



Qualifikation des Betriebspersonals auf Kläranlagen

Training of sewage treatment plant staff

Grundbegriffe/ -kenndaten
Basic terms/ characteristic data

Dipl.-Ing. Gerolf Lenz

1.

Für interessierte und praxisorientierte Fachleute der Abwassertechnik, im besonderen für die Personen auf Kläranlagen, wie Abwassermeister und Facharbeiter/Fachkräfte, aber auch angelehrte 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 dimensioning and design data given are guidance or mean values and, in individual cases, are to be checked with regard to each wastewater treatment plant.

Abwasser

Wastewater

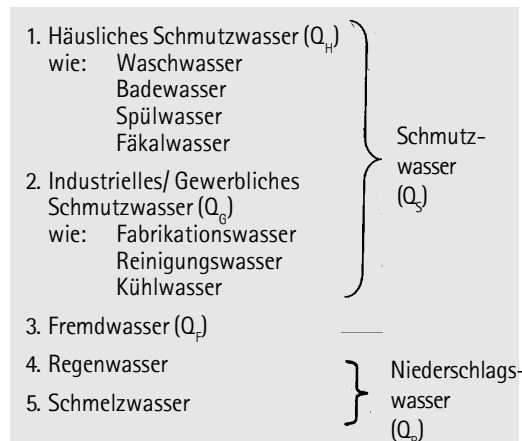
1.1 Begriff Abwasser

Abwasser ist das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte und das bei Trockenwetter damit zusammen abfließende Wasser (Schmutzwasser) sowie das von Niederschlägen aus dem Bereich von bebauten oder befestigten Flächen abfließende Wasser (Niederschlagswasser) [s. hier § 2 (1) Abwasserabgabengesetz].

1.1 Wastewater, the term

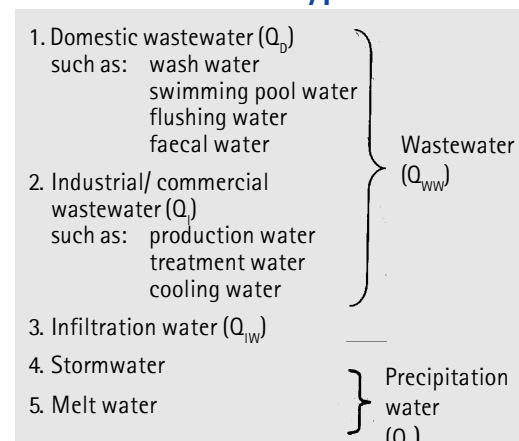
Wastewater is discharged water which is changed in its characteristics through domestic, industrial, agricultural or other use and which thus flows off together in dry weather (domestic and industrial wastewater) as well as water which is discharged from precipitation on to built-up or hard surfaces (precipitation water) [see here § 2 (1) German Wastewater Charges Law (Abwasserabgabengesetz)].

1.2 Abwasserarten



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

1.2 Wastewater types



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 Abwasserzufluss

(zur Kläranlage) – Mischsystem

- ▶ bei Trockenwetter: $Q_T = Q_H + Q_G + Q_F = Q_S + Q_F$
- ▶ bei Regen: Ermittlung des zulässigen Mischwasserabflusses zur Kläranlage, siehe ATV-DVWK-Regelwerk, Arbeitsblatt A 198, April 2003

1.3 Wastewater inflow

(to the wastewater treatment plant) – combined system

- ▶ with dry weather: $Q_{DW} = Q_D + Q_I = Q_{WW} + Q_{IW}$
- ▶ with rainfall: determination of the permitted combined wastewater discharge to the wastewater treatment plant, see ATV-DVWK Standard A 198E, April 2003



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 Kjeldal 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)

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 {200 l / (E · d)} oder Abwasserinhaltsstoffen {60 g BSB₅ / (E · d) bzw. 120 g CSB / (E · d)}

1.4 Wastewater pollution (wastewater, raw)

Inhabitant-related loads in raw wastewater	
BOD ₅ :	60 g / (l · d)
COD:	120 g / (l · d)
filterable solids:	70 g / (l · d)
P _{tot} :	1.8 g / (l · d)
N _{tot} :	11 g / (l · d)
N _{tot} in raw wastewater mainly as TKN	
TKN (Total Kjeldal 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)

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 / (l · d)} or wastewater content substances {60 g BOD₅ / (l · d) or 120 g COD / (l · d)}



2.

