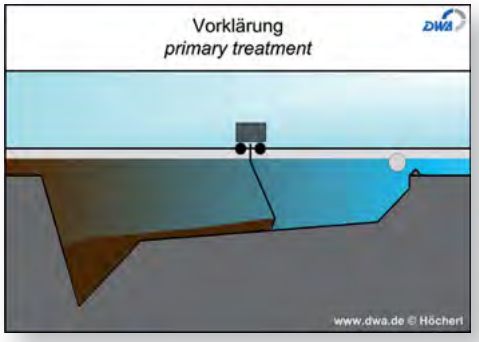
2.1.2 Grit chamber

Flow velocity:	v_{des} ≥ 0.3 m/s - 0.6 m/s (long grit chamber)
Grain sizes used	≥ 0.2 mm Ø
Amount of grit chamber material:	2 - 15 l/(I · a)
or	2 - 15 m³/(1,000 I · a)
Aerated grit chamber:	
Ratio width to depth:	= 0.8 (with wet weather) and 1.0 (with dry weather)
Cross-sectional area:	1 – 10 m²
Air transfer:	0.5 – 1.5 m³ air/ (m³ tank contents · h)



2.1.3 Primary treatment

Period [h]	Retention	Surface-charging [m³/(m² · h)]
with trickling filters	1,7 - 2,5	1,5 - 0,8
with activated sludge plants	0,5 - 1,5	4 - 2,5 with surplus sludge discharge up to a max. of 3



Tank length:	30 - 60 m
Tank width:	4 - 12 m
Tank depth:	› 2 m
Ratio tank depth to tank length:	1 : 15 - 1 : 20
Edge loading:	≤ 35 m³/(m edge length · h)
Pre-precipitation:	40 - 70 % of organic matter removed
Sludge bulking:	dependent on fineness of screen or sieve

2.2 Biologie

2.2.1 Natürliche Abwasserbehandlung

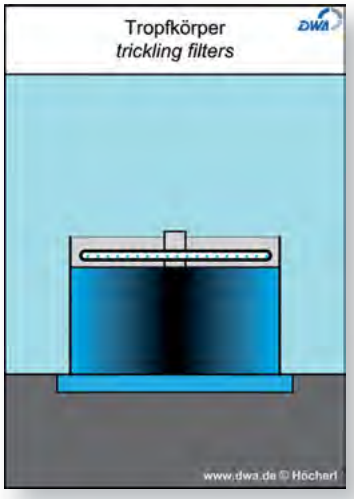
Unbelüftete und belüftete Abwasserteiche, Pflanzenkläranlagen

2.2.2 Tropfkörper

Füllmaterial: Kunststoffelemente oder Lavaschlacke

2.2.2.1 Tropfkörper mit Steinfüllung:

Korngröße: 4 - 8 cm
Stützschicht: 8 - 15 cm
spez. Oberfläche: ca. 90 m²/m³ Füllmaterial
Hohlraumanteil: ca. 50 %



2.2.2.2 Tropfkörper mit Kunststofffüllung:

spez. Oberfläche: ≥ 150 m²/m³ Füllmaterial
Hohlraumanteil: ca. 95 %

	Raumbelastung B_R Kohlenstoffabbau kg BSB_5 /(m³ · d)	Raumbelastung B_R Nitrifikation kg BSB_5 /(m³ · d)	Flächenbeschickung Kohlenstoffabbau/	Flächenbeschickung Nitrifikation
Brockenfüllung	0,4	0,2	0,5 - 1	0,4 - 0,8
Kunststofffüllung	2 - 4	0,2 - 0,4	1,5 - 10	0,6 - 1,5

Bauhöhe: ≥ 3 m
Rücklaufverhältnis: ca. 1 : 1
Feststoffe im Ablauf Tropfkörper: 0,05 - 0,2 g/l

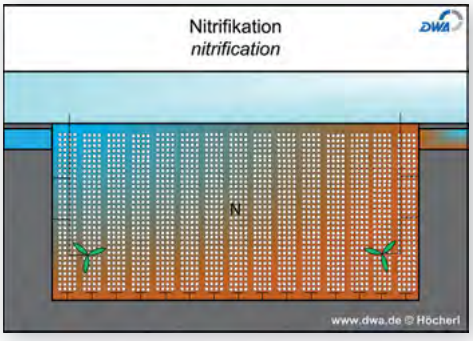
2.2.3 Belebungsbecken

Sauerstoffgehalt: ≥ 0,5 - 2,0 mg/l
(Sollwerte je nach Reinigungsziel)

pH - Wert: 6,8 - 7,2
Temperatur: etwa 5 °C bis 20 °C

(abhängig von der Jahreszeit)

N/BSB_5: 1 : 5 bis 1 : 4
(mit und ohne Vorklärung)



	Schlammbelastung B_{TS} [kg BSB_5/ (kg TS · d)]	Raumbelastung $B_{R, BSB}$ [kg BSB_5 / (m³ Raum · d)]	Überschussschlamm ÜS [kg TS /kg BSB_5-Abbau]	Schlamm-alter $t_{TS\ aerob}$ [d]	Durchflusszeit (Regen) t_R [h]
Schlamm-stabilisation	≤ 0,05	0,20 - 0,25	< 0,54	≥ 25	
Nitrikifation	≤ 0,10	0,38 - 0,5	< 0,65	≥ 8	> 3
weitgehender C-Abbau/	≤ 0,30	0,75 - 1	< 0,83	≥ 4	> 1

2.2 Biological

2.2.1 Natural wastewater treatment

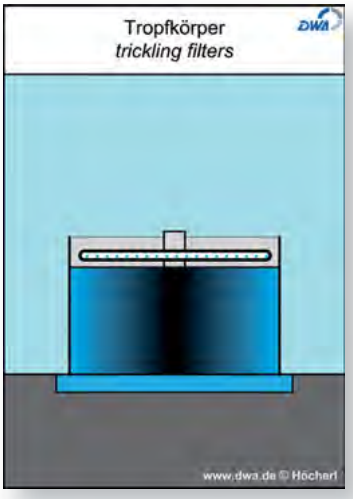
Unaerated oxidation pond and aerated lagoon, helophyte treatment plants

2.2.2 Trickling filters

Filter medium: synthetic elements or lava slag

2.2.2.1 Trickling filters with stone filling:

Grain size: 4 - 8 cm
Supporting layer: 8 - 15 cm
Specific surface: ca. 90 m²/m³ filter medium
Share of cavities: ca. 50 %



2.2.2.2 Trickling filters with synthetic filling:

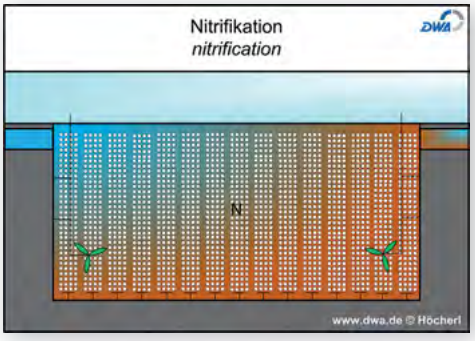
Specific surface: ≥ 150 m²/m³ filter medium
Share of cavities: ca. 95 %

	Carbon degradation kg $BOD_5/(m^3 \cdot d)$	Nitrification kg $BOD_5/(m^3 \cdot d)$	Surface overflow rate carbon degradation $m^3/(m^2 \cdot h)$	Surface overflow rate nitrification $m^3/(m^2 \cdot h)$
Crumbled filling	0.4	0.2	0.5 - 1	0.4 - 0.8
Synthetic filling	2 - 4	0.2 - 0.4	1.5 - 10	0.6 - 1.5

Construction height: ≥ 3 m
Return sludge ratio: ca. 1 : 1
Solid matter in the discharge from the trickling filter: 0.05 - 0.2 g/l

2.2.3 Aeration tank

Oxygen content: ≥ 0.5 - 2.0 mg/l
(design value depending on treatment objective)
pH value: 6.8 - 7.2
Temperature: ca. 5 °C to 20 °C
(dependent on season)
N/BOD_5: 1 : 5 to 1 : 4
(with and without primary treatment)



	Sludge loading [kg BOD_5/ (kg DS · d)]	Volumetric loading [kg BOD_5/ (m³ · d)]	Surplus activated sludge [kg MLSS [1]/ kg BOD_5 degradation]	Sludge age $t_{DS\ aerob}$ [d]	Retention period (rainfall) t_R [h]
Sludge stabilisation	≤ 0,05	0,20 - 0,25	‹ 0,54	≥ 25	
Nitrification	≤ 0,10	0,38 - 0,5	‹ 0,65	≥ 8	> 3
Advanced C-degradation	≤ 0,30	0,75 - 1	‹ 0,83	≥ 4	> 1

1) MLSS: mixed liquor suspended solids (DIN 4045, Nr. 4.2.28.1)

Aufenthaltszeit des Abwassers:
ca. 4 - 14 Stunden
(A-Stufe: 0,5 h (bei AB-Verfahren)
Stabilisierungsanlage: bis 24 h und mehr)

