

11. Abwasser

11.1 Abwasserarten

Der Abwasseranfall gliedert sich in

- Schmutzwasseranfall (Qs),
- Fremdwasseranfall (Qf)
- und Regenwasseranfall (Qr).

11.1.1 Schmutzwasser

Der Schmutzwasseranfall setzt sich wiederum zusammen aus:

- Häuslichem Abwasser (Qh) und
- Abwasser aus Industrie (Qi) und Gewerbe (Qg)

• **Häusliches Abwasser**

Häusliches Abwasser ist Schmutzwasser das in Haushalten beim Waschen, Duschen, Baden, Kochen, Putzen und im WC anfällt.

• **Abwasser aus Industrie und Gewerbe**

Industrieabwässer sind hauptsächlich Wässer von Fabrikations- und Reinigungsprozessen und abgeleitetes Kühlwasser.

11.1.2 Fremdwasser

Fremdwasser ist Wasser, das grundsätzlich nicht in die Kanalisation eingeleitet werden sollte. Dies kann sauberes Grund- oder Quellwasser, Wasser aus Dränagen und Entwässerungsgräben sein.

11.1.3 Niederschlagswasser

Regen- oder Niederschlagswasser ist das Wasser, das bei Niederschlägen über Straßen, Plätze und Dachflächen abfließt.

11.2 Abwasseranfall

11.2.1 Schmutzwasser

- **Häusliches Abwasser**

Tabelle 11-1: Häusliches Schmutzwasser (ATV, 1994)

Siedlungsgröße [E]	täglicher Schmutzwasseranfall w_s [l/(E.d)]	Faktor für den stündlichen Spitzenabfluß $1/x * w_s$	Spezif. stündl. Spitzenabfluß q_h [l/s.1000 EW]
< 5.000	150	1/8	rd. 5,0
5.000 - 10.000	175 - 180	1/10	
10.000 - 50.000	200 - 220	1/12	
50.000 - 250.000	225 - 260	1/14	
> 250.000	250 - 300	1/16	

Beim häuslichen Abwasser gibt es starke Schwankungen bezüglich der Abwassermenge und der Abwasserzusammensetzung über den Tag (sh. Abbildung 11-1) und von Tag zu Tag.

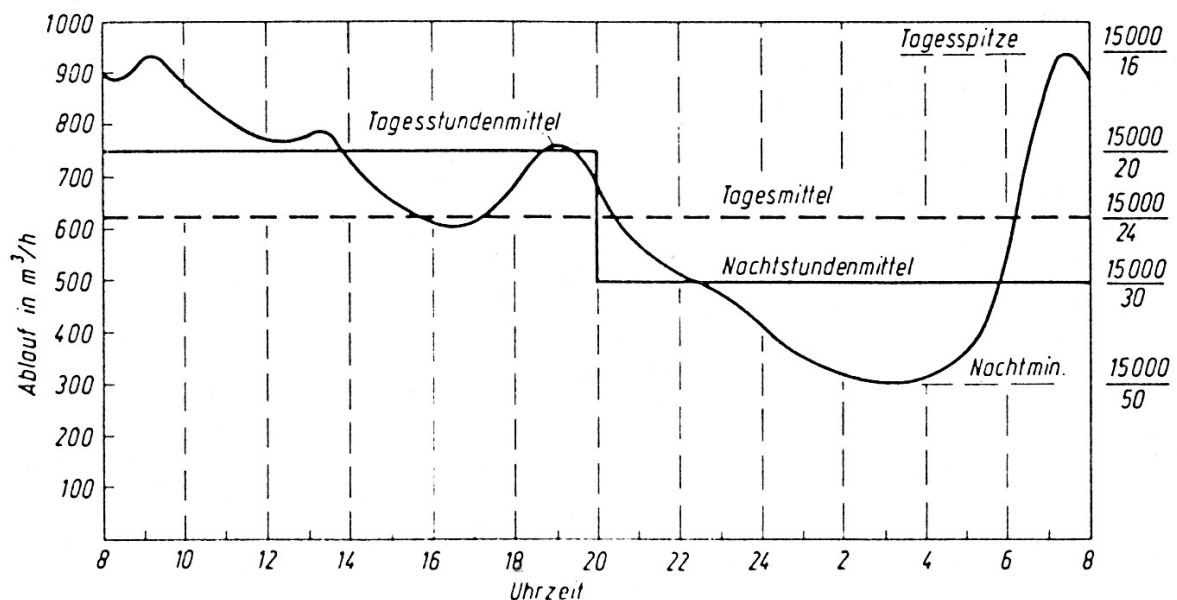


Abbildung 11-1: Tagesganglinie des Trockenwetterabflusses einer Stadt mit 85.000 Einwohnern inkl. Industrie (ATV, 1994)