Abwasserbehandlung

Wastewater Treatment

2.1 Mechanik

2.1 Mechanical

2.1.1 Rechen und Siebe

2.1.1 Screens and sieves

	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

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

Fließgeschwindigkeit im freien Querschnitt:
 $v \geq 0,6 - 1,5 \text{ m/s}$
 (Fließgeschwindigkeit vor dem Rechen $> 0,5 \text{ m/s}$)
 Staudifferenz: 5 - 10 cm

Flow rate in free cross-section:
 $v \geq 0.6 - 1.5 \text{ m/s}$
 (flow rate before the screen $> 0.5 \text{ m/s}$)
 Pressure difference: 5 - 10 cm

2.1.2 Sandfang

2.1.2 Grit chamber

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

Flow rate:	$v_{\text{des}} \geq 0.3 \text{ m/s} - 0.6 \text{ m/s}$ (long grit chamber)
Grain sizes used	$\geq 0.2 \text{ mm } \emptyset$
Amount of grit chamber material:	2 - 15 l / (l · a) or 2 - 15 m ³ / (1,000 l · a)
Aerated grit chamber: Ratio width to depth:	= 0.8 (with wet weather) and 1.0 (with dry weather)
Cross-sectional area:	1 - 10 m ²
Air transfer:	0.5 - 1.5 m ³ air / (m ³ tank contents · h)

2.1.3 Vorklärung

2.1.3 Primary settling

	Durchflusszeit [h]	Oberflächen beschickung [m ³ /(m ² · h)]
bei Tropfkörper bei Belebungsanlagen	1,7-2,5 0,5-1,5	1,5 - 0,8 4 - 2,5 bei ÜS-Einleitung bis max. 3

	Flow time [h]	Surface charging [m ³ /(m ² · h)]
with trickling filters with activated sludge plants	1.7-2.5 0.5-1.5	1.5 - 0.8 4 - 2.5 with surplus sludge discharge up to a max. of 3

Beckenlänge: 30 - 60 m
 Beckenbreite: 4 - 12 m
 Beckentiefe: > 2 m
 Verhältnis Beckentiefe zu Beckenlänge: 1 : 15 - 1 : 20
 Kantenbelastung: $\leq 35 \text{ m}^3 / (\text{m Kantenlänge} \cdot \text{h})$
 Vorfällung: 40 - 70 % der organischen Stoffe entfernt
 Schwimmschlamm: abhängig von Feinheit Rechen bzw. Sieb

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: $\leq 35 \text{ m}^3 / (\text{m edge length} \cdot \text{h})$
 Pre-precipitation: 40 - 70 % of organic matter removed
 Bulking sludge: 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
 Stüttschicht: 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 %

2.2 Biological

2.2.1 Natural wastewater treatment

Unaerated and aerated wastewater ponds, helophyte treatment plants

2.2.2 Trickling filters

Fill material: 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 fill material
 Share of cavities: ca. 50 %

2.2.2.2 Trickling filters with synthetic filling:

Specific surface: ≥ 150 m² / m³ fill material
 Share of cavities: ca. 95 %

	B _R Kohlenstoffabbau kg BSB ₅ / (m ³ · d) Carbon degradation kg BOD ₅ / (m ³ · d)	B _R Nitrifikation kg BSB ₅ / (m ³ · d) Nitrification kg BOD ₅ / (m ³ · d)	Oberfl. beschick. Kohlenstoffabbau/ Surface charging carbon degradation m ³ / (m ² · h)	Oberfl. beschick. Nitrifikation/ Surface charging nitrification m ³ / (m ² · h)
Brockenfüllung Broken filling	0,4 0,4	0,2 0,2	0,5 - 1 0,5 - 1	0,4 - 0,8 0,4 - 0,8
Kunststofffüllung Synthetic filling	2 - 4 2 - 4	0,2 - 0,4 0,2 - 0,4	1,5 - 10 1,5 - 10	0,6 - 1,5 0,6 - 1,5