Belebter Schlamm:
Bakterien und Ciliaten und wenige andere Organismen (Amöben, Geißeltierchen, Mehrzeller)

Schlammindex (ISV):
günstig: ‹ 120 ml/g,
bei › 150 ml/g evtl. Blähschlamm

Rücklaufverhältnis (RV):
häufig etwa 1:1, entsprechend 100 %
(Rücklaufschlammmenge und Zulaufmenge gleich groß), bei Mischwasserzufluss ca. 0,75 (75 %)

Interne Rezirkulation (bei vorgeschalteter Denitrifikation):
150 % - 300 % = Rückführung von belebtem Schlamm aus dem Ablaufbereich des Nitrifikationsbeckens in die Denitrifikationszone

Aerobes Schlammalter:
Schlammmenge im belüfteten Teil des Belebungsbeckens dividiert durch tägliche Schlammentnahme jeweils als Trockenmasse
Faustformel: $t_{TS\ aerob} \sim 1/B_{TS}$

Nitrifikation

Nitrifikation:	Nitritation	+	Nitratation
Umsetzung:	NH_4^+ zu NO_2^-		NO_2^- zu NO_3^-
Bakteriengattungen:	Nitrosomonas	+	Nitrobacter
	= Nitrifikanten		

Voraussetzungen für weitergehende Nitrifikation:

- günstiger pH-Wert: 6,8 - 7,2
- ausreichendes Schlammalter, z. B. 8 - 10 Tage bei 10 °C Abwassertemperatur
- Belastungsschwankungen: möglichst gering, keine toxischen Stoffe
- Sauerstoff: 1,0 - 1,5 mg/l (für die Bemessung Sauerstoffgehalt: 2 mg/l)
- Säurekapazität (KS) im Ablauf Belebungsbecken: ≥ 1,5 - 2 mmol/l bei der Nitrifikation werden 0,14 mmol SK/mg NH_4-N verbraucht!

Entscheidender Parameter für die Bemessung des Belebungsraumes einer N-Stufe ist das Schlammalter (!).
Für eine stabile Nitrifikation bei 12 °C ist eine Bemessungstemperatur von 10 °C erforderlich (siehe auch Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131).

Detention time of the wastewater:
ca. 4 - 14 hours
(A-Stage: 0.5 h (with AB-process)
Stabilisation plant: up to 24 h and more)

Activated sludge:
Bacteria and ciliates and a few other organisms (amoeba, flagellates, multicells)

Sludge volume index (SVI):
favourable: ‹ 120 ml/g,
with › 150 ml/g possibly bulking sludge

Recirculation ratio:
often ca. 1:1, corresponding to 100 %
(return sludge quantity and inflow quantity equal)

Internal recirculation (with pre-denitrification):
150 % - 300 % = return feed of activated sludge from the runoff area of the nitrification tank in the denitrification zone

Aerobic sludge age:
Sludge quantity in the aerated part of the aeration tank divided by the daily sludge removal respectively as dry mass
Rule-of-thumb: $t_{DS} \sim 1/B_{DS}$

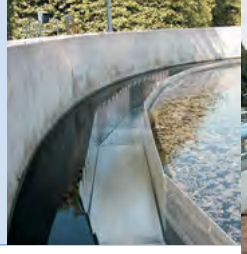
Nitrification

Nitrification:	Nitritation	+	Nitratation
Conversion:	NH_4^+ to NO_2^-		NO_2^- to NO_3^-
Bacteria species:	nitrosomonas	+	nitrobacters
	= nitrifieres		

Prerequisites for advanced nitrification:

- favourable pH: 6.8 - 7.2
- sufficient sludge age, e.g. 8 – 10 days at 10 °C wastewater temperature
- Load variations: as small as possible, no toxic substances
- Oxygen: 1.0 – 1.5 mg/l (for the dimensioning of the oxygen content: 2 mg/l)
- Alkalinity (Alk) in the discharge of the aeration tank: ≥ 1.5 - 2 mmol/l with nitrification 0.14 mmol AC/mg NH_4-N is used!

Decisive parameter for the dimensioning of the aeration volume of a N-stage is the sludge age.
For a stable nitrification at 12 °C a dimensioning temperature of 10 °C is necessary
(see also ATV-DVWK Standard A 131E).



Denitrifikation

Umbau: NO_3^- zu N_2 (gasförmig)

Bedingungen: kein gelöster Sauerstoff + leicht abbaubare organische Verbindungen- gewinnt 0,07 mmol Säurekapazität/ 1 mg Nitratstickstoff zurück

anaerob: ohne gelösten und ohne gebundenen Sauerstoff

anoxisch: ohne gelösten, aber mit gebundenem Sauerstoff

aerob: gelöster Sauerstoff

N_{anorg}: $(NO_3^- - N) + (NO_2^- - N) + (NH_4^+ - N)$

N_{ges}: $N_{anorg} + N_{org} = (NO_3^- - N) + (NO_2^- - N) + (NH_4^+ - N) + N_{org}$

Biologische Mineralisation:
Abbau von organischen Stoffen zu Wasser, Mineralstoffen, CO_2 (und neue Bakterienmassen)

Denitrification

Conversion: NO_3^- to N_2 (gaseous)

Conditions: no dissolved oxygen + easily degradable organic compounds recovery 0.07 mmol acid capacity/ 1 mg nitrate

Anaerobic: without dissolved and without bonded oxygen

Anoxic: without dissolved but with bonded oxygen

Aerobic: only dissolved oxygen

N_{inorg}: $(NO_3^- - N) + (NO_2^- - N) + (NH_4^+ - N)$

N_{tot}: $N_{inorg} + N_{org} = (NO_3^- - N) + (NO_2^- - N) + (NH_4^+ - N) + N_{org}$

Biological mineralisation:
degradation of organic substances to water, mineral substances, CO_2 (and new bacteria masses)

Phosphorelimination

Fällung: gelöste Stoffe (z. B. Phosphat) in ungelöste Stoffe durch Zugabe von Metallsalzen (Fe, Al) oder von Kalk (selten)

ß-Wert Simultanfällung:
1,0 - 1,5 mol Metall/mol P

ß-Wert Nachfällung:
2 mol Metall/mol P (Rest - P)

Koagulation: Entstabilisieren gleich geladener Teilchen mit anschließender Flokkung

Flockung: Aggregation ungelöster, fein verteilter Teilchen zu größeren Verbänden

Biologische Phosphorelimination:
verstärkte bakterielle Phosphoraufnahme im aeroben Bereich nach Rücklösung im anaeroben Bereich - alternativ oder in Kombination mit P-Fällung

Phosphorus removal

Precipitation: dissolved substances (e.g. phosphate) in undissolved matter by addition of metal salts (Fe, Al) or of lime (seldom)

ß-value simultaneous precipitation:
1.0 - 1.5 mol metal/mol P

ß-value post-precipitation:
2 mol metal/mol P (Residual P)

Coagulation: destabilisation of similarly loaded particles with subsequent flocculation

Flocculation: aggregation of undissolved, finely distributed particles to larger groups

Enhanced biological phosphorus removal:
increased bacterial phosphorus take-up in the aerobic area following redissolution in the anaerobic area - alternative to or in combination with P-precipitation

2.2.4 Nachklärung

1 mg Feststoffe entsprechen:

0,3 - 1,0	mg	BSB_5/l
0,8 - 1,4	mg	CSB/l
0,02 - 0,04	mg	P/l
0,08 - 0,1	mg	N/l

Flächenbeschickung:

Horizontal durchströmt:	‹ 1,6 m/h
Vertikal durchströmt:	‹ 2,0 m/h

Durchflusszeit: › 2,5 h

Schlammvolumenbeschickung:
Trichterbecken ≤ 600 l/(m² · h)
Rundbecken mit Räumer ≤ 500 l/(m² · h)

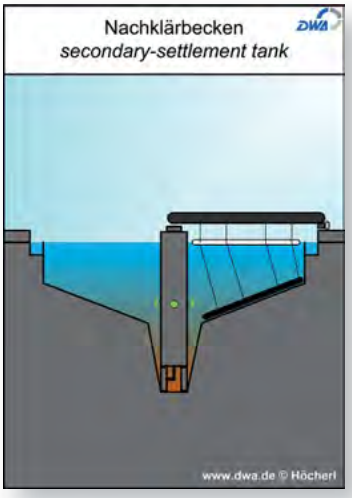
Tiefe: › 3 m (Rundbecken)

Räumgeschwindigkeit Räumer:

Längsbecken	2 cm/s
Rundbecken	4 cm/s

Ablauf Nachklärung:
CSB : BSB_5 - Verhältnis: 6 : 1 bis 8 : 1

Kantenbelastung: 5 - 10 m³/(m · h)



2.3 Weitere Abwasserbehandlungsverfahren

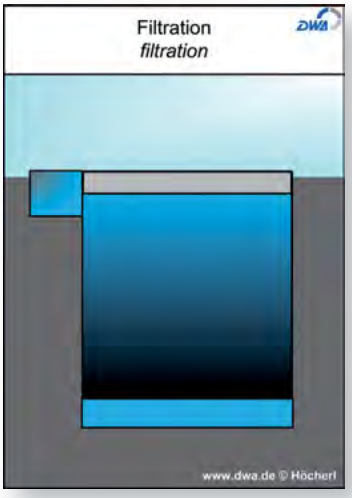
2.3.1 Abwasserfiltration durch Raumfilter (Filtrationsverfahren)

Verfahren

Abwasserfiltration:
Ausschließliche Elimination von abfiltrierbaren Stoffen

Flockungsfiltration:
Durch Zugabe von Flockungshilfsmitteln werden aus filtergängigen Feststoffen zusätzlich abfiltrierbare Stoffe erzeugt, vorzugsweise mit dem Ziel einer weitergehenden Phopshorelimination.