- **Abwasser aus Industrie und Gewerbe**

Das Abwasser aus Industrie und Gewerbe kann ebenfalls sehr unterschiedlich anfallen. Betriebe, die nur am Tage arbeiten, verstärken die Spitzenbelastung. Solche, die dauernd arbeiten, vergleichmäßigen den Abwasseranfall.

11.2.2 Fremdwasser

Für die Einrechnung des Fremdwassers gibt es verschiedene Ansätze. Nach ÖWAV Regelblatt 11 (1982) werden rd. 3 l/(s.1000E) angesetzt. Laut ATV (1994) sollten bei der Neubemessung eines Schmutzwasserkanals aus Sicherheitsgründen ein Fremdwasserzuschlag von 100% des Schmutzwasserabflusses gemacht werden. Für Neuplanungen erscheint eine Fremdwasserspense q_f von 0,05 bis 0.15 l/(s.ha) ausreichend.

11.2.3 Niederschlagswasser

Der maßgebende Regenabfluß ist von der Dauer und Häufigkeit sowie vom Intensitätsverlauf abhängig. Dabei geht man von der Erkenntnis aus, daß starke Regenfälle nur kurz andauern, schwache dagegen länger anhalten. Bei der herkömmlichen Berechnung werden Blockregen angesetzt, die aus Regenspendenlinien nach REINHOLD gewonnen werden. Die Regenspendenlinien sind in eine Formel umgesetzt worden. Nach Umformung dieser Gleichung kann der zeitliche Funktionsverlauf der Regenspendenlinien allgemein durch den Zeitbeiwert φ ausgedrückt werden.

Liegen keine verwertbaren Regenbeobachtungen vor, wird bei der Wahl der Regenspende $r_{15,n=1}$ (Dauer $T=15$ min, Jährlichkeit = 1) von 120 l/s.ha in Flach- und Hügelland und von 150 l/s.ha im Alpen- und Voralpengebiet ausgegangen. Die Mindestregendauer T_{\min} wird bei mittleren Geländeneigungen kleiner 4% mit 10 Minuten und größer 4% mit 5 Minuten angesetzt.

Zur Bestimmung des Regenanteils, der in die Kanalisation gelangt, wird ein Abflussbeiwert ψ angenommen. Dieser kann einerseits nach Oberfläche oder Bebauungsart und andererseits für Teileinzugsgebiete in Abhängigkeit von Verbauungsgrad und Geländeneigung angegeben werden.

11.3 Abwasserbeschaffenheit

Regenwasser, Schmutzwasser und Fremdwasser sind ihrer Zusammensetzung nach völlig verschieden. Das Regenwasser ist vorwiegend mineralisch oder auch anorganisch verunreinigt. Das Schmutzwasser ist vorwiegend organisch verunreinigt und enthält oft Krankheitserreger (z.B. Parasiten, Bakterien, Viren). Die Beschaffenheit des Fremdwassers hängt von seiner Herkunft ab.

Die Beschaffenheit der verschiedenen Wasserarten kann durch eine Vielzahl von Parametern charakterisiert werden.

11.3.1 Allgemeine Merkmale

- **Temperatur**

Häusliches Abwasser hat eine Temperatur von 10 - 20 °C je nach Jahreszeit, Grundwasser dagegen 6 - 12 °C. Wasser mit mehr als 35 °C sollte mit Rücksicht auf Kanalbaustoffe (z.B. Muffendichtungen auf Bitumenbasis) nicht in die Kanalisation eingeleitet werden.

- **Geruch**

Frisches häusliches Abwasser riecht leicht muffig. Die organischen Stoffe des Abwassers können bei Sauerstoffmangel zu faulen beginnen. Dabei entwickeln sich unangenehme Gerüche. Angefaultes Abwasser stinkt wegen dem bei der Fäulnis entstehenden Schwefelwasserstoff (H₂S) nach faulen Eiern. Mineralische Stoffe faulen nicht.