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

Construction height: ≥ 3 m
 Return ratio: ca. 1 : 1
 Solid matter in the discharge from the trickling filter: 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 / BSB₅: 1 : 5 bis 1 : 4
 (mit und ohne Vorklämung)

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 / BOD₅: 1 : 5 to 1 : 4
 (with and without primary settling stage)

	Schlammbelastung [kg BSB ₅ / (kg TS · d)] Sludge loading [kg BOD ₅ / (kg DS · d)]	Raumbelastung [kg BSB ₅ / (m ³ Raum · d)] Volume loading [kg BOD ₅ / (m ³ vol. · d)]	Überschussschlamm [kg TS / kg BSB ₅ -Abbau] Surplus sludge [kg MLSS / kg BOD ₅ degradation]	Schlamm- alter [d] Sludge age [d]	Durchflusszeit (Regen) [h] Flow time (rainfall) [h]
Schlammstabilisation/ Sludge stabilisation	≤ 0,05 ≤ 0,05	0,20 - 0,25 0,20 - 0,25	< 0,54 < 0,54	≥ 25 ≥ 25	
Nitrifikation/ Nitrification	≤ 0,10 ≤ 0,10	0,38 - 0,5 0,38 - 0,5	< 0,65 < 0,65	≥ 8 ≥ 8	> 3 > 3
weitgehender C-Abbau/ Advanced C-degradation	≤ 0,30 ≤ 0,30	0,75 - 1 0,75 - 1	< 0,83 < 0,83	≥ 4 ≥ 4	> 1 > 1

Aufenthaltszeit des Abwassers:

ca. 4 - 14 Stunden
(A-Stufe: 0,5 h; 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

Rücklaufschlammverhältnis:

häufig etwa 1:1, entsprechend 100 %
(Rücklaufschlammmenge und Zulaufmenge gleich groß)

Interne Rezirkulation (bei vorgeschalteter Denitrifikation):

150 - 300 % = Rückführung von Belebtschlamm aus dem Ablaufbereich des Nitrifikationsbeckens in die Denitrifikationszone

Aerobes Schlammalter:

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

Nitrifikation

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

Voraussetzungen für weitergehende Nitrifikation:

pH: 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: 2mg / l)
Säurekapazität im Ablauf BB: $\geq 1,5 - 2$ mmol / l
bei der Nitrifikation werden 0,14 mmol / SK je 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 (s. auch Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131).

Detention time of the wastewater:

ca. 4 - 14 hours
(A-Stage: 0.5 h; 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

Return sludge ratio:

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

Internal recirculation (with upstream nitrification):

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: Nitrosation + Nitration
Conversion: NH_4^+ to NO_2^- NO_2^- to NO_3^-
Bacteria species: nitrosomonas + nitrobacters = nitrificants

Prerequisites for advanced nitrification:

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: 2mg / l)
Acid capacity in discharge AT: $\geq 1.5 - 2$ mmol / l
with nitrification 0.14 mmol / AC per mg NH_4-N are 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
(s. also ATV-DVWK Standard A 131).



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: nur gelöster Sauerstoff

N_{anorg} : $(\text{NO}_3^- - \text{N}) + (\text{NO}_2^- - \text{N}) + (\text{NH}_4^+ - \text{N})$

N_{ges} : $N_{\text{anorg}} + N_{\text{org}} = (\text{NO}_3^- - \text{N}) + (\text{NO}_2^- - \text{N}) + (\text{NH}_4^+ - \text{N}) + N_{\text{org}}$

Biol. 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

Anaerob: without dissolved and without bonded oxygen

Anoxic: without dissolved but with bonded oxygen

Aerobic: only dissolved oxygen

N_{inorg} : $(\text{NO}_3^- - \text{N}) + (\text{NO}_2^- - \text{N}) + (\text{NH}_4^+ - \text{N})$