Biologisch intensivierte Filtration:
Mit Hilfe geeigenter Filtermaterialien und ausreichender Sauerstoffversorgung, wird auf eine Verringerung der organischen Restbelastung des Abwassers und in bestimmten Fällen auf eine Restnitirifikation abgezielt.



Filterarten

Raumfilter:
Filterbetthöhe 1-2,5m (Suspensarückhalt im gesamten Filterbett)

Flächenfilter:
Tuchfilter oder Feinkornfilter mit einer Filterschichthöhe bis ca. 30cm
(Suspensarückhalt an der Filteroberfläche: keine biologisch intensivierte Wirkung)

Grundlagen der Filtration:
Die Filtrationswirkung beruht auf vielen unterschiedlichen Vorgängen physikalischer, chemischer oder biologischer Art:

- Rückhalt größerer Partikel durch Siebeffekte zwischen den Körnern
- Rückhalt kleinerer Partikel an der Oberfläche des Filtermediums oder an bereits abgelagerten Partikeln infolge Sedimentation, Diffusion, van der Waals´scher Kräfte, Sorption u.a.

2.2.4 Secondary settling stage

1 mg solid matter equivalent to:

0.3 - 1.0	mg	BOD_5
0.8 - 1.4	mg	COD
0.02 - 0.04	mg	P
0.08 - 0.1	mg	N

Surface overflow rate:
horizontal flow: ‹ 1.6 m/h
vertical flow: ‹ 2.0 m/h

Retention period: › 2.5 h

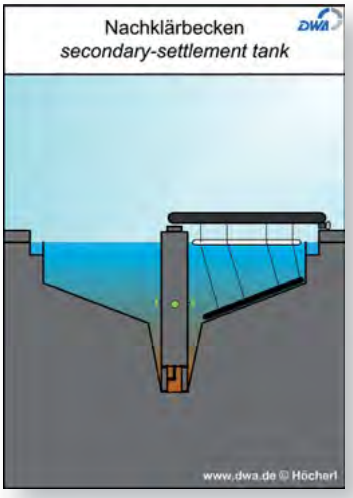
Sludge volume surface loading:
hopper-bottom tank ≤ 600 l/(m² · h)
circular tank with scraper ≤ 500 l/(m² · h)

Depth: › 3 m (circular tank)

Clearance rate of scraper:
longitudinal tank 2 cm/s
circular tank 4 cm/s

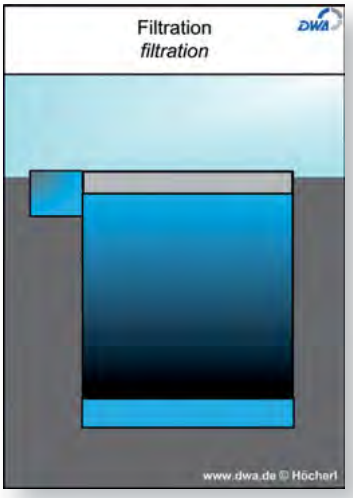
Effluent secondary settling stage
COD : BOD_5 ratio: 6 : 1 to 8 : 1

Edge loading: 5 - 10 m³/(m · h)



2.3 Advanced wastewater treatment processes

2.3.1 Wastewater filtration using spatial filters (Filtration processes)



Processes

Wastewater filtration:
Exclusively the removal of filterable substances

Flocculation filtration:
Additional filterable substances are created from matter which has passed unhindered through a filter, primarily with the aim of an advanced phosphorus removal, by the addition of flocculation aids.

Biologically intensified filtration:
A reduction of the organic residual loading of the wastewater and, in certain cases, a rest nitrification are aimed at using suitable filter materials and sufficient oxygen supply.

Types of filter

Spatial filter:
Filter bed height 1-2.5 m (Suspensa retention in the entire filter bed)

Surface filter:
Cloth filter or fine grain filter with a filter layer height up to ca. 30 cm (Suspensa retention at the filter surface: no biologically intensified effect)

Basic elements of filtration:

The filtration effect is based on different procedures of physical, chemical or biological type:

- Retention of larger particles through sieve effects between the grains
- Retention of smaller particles on the surface of the filter medium or on the already deposited particles as a result of sedimentation, diffusion, van der Waal's forces, sorption and similar.

Wirkungsbereiche verschiedener Filtrationsverfahren:

	AFS	CSB (gelöst)	NH_4^+	P
Filtration	++	0	0	0
Biol. intensivierte Filtration	++	+	+	+
Flockungsfiltration nach Simultanfällung oder erhöhter biol. P-Elimination	++	+	0	+
(zus. biol. intensiviert)	(++)	(+)	(+)	(++)

0 = keine bis geringe Wirkung, + = gute Wirkung, ++ = sehr gute Wirkung

Scope of various filtration processes:

	AFS	CSB (gelöst)	NH_4^+	P
Filtration	++	0	0	0
Biol. intensified filtration	++	+	+	+
Flocculation filtration simultanous precipitation or increased biol. P removal	++	+	0	+
(add. biol. intensiviert)	(++)	(+)	(+)	(++)

0 = no or slight effect, + = good effect, ++ = very good effect

aus Arbeitsblatt ATV-A 203 „Abwasserfiltration durch Raumfilter nach biologischer Reinigung“, S. 8
from ATV Standard ATV-A 203E "Wastewater Filtration using Space filters following Biological Treatment

Filterbettaufbau für Raumfilter:

abwärts durchströmt Einschichtfilter		Zweischichtfilter		abwärts durchströmt		Trockenfilter abwärts Zweischicht	
Schichthöhe 0,8 - 1,2 m		obere Schicht Schichthöhe 0,8 -1,0 m		Schichthöhe 1,2 - 3,0 m		obere Schicht Schichthöhe 1,0 -1,2 m	
Material	Körnung (mm)	Material	Körnung (mm)	Material	Körnung (mm)	Material	Körnung (mm)
Filtersand	1,0 - 1,6 1,0 - 2,0	Anthrazit	1,4 - 2,5	Filtersand	2,0 - 3,15	Anthrazit	2,5 - 4,0
		Blähschiefer	1,4 - 2,5			Blähton	2,5 - 4,0
		Blähton	1,4 - 2,5			Blähschiefer	2,5 - 4,0
		Bims	2,5 - 3,5				
		untere Schicht Schichthöhe 0,4 - 0,6 m				untere Schicht Schichthöhe 0,4 - 0,6 m	
		Filtersand	0,71 - 1,25			Filtersand	1,0 - 2,0
						Basalt	1,0 - 2,0
Stützschicht* Material Basalt, Filterkies, Schichthöhe (m): 0,2 - 0,3							

*) Notwendigkeit und Korngröße in Abhängigkeit von Filterbehörden und Filtermaterial zu wählen.

aus Arbeitsblatt ATV-A 203 „Abwasserfiltration durch Raumfilter nach biologischer Reinigung", S. 11

Filter bed configuration for spatial filters:

Downwards streamed One layer filter		Two layer filter		Downwards streamed		Dry filter, downwards two layer	
Upper layer 0.8 - 1.2 m		Upper layer Layer thickness 0.8 - 1.0 m		Upper layer 1.2 - 3.0 m		Upper layer Layer thickness 1,0 -1,2 m	
Material	Grain (mm)	Material	Grain (mm)	Material	Grain (mm)	Material	Grain (mm)
Filter sand	1.0 - 1.6 1.0 - 2.0	Anthracite	1.4 - 2.5	Filter sand	2.0 - 3.15	Anthracite	2.5 - 4.0
		Expanded shale	1.4 - 2.5			Expanded shale	2.5 - 4.0
		Expanded clay	1.4 - 2.5			Expanded clay	2.5 - 4.0
		pumice	2.5 - 3.5				
		Lower layer Layer thickness 0.4 - 0.6 m				Lower layer Layer thickness 0.4 - 0.6 m	
		Filter sand	0.71 - 1.25			Filter sand	1.0 - 2.0
						Basalt	1.0 - 2.0
Support layer* material basalt, filter gravel, layer thickness (m): 0.2 - 0.3							