- **Farbe und Trübung**

Frisches Abwasser ist meist braungrau bis hellgrau, angefaultes Abwasser schwarzgrau. Schmutzwasser ist gewöhnlich trübe durch die ungelösten Schmutzstoffe. Die Trübung wird bei starkem Regen erhöht durch die abgeschwemmten Ablagerungen aus den Kanälen.

- **pH-Wert**

Der pH-Wert zeigt an ob ein Wasser sauer, neutral oder alkalisch reagiert. Ein Wert von < 7 ist sauer, 7 neutral und > 7 alkalisch.

11.3.2 Physikalische Merkmale

- **Sperrstoffe**

Hier kann man grobe Sperrstoffe (z.B. Holzstücke, Konservenbüchsen, tote Ratten usw.) und feine Sperrstoffe (z.B. Kotballen, Tampons, Papier, Spinnstoffe usw.) unterscheiden. Entfernt werden können diese durch Rechen auf der Kläranlage (Rechengut).

- **Absetzbare Stoffe und Sinkstoffe**

Absetzbare Stoffe sind Stoffe, die schwerer als Wasser sind (z.B. Sand, zerriebene Kotpartikel, Speisereste, Sielhaut usw.). Sie sinken in stehendem oder langsam fließendem Wasser nach unten. Absetzbare Stoffe werden im Sandfang und in den Absetzbecken auf der Kläranlage aus dem Abwasser entfernt.

- **Aufschwimbare Stoffe**

Aufschwimbare Stoffe sind leichter als Wasser (z.B. Fett und Öl). Sie schwimmen deshalb auf und sammeln sich an der Wasseroberfläche. Auf der Kläranlage können sie im Sandfang oder im Absetzbecken entfernt werden. Zweckmäßig werden diese Stoffe schon an der Anfallstelle, also bei Gewerbe- und Industriebetrieben, durch Fett- oder Ölabscheider zurückgehalten.

- **Nicht absetzbare Schwebestoffe und Kolloide**

Die Größe der einzelnen festen Teilchen ist so gering, daß sie mit dem bloßen Auge nur mehr als Trübe erkennbar sind. Sie werden auf der Kläranlage durch die biologische Reinigung, in Sonderfällen auch durch chemische Verfahren, entfernt.

11.3.3 Chemische Merkmale

- **Organische Schmutzstoffe**

Organische Stoffe sind Kohlenstoffverbindungen, wie z.B. Fette, Eiweiß, Kohlenhydrate, aber auch synthetische Verbindungen, wie Lösungsmittel oder Pestizide. Sie enthalten alle reduzierten Kohlenstoff und sind oxidierbar. Gelöste organische Schmutzstoffe (z.B. Zucker, Abwaschwasser) werden durch biologische Reinigung durch Mikroorganismen in absetzbare Schlammflocken übergeführt und als Überschussschlamm aus dem Abwasser entfernt.

Messgrößen dafür sind die organischen Summenparameter **CSB**, **BSB₅**, **TOC** und **DOC**.

CSB: Chemischer Sauerstoffbedarf;

BSB₅: Biochemischer Sauerstoffbedarf (in 5 Tagen);

TOC: Total Organic Carbon (gesamter organischer Kohlenstoffgehalt);

DOC: Dissolved Organic Carbon (gelöster organischer Kohlenstoffgehalt)

- **Pflanzennährstoffe**

Gelöste Pflanzennährstoffe sind vor allem Stickstoff und Phosphor. Stickstoff wird durch biologische Reinigung, Phosphor durch chemische und biologische Reinigungsvorgänge aus dem Abwasser entfernt.

Messgrößen sind gesN, NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N, orgN, TKN, PO₄-P und gesP.

Bei den von Kläranlagenabläufen in ein Fließgewässer eingeleiteten Stickstoffverbindungen handelt es sich im wesentlichen um die im Wasser gelösten Verbindungen Ammonium (NH₄), Nitrat (NO₃) und Nitrit (NO₂). Der in organischen Verbindungen enthaltene Stickstoff wird als Summe im Parameter organischer Stickstoff (orgN), alle Stickstoffverbindungen zusammen im Parameter Gesamtstickstoff (gesN) erfaßt. Der Kjeldahlstickstoff (TKN) umfaßt Ammoniumstickstoff und organisch gebundenen Stickstoff, nicht aber oxidierte Formen des Stickstoffs wie Nitrat und Nitrit.