N_{tot} : $N_{\text{inorg}} + N_{\text{org}} = (\text{NO}_3^- - \text{N}) + (\text{NO}_2^- - \text{N}) + (\text{NH}_4^+ - \text{N}) + N_{\text{org}}$

Biol. 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)

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

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

Koagulation: Entstabilisieren gleich geladener Teilchen mit anschl. Flockung

Flockung: Aggregation ungelöster, fein verteilter Teilchen zu größeren Verbänden

Erhöhte biologische Phosphorentfernung:
verstärkte bakterielle Phosphoraufnahme im aeroben Bereich nach Rücklösung im anaeroben Bereich - alternativ oder in Kombination mit P-Fällung

Phosphorous elimination

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

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

β -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

Increased biological phosphorous removal:
increased bacterial phosphorous 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
0,8 - 1,4 mg CSB
0,02 - 0,04 mg P
0,08 - 0,1 mg N

2.2.4 Secondary settlement

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

Oberflächenbeschickung:	
Horizontal durchströmt:	< 1,6 m / h
Vertikal durchströmt:	< 2,0 m / h
Durchflusszeit: > 2,5 h	
Schlammvolumenbeschickung:	
Trichterbecken	≤ 600 l / (m ² · h)
Rundbecken mit Räumern	≤ 500 l / (m ² · h)
Tiefe: > 3 m (Rundbecken)	
Räumgeschw. d. Räumers:	
Längsbecken	2 cm / s
Rundbecken	4 cm / s
Ablauf Nachklärung	
CSB : BSB ₅ - Verhältnis:	6 : 1 bis 8 : 1
Kantenbelastung:	5 - 10 m ³ / (m · h)

Surface loading:	
horizontal flow:	< 1.6 m / h
vertical flow:	< 2.0 m / h
Flow time: > 2.5 h	
Sludge volume surface loading:	
hopper-bottom tank	≤ 600 l / (m ² · h)
circular tank with scraper	≤ 500 l / (m ² · h)
Depth: > 3 m (circular tank)	
Clearance rate of scraper:	
longitudinal tank	2 cm / s
circular tank	4 cm / s
Runoff secondary treatment	
COD : BOD ₅ ratio:	6 : 1 to 8 : 1
Edge loading:	5 - 10 m ³ / (m · h)

3.

Schlammbehandlung

3.1 Schlammarten

Klärschlamm

Schlamm, der bei der Abwasserbehandlung anfällt.

Rohschlamm oder Frischschlamm

Schlamm vor der Schlammbehandlung (unbehandelter Schlamm).

Vorklärschlamm

Schlamm aus der Vorklärung, in der Regel Primärschlamm. Wird der Überschussschlamm in die Vorklärung geleitet, ist dieser im Vorklärschlamm enthalten.

Primärschlamm

Schlamm aus den Feststoffen des Rohabwassers, die sich im Vorklärbecken absetzen.

Sekundärschlamm = biologischer Überschussschlamm

Der Belebtschlamm ohne Fällschlamm, der sich im Nachklärbecken absetzt.

Tertiärschlamm

Schlamm, der durch Fällung entsteht.

Schwimmschlamm

Schwimmstoffe, die sich auf Absetzbecken oder in Faulbehältern bilden.

Belebtschlamm

Bakterienflocken, die in den Belebungsbecken Abwasserinhaltsstoffe ab- und umbauen.

Rücklaufschlamm

Schlamm, der aus dem Nachklärbecken in das Belebungsbecken gepumpt wird, um dort die Bakteriendichte aufrecht zu erhalten.

Sludge Treatment

3.1 Sludge types

Sewage sludge

Sludge produced by treatment of wastewater.

Raw sludge or fresh sludge

Sludge before sludge treatment (untreated sludge).

Primary sewage sludge

Sludge from the primary settling stage, as a rule primary sludge. If the surplus sludge is fed into the primary settling stage, this is included in the primary sewage sludge.

Primary sludge

Sludge from the solid matter in the raw sludge, which settles in the primary settlement tank.

Secondary sludge = biological surplus sludge

Activated sludge without precipitation sludge, which settles in the secondary settling tank.