*) Necessity and grain size to be selected depending on filter authority and filter material

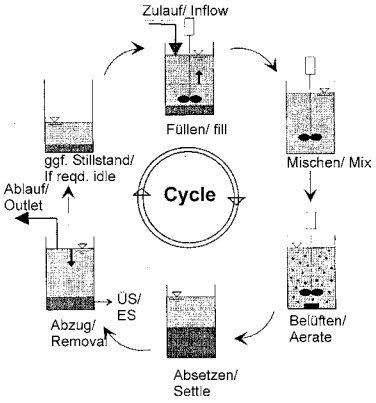
from ATV Standard ATV-A 203E "Wastewater Filtration using Space filters following Biological Treatment", p. 11

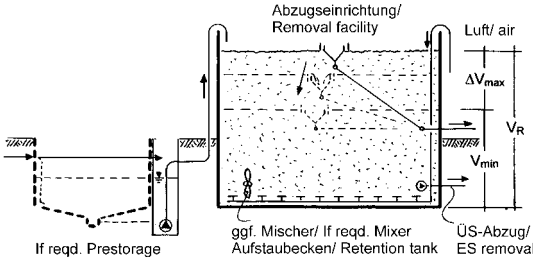
2.3.2 Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb (SBR-Verfahren)

Technische Ausrüstung SBR-Anlage:
- Aufstaubecken (Wassertiefe 4-7m)
- Abwasserzuführung
- Klarwasserabzugssystem
- Belüftungseinrichtung
- Mischeinrichtung
- Überschussschlammabzug

Prozessphasen (ein Zyklus):
- Füllphase
- Mischphase
- Belüftungsphase
- Absetzphase
- Klarwasserabzugsphase
- Stillstandsphase

aus Merkblatt ATV-M 210 "Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb", S. 5/



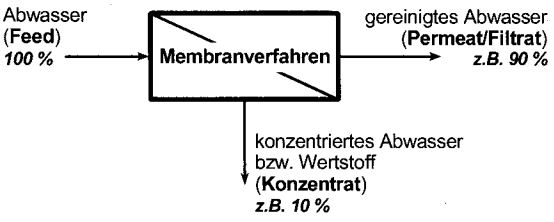


Grundlage Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb:
Mit diesem Verfahren ist eine weitgehende Entfernung der gelösten organischen Abwasserinhaltsstoffe sowie Nitrifikation, Denitrifikation und Phosphorelimination zu erzielen.

Verfahrens- Betriebsvarianten:
- kontinuierliche Abwasserzuführung
- schubweise Beschickung von Anlagen ohne vorgeschaltetes Speicherbecken
- schubweise Beschickung von Anlagen mit Vorspeicher

2.3.3 Membranverfahren/ Membranbelebungsverfahren

Allgemeines:
Membranverfahren sind rein physikalisch arbeitende Verfahren zur Stofftrennung, bei denen das zu behandelnde Abwasser in gereinigtes Wasser (Filtrat- bzw. Permeat) und eine aufkonzentrierte Phase (Konzentrat) getrennt wird.



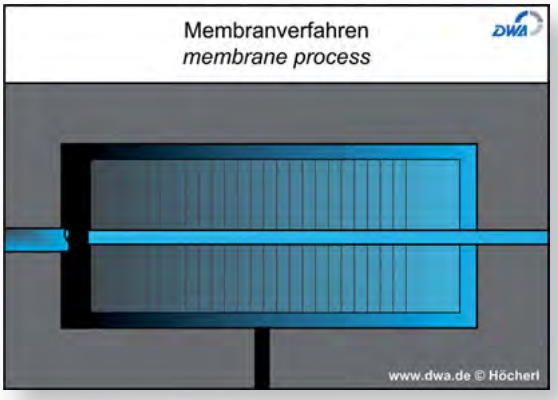
aus DWA-Themen „Aufbereitung von Industrieabwasser und Prozesswasser mit Membranverfahren und Membranbelebungsverfahren", S. 8

Konstruktiver Aufbau:
Membranbelebungsanlagen bestehen aus dem Belebungsbecken, in dem mittels belebtem Schlamm die biologische Behandlung des Abwassers durchgeführt wird, und der Filtrationseinheit, in der mittels den in Modulen eingebauten Membranen der belebte Schlamm zurückgehalten und ein feststofffreier Ablauf ermöglicht wird.

Wirkungsbereich vom Membranverfahren:
Abtrennung von
- Feststoffen
- Gelöste Stoffen
- Kolloidale Stoffen
- Flüssigkeiten einer zweiten Phase

Einsatzziele/Behandlungsziele:
- Ertüchtigung von Anlagen mit begrenztem Flächenangebot
- weitergehende Reinigung (feststoffgebundene Parameter)
- Vorbehandlung bei weitergehenden Reinigungsschritten (Aktivkohlefilterung)
- Einhaltung von Einleitgrenzwerten

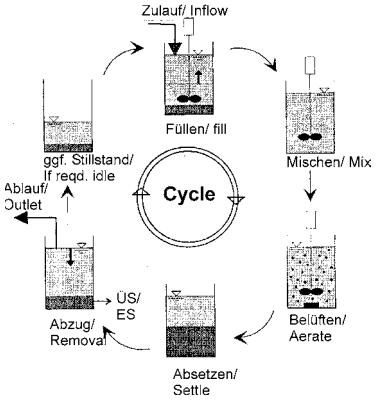
Anordnung der Membranmodule:
- Getauchte Membranmodule
- Trocken aufgestellte Membranmodule

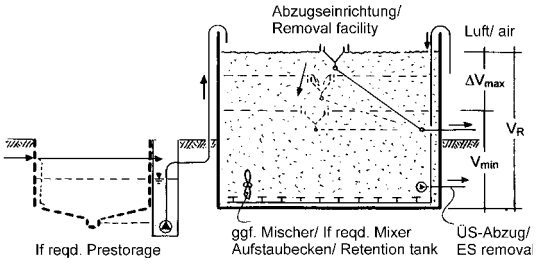


2.3.2 Activated sludge plants with retention operation (SBR process)

Technical equipment SBR plant:
- Retention tank (depth of water 4 – 7 m)
- Wastewater feed
- Clarified water removal system
- Aeration facility
- Mixing facility
- Excess sludge removal

Process phases (one cycle):
- Filling phase
- Mixing phase
- Aeration phase
- Settling phase
- Clarified water removal phase
- Idle phase





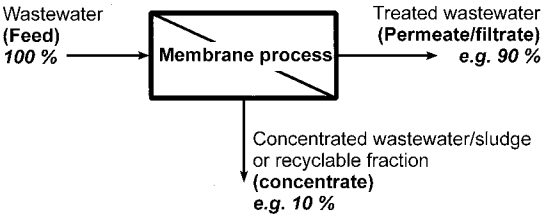
from ATV Advisory Leaflet ATV-M 210 „Activated sludge plants with impoundage operation“ (Not available in English), p. 5

Basic elements of activated sludge plants with impoundage operation:
Using this process an extensive removal of the dissolved organic wastewater contents as well as nitrification, denitrification and phosphorus removal can be achieved.

Process – operation variants:
- Continuous wastewater feed
- Batch charging of plants without upstream storage tank
- Batch charging of plants with prestorage facility

2.3.3 Membrane processes/ Membrane bioreactor processes

General:
Membrane processes are purely physical-function processes for the separation of matter with which the wastewater to be treated is separated into treated water (filtrate or permeate) and a concentrated phase (concentrate).



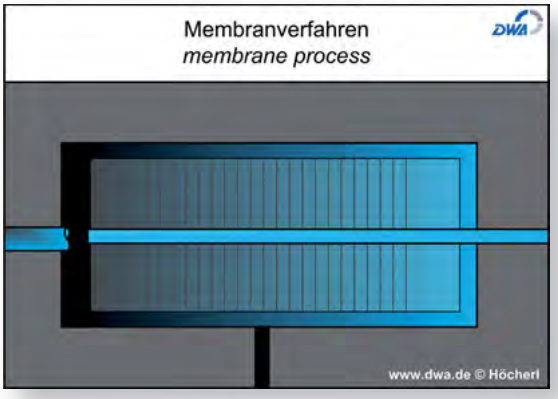
from DWA Topic "Treatment of Industrial Wastewater and Process Water with Membrane Processes and Membrane Bioreactor Technology“, p. 8

Engineering design:
Membrane activated sludge plants consist of an aeration tank, in which biological treatment of the wastewater is carried out by means of activated sludge, and the filtration unit, in which the activated sludge is retained by means of membranes installed in modules and an effluent free of solid matter is made possible.

Scope of the membrane process:
Separation of
- Solid matter
- Dissolved matter
- Colloidal matter
- Liquids of a second phase

Operational objective/treatment objective:
- Retrofitting of plants with limited areal availability
- Advanced treatment
  (Parameters linked to solid matter)
- Pretreatment with advanced treatment steps (activated carbon filtration)
- Observation of discharge limiting values

Configuration of membrane modules:
- Submerged membrane modules
- Membrane modules positioned dry



3.