- **Mineralische oder anorganische Stoffe**

Dieses sind Stoffe in denen kein Kohlenstoff enthalten ist. Teilweise kann man sie mit dem Auge frei erkennen (z.B. Sand, Splitt), teils sind sie gelöst (z.B. Salze). Das von Dächern, Höfen und Straßen abfließende Regenwasser enthält größtenteils mineralische Schmutzstoffe.

- **Krankheitserreger**

Krankheitserreger (z.B. Bakterien, Wurmeier, Viren) werden weitgehend in biologischen Reinigungsanlagen entfernt, trotzdem bleibt das Abwasser ansteckungsfähig. Eine vollständige Abtötung von Krankheitskeimen ist nur in besonderen Entkeimungsanlagen möglich.

- **Gifte**

Im Abwasser können giftig wirkende Stoffe (toxische Stoffe) enthalten sein. Toxische Stoffe sind vor allem für den Kläranlagenbetrieb eine Gefahr, da sie verschiedene biologische Abbauvorgänge hemmen können und sollten möglichst aus dem Abwasser ferngehalten werden.

11.3.4 Häusliches Abwasser

Tabelle 11-2: Mittlere tägliche Schmutzmenge eines Einwohners

	gesamt [g/E.d]	organisch [g/E.d]	mineralisch [g/E.d]
Gesamtschmutzmenge	190	110	80
davon gelöste Stoffe	100	50	50
davon ungelöste Stoffe	90	60	30
davon absetzbare Stoffe	60	40	20
davon nicht absetzbare Stoffe	30	20	10

Tabelle 11-3: Schmutzgehalt eines häuslichen Abwassers

	gesamt [mg/l]	organisch [mg/l]	mineralisch [mg/l]
Gesamtschmutzmenge	1260	730	530
davon gelöste Stoffe	660	330	330
davon ungelöste Stoffe	600	400	200
davon absetzbare Stoffe	400	270	130
davon nicht absetzbare Stoffe	200	130	70