Tertiary sludge

Sludge which results from precipitation.

Floating sludge

Floating solids which form on settling tanks or in digesters.

Activated sludge

Bacterial flocs which degrade and convert wastewater content substances in aeration tanks.

Return sludge

Sludge which is pumped from the secondary settling tank into the aeration tank in order to maintain the bacteria density there.



Überschussschlamm

Neu gebildeter Belebtschlamm wird als Überschussschlamm abgezogen und zur Schlammbehandlung oder vor das VKB gepumpt.

Blähschlamm

Belebtschlamm mit einem ISV > 150 ml/g und viele fadenförmige Bakterien (Feststellung über Mikroskop)

Faulschlamm

In Faulbehältern anaerob stabilisierter Schlamm

Impfschlamm

Faulschlamm oder Belebtschlamm einer fremden Anlage, der genutzt wird, um den Faulbehälter oder die Belebung anzufahren

Nassschlamm

Stabilisierter Schlamm vor der Entwässerung

Fäkalschlamm

Schlamm aus abflusslosen Gruben oder Ausfallgruben

stabilisierter Schlamm

Schlamm, der so behandelt wurde, dass die geruchsbildenden Inhaltsstoffe und/oder die organischen Schlammfeststoffe weitestgehend verringert sind.

Man unterscheidet hauptsächlich:

- ▶ aerob stabilisiert
- ▶ anaerob stabilisiert (psychrophil, mesophil, thermophil) (mesophil = Regelfall !)

Surplus sludge

Newly formed activated sludge is removed as surplus sludge and is pumped to sludge treatment or the primary settling tank.

Bulking sludge

Activated sludge with a SVI > 150 ml/g and many filamentous bacteria (determination via microscope)

Digested sludge

Anaerobic stabilised sludge in digesters

Seeding sludge

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

Faecal matter

Sludge from pits without runoff or putrefaction basins

Stabilised sludge

Sludge which has been so treated that the odour forming content substances and/or the organic sludge solid matter is reduced as far as possible.

One differentiates mainly:

- ▶ aerobic stabilised
- ▶ anaerob stabilised (psychrophilic, mesophilic, thermophilic) (mesophilic = normal case)

3.2 Schlammanfall (Durchschnittswerte)

Primärschlamm	45 g / (E · d)
Biol. Überschussschlamm	35 g / (E · d)
Fällungsschlamm	10 g / (E · d)

3.2 Sludge production (average values)

Primary sludge	45 g / (l · d)
Biol. surplus sludge	35 g / (l · d)
Precipitation sludge	10 g / (l · d)

3.3 Gegenüberstellung Rohschlamm / Faulschlamm

	Rohschlamm	Faulschlamm
Farbe:	gelblich-grau	schwarz
Geruch:	nach Fäkalien	teerig / erdig
Entwässerbarkeit:	schlecht	gut
Fließfähigkeit:	schlecht	gut
Wassergehalt:	92 - 96 % (eingedickt)	94 - 97 %
Feststoffgehalt:	4 - 8 % (40 - 80 g / kg)	3 - 6 % (30 - 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) bzw. 1 % vom Abwasserzufluss	0,8 l / (E · d) eingedickt 0,1-0,3 l / (E · d) maschinell entwässert

3.3 Comparison Raw sludge / digested sludge

	Raw sludge	Digester sludge
Colour:	yellow-grey	black
Odour:	like faeces	tarry / earthy
Dewatering ability:	poor	good
Flowability:	poor	good
Water content:	92 - 96 % (thickened)	94 - 97 %
Solids content:	4 - 8 % (40 - 80 g / kg)	3 - 6 % (30 - 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 / (l · d) or 1 % of wastewater inflow	0.8 l / (l · d) thickened 0.1-0.3 l / (l · d) mechanically dewatered