Schlammbehandlung

3.1 Schlammarten

Definitionen nach DIN EN 12832, DIN EN 1085, DIN 4045

Klärschlamm
Schlamm, der bei der Abwasserbehandlung anfällt (DIN EN 12832).

Rohschlamm
Nicht stabiliserter Schlamm (DIN EN 12832).

Vorklärschlamm
Vermischter Primärschlamm, Mischschlamm.
In einer Vorklärung abgetrennter Schlamm, der mit anderem Schlamm z. B. Überschussschlamm vermischt ist (DIN EN 12832).

Primärschlamm
In der Vorklärung abgetrennter Schlamm, der nicht mit anderem zurückgeführtem Schlamm vermischt ist (DIN EN 12832).

Sekundärschlamm; biologischer Schlamm
Aus dem zweiten bzw. biologischen Reinigungsteil entfernter Schlamm (DIN EN 12832).
Z. B. Überschussschlamm, Tropfkörperschlamm.

Tertiärschlamm
In einer dritten Reinigungsstufe entfernter Schlamm (DIN EN 12832).

Schwimmschlamm
Von Schlamm oder Abwasser abgetrennte und aufschwimmende Feststoffe (DIN EN 1085).

Belebter Schlamm
Beim Belebungsverfahren durch Wachstum suspendierter Baktieren und anderer Mikroorganismen unter aeroben oder anoxischen Bedingungen gebildete flockenförmige Biomasse (DIN EN 1085).

Rücklaufschlamm
Beim Belebungsverfahren aus Abwasser-Belebtschlamm-Gemisch in der Nachklärung abgetrennter und zum Belebungsbecken zurückgeführter Schlamm (DIN EN 1085).

Überschussschlamm
Aus einer Belebungsanlage entfernter belebter Schlamm (DIN EN 1085); wird als Überschussschlamm abgezogen und zur Schlammbehandlung oder vor das VKB gepumpt.

Blähschlamm
Eine Erscheinung in Schlammbelebungsanlagen, die darin besteht, dass der belebte Schlamm ein übermä-ßiges Volumen einnimmt und sich nicht leicht absetzt; gewöhnlich ist sie mit dem Vorkommen von Fadenorganismen verbunden (DIN EN 1085). Belebter Schlamm mit einem ISV › 150 ml/g und vielen fadenförmigen Bakterien (Feststellung über Mikroskop).

Sludge Treatment

3.1 Sludge types

Definitions in accordance with DIN EN 12832, DIN EN 1085, DIN 4045

Sewage sludge
Sludge produced by treatment of wastewater.
(DIN EN 12832).

Raw sludge
Non-stabilised sludge (DIN EN 12832).

Mixed primary sludge
Sludge removed from primary treatment which contains other sludge, e. g. waste activated sludge (DIN EN 12832).

Primary sludge
Sludge removed from primary treatment unmixed with other recycled sludge
(DIN EN 12832).

Secondary sludge; biological sludge
Sludge separated after secondary or biological treatment (DIN EN 12832).
e.g. Surplus activated sludge, humus sludge

Tertiary sludge
Sludge separated from tertiary treatment
(DIN EN 12832).

Floating sludge; scum
Floating solid matter material separated from sludge or wastewater (DIN EN 1085).

Activated sludge
Biological mass (flocs) produced in the treatment of wastewater by the growth of suspended bacteria and other microorganisms under aerobic or anoxic conditions (DIN EN 1085).

Return activated sludge
Activated sludge which has been separated from mixed liquor in the secondary setting tank for further use in the activated sludge process
(DIN EN 1085).

Surplus activated sludge; waste activated sludge; excess sludge
Sludge which is removed from an activated sludge process (DIN EN 1085). Pumped to sludge treatment or the primary settling tank.

Sludge bulking
Phenomenon which occurs in activated sludge plants whereby the activated sludge occupies an excessive volume and does not settle readily; usually associated with the excessive presence of filamentous organisms (DIN EN 1085). Activated sludge with a SVI › 150 ml/g and many filamentous bacteria (determination via microscope).

Faulschlamm
anaerob stabilisierter Schlamm. Durch Faulung stabilisierter Schlamm (DIN EN 12832).

Impfschlamm
Faulschlamm oder belebter Schlamm einer fremden Anlage, der genutzt wird, um den Faulbehälter oder die Belebung anzufahren.

Nassschlamm
Stabilisierter Schlamm vor der Entwässerung.

Fäkalschlamm
Schlamm aus Absetz-/Faulgruben, der menschliche Abgänge/häusliches Abwasser aus Ein- oder Mehr--familienhäuser enthält (DIN EN 12832). Schlamm aus abflusslosen Gruben oder Ausfaulgruben.

Stabilisierter Schlamm
Schlamm, dessen biologische Abbauarbeit durch Stabilisierung unter einen vorgegebenen Wert vermindert worden ist (DIN EN 12832).

Man unterscheidet hauptsächlich:
- aerob stabilisierter Schlamm (DIN EN 12832)
- anaerob stabilisierter Schlamm (DIN EN 12832) (psychrophil, mesophil, thermophil) (mesophil = Regelfall !)

3.2 Schlammanfall (85 %-Werte)

Primärschlamm	45 $g^{TR}/(E \cdot d)$
Sekundärschlamm (biologischer Schlamm)	35 $g^{TR}/(E \cdot d)$
Fäll- und Filtrationsschlamm	10 $g^{TR}/(E \cdot d)$
Summe Rohschlamm	90 $g^{TR}/(E \cdot d)$

3.3 Gegenüberstellung Rohschlamm/Faulschlamm

	Rohschlamm	Faulschlamm
Primärschlamm		
Farbe	gelblich-grau	schwarz
Geruch	nach Fäkalien	teerig/erdig
Überschussschlamm		
Farbe	bräunlich	
Geruch	erdig	
Gemischter Rohschlamm		
Entwässerbarkeit	schlecht	
Fließfähigkeit	schlecht	gut
Wassergehalt	92 - 96 % (eingedickt)	gut 94 - 97 %
Feststoffgehalt		
Trockenrückstand (TR)	3 - 8 % (30 - 80 g/kg)	2 - 6 % (20 - 60 g/kg)
Glühverlust (GV)	60 - 80 %	45 - 55 %
pH-Wert	5,8 - 7,0	7,0 - 8,0
Organische Säuren	1.500 - 3.000 mg/l	‹ 500 mg/l
Menge	1-2 l/(E · d) 1 % vom Abwasserzufluss	1-2 l/(E · d) maschinell entwässert 0,1 - 0,3 l/(E · d)

Anaerobically digested (stabilised) sludge
Sludge treated by anaerobic digestion (DIN EN 12832).

Seeding sludge
Anaerobically digested sludge or activated sludge from an outside plant which is employed to start up a digester or the activated sludge process.

Liquid sludge
Stabilised sludge before dewatering.

Cesspool/septic tank sludge (night soil)
Sludge from cesspools/septic tanks which can contain human excreta and domestic wastewater from single or multiple human dwellings (DIN EN 12832). Sludge from pits without runoff or putrefaction basins.

Stabilised sludge
Sludge which has been subjected to a stabilisation process, thereby reducing its tendency to degrade below a specified level (DIN EN 12832).

One differentiates mainly:
- aerobically digested (stabilised) sludge (DIN EN 12832)
- anaerobically digested (stabilised) sludge (DIN EN 12832) (psychrophilic, mesophilic, thermophilic) (mesophilic = normal case)

3.2 Sludge production (85 %-values)

Primary sludge	45 $g^{DR}/(I \cdot d)$
Secondary sludge, biological sludge	35 $g^{DR}/(I \cdot d)$
Precipitation and filtration sludge	10 $g^{DR}/(I \cdot d)$
Summary raw sludge	90 $g^{DR}/(I \cdot d)$

3.3 Comparison Raw sludge/digested sludge

	Raw sludge	Anaerobically digested sludge
Primary sludge		
Colour	yellow-grey	black
Odour	like faeces	tarry/earthy
Excess sludge		
Colour	brown	
Odour	musty/earthy	
Mixed raw sludge		
Dewatering ability	poor	
Flowability	poor	good
Water content	92 - 96 % (thickened)	good 94 - 97 %
Dry residue (DR)	3 - 8 % (30 - 80 g/kg)	2 - 6 % (20 - 60 g/kg)
Ignition loss	60 - 80 %	45 - 55 %
pH-value	5.8 - 7.0	7.0 - 8.0
Organic acids	1,500 - 3,000 mg/l	‹ 500 mg/l
Quantity	1-2 l/(E · d) 1 % of wastewater	1-2 l/(E · d) inflow mechanically dewatered 0.1 - 0.3 l/(E · d)

3.4 Faulung (anaerobe Stabilisation) und Faulbehälter

Phasen für den anaeroben Abbau organischer Stoffe

1. Hydrolyse — Saure Gärung
2. Versäuerung
3. Essigsäurebildung
4. Methanbildung (Vergasungsphase)

	Temperatur	Aufenthaltszeit	notwendiges Faulvolumen von Methanbakterien
psychrophil	10 - 20 °C	› 100 Tage	‹ 200 l Faulraum/E
mesophil	30 - 40 °C	› 20 Tage	30 - 40 l Faulraum/E
thermophil	50 - 55 °C	7 Tage	12 l Faulraum/E

3.5 Fäkalschlamm

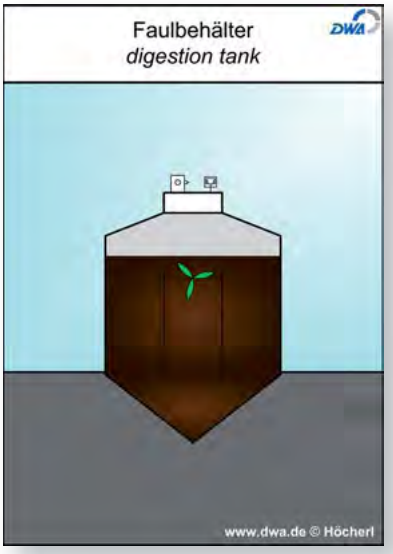
Erfahrungswert: max. in eine Kläranlage aufnehmbare Menge 20 m³/10.000 (E· d)

3.6 Faulgas

Faulgasanfall:
15 - 25 l/(E · d) 350 - 500 l/kg oTR zugeführt (Mischschlamm)
Faulgaszusammensetzung:
Methan: 60 % - 70 %, CO_2: 30 % - 40 %
sowie geringe Anteile N_2, H_2S und Edelgase

kritischer H_2S -Anteil für Faulgasverwertung: 0,15 %
Heizwert: 23.000 kJ/m³ entspricht 0,6 l Heizöl
Energiegehalt: 10 KWh/m³ Methan

Gasspeicher (mind.):
Speicherkapazität/Nutzraum:
100 % des Gasanfalles eines Wochentages



3.7 Faulschlammentwässerung

Vorbereitung:
Konditionierung mit:

- anorganischen Mitteln: Kalk und Eisen (selten)
- organischen Mitteln: Polymere
- sonstige Verfahren (thermisch, Ultraschallbehandlung etc.)

Entwässerung Kammerfilterpressen:
bis 40 % TR (Kalk-Eisenkonditionierung)

bis 35 % TR (Polymerkonditionierung)

Entwässerung Zentrifugen:
bis 30 % TR (Polymerkonditionierung)

Entwässerung Hochleistungszentrifugen:
bis 35 % TR (Polymerkonditionierung)

Entwässerung Bandfilterpressen:
bis 30 % TR (Polymerkonditionierung)

3.4 Digestion (anaerobic stabilisation) and digesters

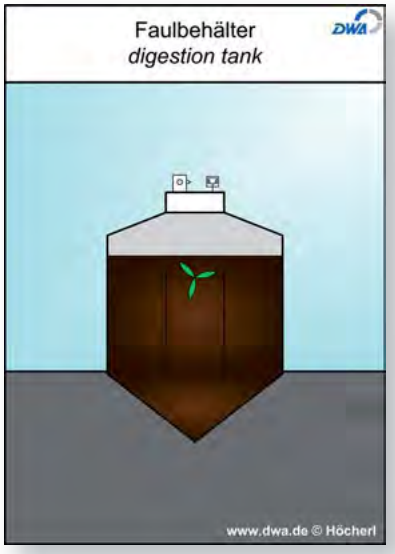
Phases for the anaerobic degradation of organic matter

1. Hydrolysis } Acid fermentation
2. Acidification
3. Formation of acetic acid
4. Formation of methane (gasification phase)

	Temperature	retention period	necessary digestion volume of methane bacteria
psychrophilic	10 - 20 °C	› 100 days	‹ 200 l digester volume/I
mesophilic	30 - 40 °C	› 20 days	30 - 40 l digester volume/I
thermophilic	50 - 55 °C	7 days	12 l digester volume/I

3.5 Cesspool; septic tank sludge

Empirical value: max. acceptance quantity in a wastewater treatment plant 20 m³/10,000 (I · d)



3.6 Digester gas

Digester gas yield:
15 - 25 l/(I · d) 350 - 500 l/kg oDR added
(mixed primary sludge)

Digester gas composition:
Methane: 60 % – 70 % CO_2: 30 % – 40 %
as well as small shares of N_2, H_2S and noble gases

Critical H_2S share for digester gas utilisation: 0.15 %
Calorific value: 23,000 kJ/m³ corresponds
with 0.6 l heating oil
Energy content: 10 kWh/m³ methane

Gas storage (at least):
storage capacity/useful space:
100 % of gas production of a weekday

3.7 Dewatering of anaerobically digested sludge

Preparation:
Conditioning using:
- inorganic means: lime and iron (seldom)
- organic means: polymers
- other processes (thermal, ultrasonic treatment etc.)

Dewatering chamber filter presses:
up to 40 % DR (lime - iron conditioning)
up to 35 % DR (polymer conditioning)

Dewatering centrifuges:
up to 30 % DR (polymer conditioning)

Dewatering high performance centrifuges:
up to 35 % DR (polymer conditioning)

Dewatering belt filter presses:
up to 30 % DR (polymer conditioning)

3.8 Abfallbeseitigung/-verwertung

Grundsätzlich unterliegt die Bewirtschaftung von Abfällen (auch Abfälle von Kläranlagen) der neuen fünf-stufigen-Rangfolge nach § 6 KrwG:

1. Vermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung
3. Recycling
4. Sonstige Verwertung, insbesondere ernergetische Verwertung und Verfüllung
5. Beseitigung

Ausgehend von dieser Rangfolge soll nach Maßgabe der §§ 7 und 8 KrwG diejenige Maßnahme Vorrang haben, die den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet.

In der AbfKlärV (die aktuell überarbeitet werden soll) werden max. Aufbringungsmengen und max. Schadstoffgehalte sowie Aufbringungsverbote und Beschränkungen genannt!

Bei der Beseitigung wird der Abfall nach einer Vorbehandlung (z. B. in einer mechanisch biologischen Anlage oder in einer Verbrennungsanlage) umweltverträglich auf Deponien abgelagert.

3.8 Waste disposal/utilisation

Fundamentally the management of wastes (also wastes from wastewater treatment plants), are subject to the new five-stage rating in accordance with §6 KrwG [German Recycling Management and Waste Law].

1. Avoidance
2. Preparation for recycling
3. Recycling
4. Other utilisation, in particular energetic utilisation and backfill
5. Disposal

Assuming this ranking, in accordance with the stipulations of §§7 and 8 of the KrWG that measure is to have priority which best guarantees the protection of humans and the environment with the production and management of wastes taking into account the prevention and sustainability principle.

Max. application quantities and max. pollutant contents as well as application bans and limitations are given in the AbfKlärV (which currently is to be revised).

With disposal the waste is stored environmentally compatibly in landfills following a pre-treatment (e. g. in mechanical-biological plants or in an incineration plant).

4.

Schlussbemerkung

Mit vorstehendem Artikel sollte erreicht werden, wichtige Klärwerksbegriffe und -kenndaten in einem Überblick zu haben.

Hierbei dienten im Wesentlichen auch folgende Literaturunterlagen:

DWA-M 115:
Indirekteinleitung nicht häuslichen Abwassers
Teil 1: Rechtsgrundlagen (Februar 2013)
Teil 2: Anforderungen (Februar 2013)
Teil 3: Praxis der Indirekteinleiterüberwachung (August 2004)

ATV-DVWK-A 131 (Mai 2000):
Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen

ATV-DVWK-A 198 (April 2003):
Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen

ATV-DVWK-A 281 (September 2001):
Bemessung von Tropfkörpern und Rotationstauchkörpern (ersetzt ATV-A 135 vom März 1989)

ATV-A 203 (April 1995)
Abwasserfiltration durch Raumfilter nach biologischer Reinigung

DWA-M 210 (Juli 2009)
Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb (SBR)

DWA-M 363 (November 2010):
Herkunft, Aufbereitung und Verwertung von Biogasen

DIN 4045 (August 2003):
Abwassertechnik – Grundbegriffe

DIN EN 1085 (Mai 2007):
Abwasserbehandlung – Wörterbuch

DIN EN 12832 (November 1999):
Schlammverwertung und -entsorgung – Wörterbuch

Klärschlammverordnung – AbfKlärV vom 15. April 1992, BGBl. I S. 912; Stand: zuletzt geändert am 24. Feb. 2012, BGBI. S. 212

Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) – Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrwG) vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 2012), zuletzt geändert am 22. Mai 2013 (BGBI.I S. 1324)

Final remarks

The aim of this article is to provide important wastewater treatment plant terms and characteristic data as a summary.