3.4 Faulung (anaerobe Stabilisation) und Faulbehälter

Phasen für den anaeroben Abbau organischer Stoffe

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

3.4 Digestion (anaerobic stabilisation) and digesters

Phases for the anaerobic degradation of organic matter

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

Temperatur/ Aufenthaltszeit / notwendiges Faulvolumen von Methanbakterien / Temperature/ retention time / necessary digestion volume of methane bacteria

psychrophil/ psychrophilic	10 - 20 °C	>100 Tage/ days	< 200 l Faulraum / E / digester space / l
mesophil/ mesophilic	34 - 38 °C	> 20 Tage/ days	30 - 40 l Faulraum / E / digester space / l
thermophil/ thermophilic	50 - 55 °C	7 Tage/ days	12 l Faulraum / E / digester space / l

3.5 Fäkalschlamm

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

3.5 Faecal sludge

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

3.6 Faulgas

Faulgasanfall:

15 - 25 l / (E · d) 350 - 500 l / kg oTS
zugeführt (Mischschlamm)

Faulgaszusammensetzung:

Methan: 60 - 70 %, CO₂: 30 - 40 %
sowie geringe Anteile Stickstoff, H₂S und Edelgase

kritischer H₂S -Anteil für Faulgasverwertung: 0,15 %
Heizwert: 23.000 kJ / m³ entspricht 0,6 l Heizöl

Gasspeicher (mind.):

Speicherkapazität / Nutzraum 100 % des Gasanfalles
eines Wochentages

3.6 Digester gas

Digester gas yield:

15 - 25 l / (l · d) 350 - 500 l / kg oDS added
(combined sludge)

Digester gas composition:

Methane: 60- 70 % CO₂: 30 - 40 %
as well as small shares of N, H₂S and noble gases

Critical H₂S share for digester gas utilisation: 0.15 %
Calorific value: 23,000 kJ / m³ corresponds
with 0.6 l heating oil

Gas storage (at least):

storage capacity / useful space 100 % of gas yield
of a weekday

3.7 Faulschlamm entwässerung

Vorbereitung:

Konditionierung mit:

- ▶ anorganischen Mitteln: Kalk und Eisen (selten)
- ▶ organischen Mitteln: Polymere

Entwässerung Kammerfilterpressen:

bis 40 % TS (Kalk-Eisenkonditionierung)
bis 35 % TS (Polymerkonditionierung)

Entwässerung Zentrifugen:

bis 30 % TS (Polymerkonditionierung)

Entwässerung Hochleistungszentrifugen:

bis 35 % TS (Polymerkonditionierung)

Entwässerung Bandfilterpressen:

bis 30 % TS (Polymerkonditionierung)

3.7 Digester sludge dewatering

Preparation:

Conditioning using:

- ▶ inorganic means: lime and iron (seldom)
- ▶ organic means: polymers

Dewatering chamber filter presses:

up to 40 % DS (lime - iron conditioning)
up to 35 % DS (polymer conditioning)

Dewatering centrifuges:

up to 30 % DS (polymer conditioning)

Dewatering high performance centrifuges:

up to 35 % DS (polymer conditioning)

Dewatering belt filter presses:

up to 30 % DS (polymer conditioning)



3.8 Abfallbeseitigung / -verwertung

Grundsätzlich sollen Abfälle (auch Abfälle von Kläranlagen), soweit sie nicht vermeidbar sind, verwertet werden.

Es gibt Ausnahmen:

- ▶ wenn es keine geeigneten technischen Möglichkeiten gibt,
- ▶ wenn der Gehalt an Schadstoffen zu hoch ist und eine Verwertung nicht umweltverträglich ist,
- ▶ wenn die Verwertung gegenüber der Beseitigung unverhältnismäßig teuer ist.

Bei der Verwertung wird mindestens eine Eigenschaft (z. B. beim Klärschlamm Düngewirkung) positiv genutzt:

- ▶ im Landschafts- oder Gartenbau gemäß Klärschlammverordnung (AbfklärV),
- ▶ bei der Kompostierung,
- ▶ bei einer energetischen Verwertung der Brennwert des Materials (> 11.000 kJ/kg).

Vorrang hat die besser umweltverträgliche Verwertungsart (vgl. 6 KpW/AbfG).

In der AbfklärV 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.

Ab spätestens 01.06.2005 (gemäß TA Siedlungsabfall und Ablagerungsverordnung) muss die Ablagerung nicht ausreichender vorbehandelter Abfälle beendet werden.

3.8 Waste disposal / utilisation

Fundamentally wastes (also wastes from sewage treatment plants), insofar as they are unavoidable, are to be utilised.

There are exceptions:

- ▶ if there are no suitable technical solutions,
- ▶ if the content of contaminants is too high and a utilisation is not environmentally compatible,
- ▶ if utilisation as compared with disposal is unreasonably expensive.

With utilisation at least one property (e.g. with sewage sludge fertiliser effect) is used positively:

- ▶ in landscaping or horticulture in accordance with the German Sewage Sludge Ordinance (AbfklärV),
- ▶ with composting,
- ▶ with utilisation as energy the calorific value of the material (> 11,000 kJ/kg).

The better environmentally compatible utilisation has priority (comp. 6 KpW/AbfG).

Max. application quantities and max. pollutant contents as well as application bans and limitations are given in the AbfklärV.

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).

From 01.06.2005 (i.a.w. the [German] Technical Instruction Municipal Waste and Stored Material Ordinance), the storage of insufficiently pre-treated wastes has to cease.

4.

Schlussbemerkung

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

Hierbei dienen im wesentlichen auch folgende Literaturunterlagen:

ATV-A 115

Einleiten von nicht häuslichem Abwasser in eine öffentliche Abwasseranlage, Oktober 1994

ATV-DVWK-A 131

Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Mai 2000

ATV-DVWK-A 281

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

DIN 4045

Abwassertechnik, Begriffe

Miliczek, P., Berndt, D., Nürnberg, P., Uhe, E.
Handbuch für Umwelttechnische Berufe (Ver- und Entsorger), Band 1, Grundlagen für alle Fachrichtungen: Wasserversorgungstechnik, Abwassertechnik, Kreislauf- und Abfallwirtschaft, Rohr-, Kanal- und Industrieservice; Hrsg.: ATV -DVWK, DVGW und bibb-Bundesinstitut für Berufsbildung; 6. Auflage, München: F. Hirthammer Verlag, 2002

Stier, E., Baumgart, H.-C., Fischer, M.

Handbuch für Umwelttechnische Berufe (Ver- und Entsorger), Band 3, Abwassertechnik; Hrsg.: ATV-DVWK und bibb-Bundesinstitut für Berufsbildung; 7. neubearbeitete Auflage, München: F. Hirthammer Verlag, 2003

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

Final remarks

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

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

ATV-A 115E

Discharge of non-domestic wastewater into a public wastewater system, October 1994

ATV-DVWK-A 131E

Dimensioning of single-stage activated sludge plants, May 2000

ATV-DVWK-A 281

Not available in English [Dimensioning of trickling filters and rotation biological contactors, September 2001 (replaces ATV-A 135E of March 1989)]

DIN 4045

Wastewater Engineering, Terms

Miliczek, P., Berndt, D., Nürnberg, P., Uhe, E.
Not available in English. [Manual for environment engineering professions (Environmental Technician) [Vol.1]; Basics for all wastewater branches, recycling and waste management, pipe, sewer and industrial services] publ. by: ATV-DVWK, DVGW and bibb, - 2002

Stier, E., Baumgart, H.-C., Fischer, M.,

Not available in English. [Manual for environmental technical careers (Environmental Technician), Vol. 3, Wastewater Engineering; Publ.: ATV-DVWK, 2003]

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

Bildungsveranstaltungen und Publikationen
stets aktuell im Internet: www.atv-dvwk.de



Herausgeber/ Vertrieb/ Distribution:
ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.
German Association for Water, Wastewater and Waste
Theodor-Heuss-Allee 17 • D-53773 Hennef
Tel.: 0 22 42 / 8 72-120 • Fax: 0 22 42 / 8 72-100
E-Mail: vertrieb@atv.de • Internet: www.atv-dvwk.de



Wupperverband
Untere Lichtenplatzer Straße 100 • D-42289 Wuppertal
Tel.: 02 02/ 5 83-0 • Fax: 02 02/ 5 83-117
E-Mail: info@wupperverband.de