To this end the following documents also contribute essentially to this:

DWA-M 115E (February 2013):
Not available in English [Discharge of non-domestic wastewater into a public wastewater system]

ATV-DVWK-A 131E (May 2000):
Dimensioning of single-stage activated sludge plants

ATV-DVWK-A 198E (April 2003):
Standardisation and derivation of dimensioning values for wastewater facilities

ATV-DVWK-A 281E (September 2001):
Dimensioning of trickling filters and rotation biological contactors (replaces ATV-A 135E dated March 1989)

ATV-A 203E (April 1995)
Wastewater filtration using space filters following biological treatment

DWA-M 210 (July 2009)
Not available in English [Activated sludge plants using impoundage operation]

DWA-M 363 (November 2010):
Not available in English
[Source, processing and utilisation of biogas]

DIN 4045 (August 2003):
Wastewater engineering - Vocabulary

DIN EN 1085 (May 2007):
Wastewater treatment – Vocabulary

DIN EN 12832 (November 1999):
Characterisation of sludges – Utilisation and disposal of sludges – Vocabulary

(German) Sewage Sludge Ordinance (AbfKlärV)
Not available in English – dated 15 April 1992, last amended on 24 Feb 2012 BGBI. p.212

(German) Recycling Management and Waste Storage Law (KrWG) – Law for the promotion of recycling management and securing of environmentally compatible management of wastes (Recycling and Management Law – KrWG) dated 24 February 2012 (Bbl. p. 2012, last amended on 22 May 2013 (BGBI.I p.1324)

Abfallablagerungsverordnung - AbfAblV vom 20. Februar 2001, BGBI. I Nr. 10 vom 27.02.2001, S. 305, zuletzt geändert am 13. Dezember 2006 BGBI. I Nr. 59 vom 16.12.2006 S. 2860 am 16. Juli 2009 außer Kraft getreten (Art. 4 Nr. 2, 27. April 2009 BGBI. I S. 900, 950)
jetzt viele Deponieverordnung (DepV) vom 27.04.2009 (BGBI. I S. 900) und Gewinnungsabfallverordnung (GewinnungsAbfV) v. 27. April 2009 (BGBI. I S. 900, 947)

DWA-Themenband (November 2007)
Aufbereitung von Industrieabwasser und Prozesswasser mit Membranverfahren und Membranbelebungsverfahren

Miliczek, P., Berndt, D., Nürnberg, P., Kuhlmeier, W.
Handbuch für Umwelttechnische Berufe (Ver- und Entsorger), Band 1, Grundlagen für alle Berufe; Hrsg.: DWA, 8. Aufl.; München: F. Hirthammer Verlag, 2012

Richtlinie 91/271/EWG
des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser, ABl. Nr. L 135 vom 30.5. 1991 S. 40; Stand : zuletzt geändert durch die Richtlinie 2013/64/EU vom 17. Dez. 2013, Abl. L353 v. 28.12.2013

Baumgart, H.-C., Fischer, M., Loy, H.
Handbuch für Umwelttechnische Berufe
Band 3, Abwassertechnik; Hrsg.: 9. Aufl.; München: F. Hirthammer Verlag, 2011

TA Siedlungsabfall
Dritte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz - Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen vom 14. Mai 1993, BAnz. S. 4967 und Beilage, am 16. Juli 2009 außer Kraft getreten

(German) Ordinance on Environmentally Compatible Storage of Waste from Human Settlements and on Biological Waste - Treatment Facilities
(Abfallablagerungsverordnung - AbfAblV) dated 20 February 2001, BGBI. I No. 10 dated 27 Feb 2001 p. 305, last amended on 13 Dec 2006 BGBI. I No. 59 dated 16 Dec 2006 p. 2860, expired 16 July 2009 (Art. 4 No. 2, 27 April 2009 (BGBL.I s.900,950)

DWA-Topics (November 2007)
Treatment of industrial wastewater and process water with membrane processes and membrane bioreactor technology

Miliczek, P., Berndt, D., Nürnberg, P., Kuhlmeier, W.
Not available in English. [Manual for environment engineering professions (Environmental Technician)] [Vol.1]; Basics for all wastewater branches] publ. by: DWA, 8th Edition; München: F. Hirthammer Verlag, 2012

Directive 91/271/EEC
of the Council dated 21 May 1991 concerning urban wastewater treatment, last amended by the Directive 2013/64/EU dated 17 December 2013, ABl.I. 353 dated 28.10.2013

Baumgart, H.-C., Fischer, M., Loy, H.
Not available in English. [Manual for environmental engineering careers (Environmental Technician), Vol. 3, Wastewater Engineering; Publ.: 9th edition; München: F. Hirthammer Verlag, 2011

(German) Technical Instruction Municipal Waste
Not available in English. Third general administrative instruction for utilisation, treatment and otherwise disposal of municipal waste dated 14 May 1993, BAnz. p.4967 and attachment, expired 16 July 2009

Für die Herleitung von Werten für die Bemessung von Entwässerungssystemen und kommunalen Kläranlagen sowie die Kurzzeichen für die Bemessungswerte wird mit dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 (April 2003) “Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen” ein einheitliches System eingeführt, das übergreifend für alle Arbeits- und Merkblätter des DWA-Regelwerkes gilt.

Vielleicht ist dieser Artikel ein entsprechendes „Grundgerüst“ für eine neue Sammlung von wichtigen Grundbegriffen/-kenndaten der Klärwerkstechnik für den einen oder anderen Fachkollegen.

For the derivation of values for the dimensioning of drainage systems and municipal wastewater treatment plants as well as the symbols for the dimensioning values, a common system is introduced with the ATV-DVWK-Standard A 198E (April 2003) "Standardisation and Derivation of Dimensioning Values for Wastewater Facilities", which applies overall for all standards and advisory leaflets of the DWA Set of Rules and Standards.

Perhaps this article makes an appropriate basic framework for a new collection of important basic terms/characteristic data of wastewater treatment plant technology for one or other specialist colleagues.

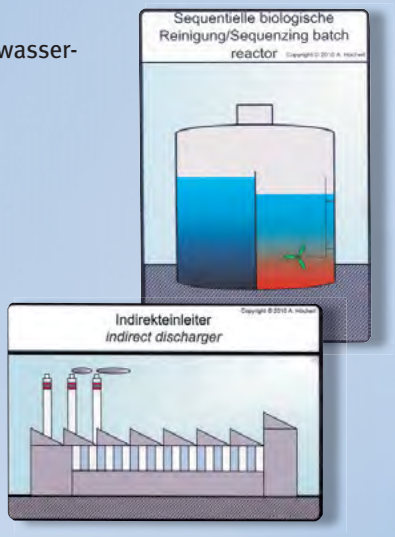
Vorbereitet für das Ausbildungsjahr?

Ausbildung zum Anfassen

Ausbildungsbaukasten Abwassertechnik

60 magnetische Haft-Karten, inkl. neuer Magnetkarten, 44 Karteikarten, ca. 130 Fragen zur Abwassertechnik. Bauen Sie mit den Karten am Whiteboard Ihre Kläranlage nach!

- ☐ **Magnetkarten DIN A5** **458,00 €/366,40 €*)**
- ☐ **Magnetkarten DIN A6** **388,00 €/310,40 €*)**
- ☐ **Magnetkarten DIN A7** **298,00 €/238,40 €*)**



Einzel-Karteikartensatz Abwassertechnik

☐ 44 Darstellungen in Spielkartengröße, dazu auf der Rückseite die passenden wichtigsten Informationen wie Definitionen, Richtwerte oder Berechnungsformeln – **Ideal für die Hosentasche als ständiger Lernbegleiter!** **19,00 €**

Trainingskasten Umwelttechnik Wasser-Abfall-Energie

☐ **62 Magnetkarten, Größe DIN A6, im Kunststoffkoffer** **128,00 €/102,40 €*)**
Die Darstellungen zeigen wichtige Bauwerke und Stationen im großen Wasser- und Energiekreislauf.

Trainingskasten Biogas

☐ **84 runde Magnete mit 14 Motiven, 35 Magnetkarten DIN A6; im Kunststoffkoffer** **210,00 €/168,00 €*)**

Eine genaue Aufstellung der in allen Kästen enthaltenen Karten finden Sie auf unserer Homepage www.dwa.de Unterseite Publikationen/Berufliche Aus- und Fortbildung.
Preise inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten.
Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise Stand März 2015
*) Preis für fördernde DWA-Mitglieder

www.dwa.de/shop

Fax-Antwort: 02242 872-100

Ja, **wir bestellen**
☐ **die angekreuzten Produkte**

☐ gegen Rechnung per Kreditkarte: ☐ Visa ☐ Mastercard

DWA
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V.
Kundenzentrum
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef

Absender

Name/Vorname

Firma

Straße

Postleitzahl/Stadt/Land

DWA-Mitgliedsnummer E-Mail (freiwillig)

Datum/Unterschrift

☐ Ja, ich willige ein, künftig Informationen der DWA/GFA per E-Mail zu erhalten.

03/2015

Rund um die Kläranlage

Für die betriebliche Praxis

Formelsammlungen

☐ **Formelheft Umwelttechnische Berufe** **14,50 €**

Klaus Müller, Martin Plepla, Wolfgang Steinle, Kerschensteinerschule Stuttgart
DWA-Landesverband Baden-Württemberg
3. Auflage März 2011, 112 Seiten, Spiralbindung, DIN A4

☐ **Formelsammlung für umwelttechnische Berufe** **7,00 €**

Abwassertechnik • Wasserversorgungstechnik • Kreislauf- und Abfallwirtschaft • Rohr-, Kanal- und Industrieservice
10. Auflage 2010, 78 Seiten, kartoniert, DIN A5, Kreisvolkshochschule Norden gGmbH

Informations-Broschüre

☐ **Umwelttechnische Berufe – Band 2: Fachkraft für Abwassertechnik** **13,50 €**

Erläuterungen und Praxishilfen zur Ausbildungsordnung, Bundesinstitut für Berufsbildung BIBB (Hrsg.),
1. Auflage 2002, 82 Seiten, broschiert, DIN A4

Fachbücher

☐ **Handbuch für Umwelttechnische Berufe – Band 1: Grundlagen für alle Berufe** **68,00 €**

Dieter Berndt, Peter Nürnberg, Werner Kuhlmeier, Ullrich Lottner, Olaf Kaufmann, Dieter Schreff
8. Auflage 2012, 581 Seiten, ca. 300 Abbildungen, gebunden, F.Hirthammer Verlag GmbH

☐ **Handbuch für Umwelttechnische Berufe – Band 3: Abwassertechnik** **68,00 €**

Dr.-Ing. Heinz-Christian Baumgart, Manfred Fischer, Hardy Loy
9. neu bearbeitete Auflage 2011, 648 Seiten, ca. 600 Abbildungen und Tabellen, gebunden, F.Hirthammer Verlag GmbH

☐ **Mikroorganismen in der Abwasserreinigung** **29,80 €**

Dr. Harald Buck, Helmut Resch, Regine Schatz
3. Auflage 2012, 56 Seiten, 75 farbige Abbildungen und Fotos, gebunden F.Hirthammer Verlag GmbH

☐ **Klärwärter-Taschenbuch** **42,00 €**

Fischer/Felber
Hirthammer Verlag in der DWA
17. Auflage 2014, 442 Seiten, über 160 Abbildungen und farbige Fotos, 17,2 x 12,3 cm,
ISBN 978-3-921288-09-2

☐ **Senkung des Stromverbrauchs auf Kläranlagen** **38,00 €/30,40 €*)**

Systematisches Vorgehen zur Steigerung der Energieeffizienz durch Nutzung des Einsparpotenzials

Baumann/Maurer/Roth
3. Auflage, 2014, 146 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Tabellen, broschiert, DIN A5,
ISBN 978-3-940173-47-8

Preise inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten.
Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise Stand März 2015
*) Preis für fördernde DWA-Mitglieder

www.dwa.de/shop

03/2015

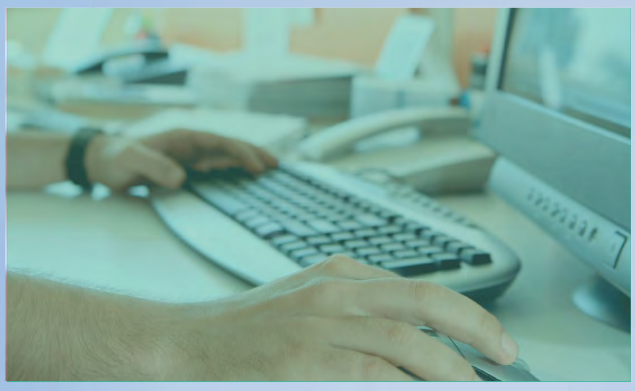
DWA · Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland · Tel.: +49 2242 872-333 · E-Mail: info@dwa.de · Internet: www.dwa.de

Hirthammer-SBS-Betriebstagebücher

New Generation (NG)

Ab sofort die neue Version für

- Kläranlagen
- naturnahe Abwasseranlagen
- Industrieanlagen
- Wasserwerke



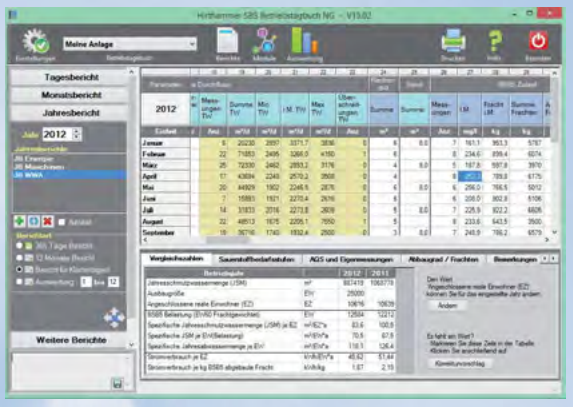
Betriebsdaten dokumentieren, auswerten, grafisch aufbereiten, Statistiken erstellen, Termine planen und am Jahresende Daten direkt **behördengerecht** weitergeben. Das funktioniert bequem mit allen vier Hirthammer-SBS-Betriebstagebüchern.

F.Hirthammer F.H

in der DWA

Die Version NG bietet mehr Möglichkeiten

- unbegrenzt Parameter, Tages-, Monats- und Jahresberichte anlegen
- standardisierte und einfach anpassbare Auswertungen machen
- aus zahlreichen Grafikvarianten (3D, Logarithmisch, 85%-Wert,..) auswählen
- mehrere Anlagen in einer Oberfläche übersichtlich verwalten
- beliebig viele externe Datenquellen anbinden
- Berichte als PDF, CSV- oder XML-Datei oder direkt in Excel exportieren
- komfortable Schnittstellen zu **DABay**, **Labdüs** und **SEBAM** bedienen
- Leistungsbild, Leistungsvergleich, Fremdwasserermittlung erstellen
- automatisch stärkere Datensicherung



Für Fragen zu Lizensierung, Versionswechsel,
Preise und Bestellung wenden Sie sich bitte an unser Kundenzentrum:

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de · Internet: www.dwa.de

Für fachliche und technische Fragen wenden Sie sich bitte an unseren Partner:

SBS-Datentechnik, Herr Schöpplein
+49 09522 3768845 oder +49 15117896234
Fax: +49 9522-376 8038
E-Mail: kontakt@sbs-datentechnik.de

www.dwa.de/shop

DWA

03/2015

Weiterqualifizierungsmaßnahmen für das Betriebspersonal

- **Fachkraft für Abwassertechnik**
  13 Wochen Blockunterricht verteilt auf 12 Monate, staatliche Prüfung
  Lehrgangsorte Essen, Lauingen, Norden, Dresden
- **Abwassermeisterlehrgang in Blockform**
  13 Wochen Blockunterricht verteilt auf 20 Monate, staatliche Prüfung
  Lehrgangsorte Essen, Lauingen, Norden, Dresden
- **Abwassermeister-Weiterbildung**
- **Kanalinspektion**
- **Kanaldichtheit – Sachkundelehrgang**
- **Geprüfte Kanalfachkraft**
- **Vorarbeiterlehrgang Kanal- und Kläranlagenbetrieb**
- **Bekämpfung von Ratten in der Kanalisation mit fertigen Fraßködern**

Publikationen

Broschüre
UT-Berufe, Umwelttechnische Berufe, Lehrgänge Abwassertechnik
24 Seiten, DIN A5 Einzelexemplar kostenlos

DWA-Themen
Muster-Betriebsanweisung für das Personal von kleinen Kläranlagen
Mai 2009, 34 Seiten, 1 Abbildung, 13 Tabellen, DIN A4, mit CD-ROM
ISBN 978-3-941089-60-0 32,00 €*)

*) Fördernde DWA-Mitglieder erhalten 20 % Rabatt.
Preis inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten.
Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.

Nähere Informationen erhalten Sie bei:

DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Rosemarie Ullmann • Tel.: 02242 872-119 • Fax: 02242 872-135
E-Mail: ullmann@dwa.de • Internet: www.dwa.de

Bildungsveranstaltungen und Publikationen aktuell im Internet: www.dwa.de

Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV)
Marc-Aurel-Straße 5 • 1010 Wien • Österreich/Austria
Tel: +43 1 535 57 20/77 • Fax: +43 1 535 40 64
E-Mail: seebacher@oewav.at
Internet: www.oewav.at • Internet: www.kan.at

Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
Sekretariat Schulung Klärwerkpersonal
Europastraße 3 • Postfach • 8152 Glattbrugg
Tel. +41 43 343 70 70 • Fax. +41 43 343 70 71
E-Mail: kw-schulung@vsa.ch
Internet: www.vsa.ch

Herausgeber/ Publisher:
DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
German Association for Water, Wastewater and Waste
Theodor-Heuss-Allee 17 • 53773 Hennef
Deutschland/Germany
Tel.: +49 2242 872-333 • Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de • Internet: www.dwa.de