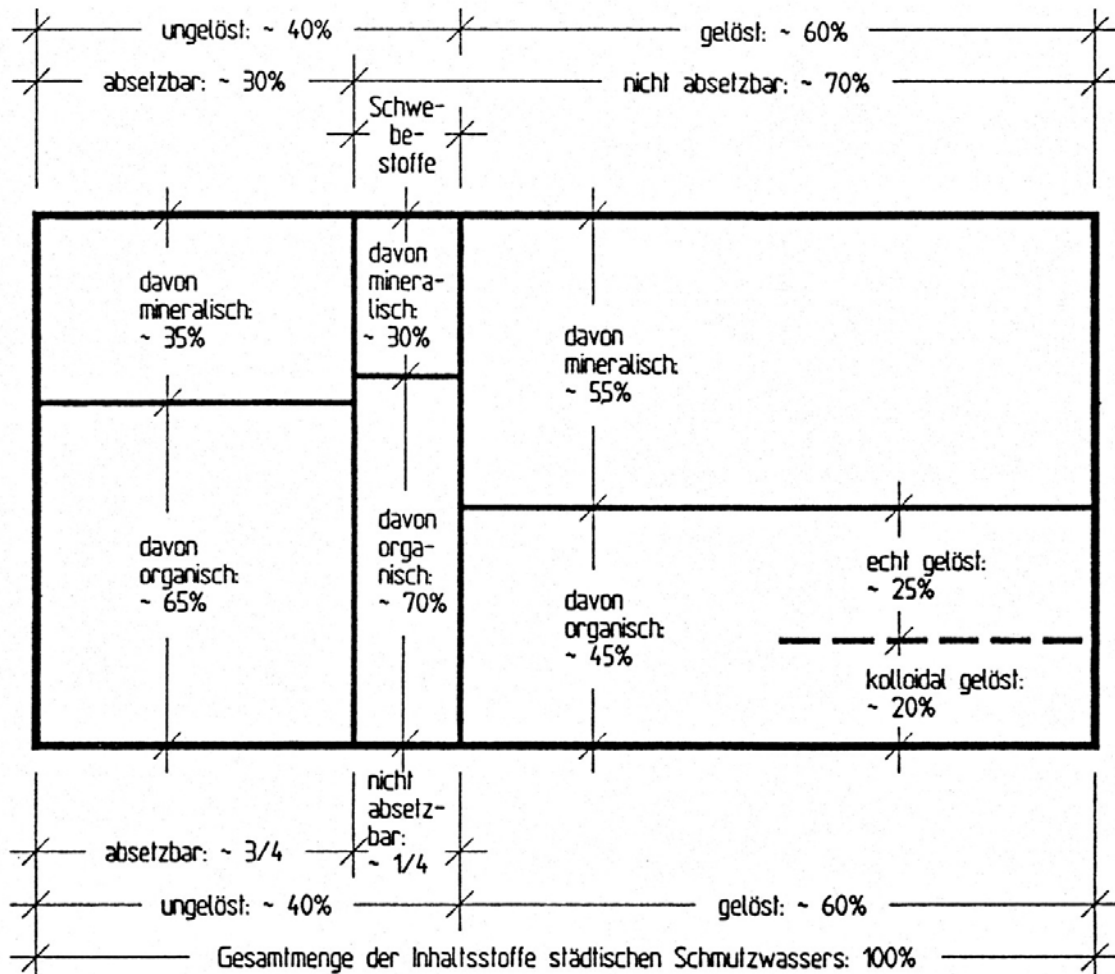


Abbildung 11-2: Aufteilung der Inhaltsstoffe städtischen Schmutzwassers

In der folgenden Tabelle sind typische Frachten und Konzentrationen von häuslichem Abwasser zusammengestellt. Die Werte entsprechen einem **EinwohnerGleichWert** (1 EGW).

Tabelle 11-4: Frachten eines Einwohnerggleichwerts und Konzentrationen im Schmutzwasser

Parameter	Fracht [g/E.d]	Konzentration [mg/l]
CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf)	120	600
BSB5 (Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen)	60	300
Gesamt - Stickstoff	11	55
Gesamt - Phosphor	2	10
SS (Schwebstoffe)	60 - 80	300 - 400

11.3.5 Abwasser aus Industrie und Gewerbe

Entsprechend der Vielfalt der gewerblichen und industriellen Abwässer ist auch deren Konzentration und Beschaffenheit sehr unterschiedlich.

11.3.6 Niederschlagswasser

Die Beschaffenheit des Niederschlagswassers von befestigten Flächen ist je nach Hintergrundbelastung (Luftverschmutzung), Flächennutzung und Niederschlagsdynamik sehr unterschiedlich. Da die Messung der Konzentrationen (und Frachten) im Niederschlagswasser mit einem sehr großen Aufwand verbunden ist, der nur in wenigen Fällen vertretbar sein wird, wird im ÖWAV Regelblatt 35 (2003) „Behandlung von Niederschlagswässern“ die Verschmutzung der Abflüsse des Niederschlagswassers durch Zuordnung zu einem Flächentyp charakterisiert, dem ein entsprechendes Behandlungsverfahren zugeordnet wird.

Beispielhaft dienen in Tabelle 11-5 Ergebnisse von XANTHOPOULUS (1992) über die Qualität von Niederschlag und Dach- bzw. Straßenabflüssen.

Tabelle 11-5: Gegenüberstellung mittlerer Konzentrationen im Regenwasser und in Dach- und Straßenabflüssen (XANTHOPOULUS, 1992)

Parameter	Einheit	Niederschlag	Dachabfluß	Straßenabfluß
pH-Wert	-	4,9	6,2	6,4
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	32	80	108
abf. Stoffe		n.n.	60	564
CSB		5	22	49
DOC	mg/l	1,5	18	12
NH4-N		0,2	4	0,2
NO3-N		0,6	0,2	0,6
NO2-N		0,05	0,3	0,02
PO4-Pges		0,2	0,3	1,5
Blei		5	104	311
Cadmium		1,5	1	6,4
Zink	µg/l	5	24	603
Kupfer		1,5	235	108
Nickel		5	-	57

Für weitere Informationen wird auf genanntes Regelblatt verwiesen.

Die potentielle Verunreinigung der Gewässer durch Regenwasser verdeutlicht die BSB5-Abflußkurve eines Regenereignisses in einer Trennkanalisation (sh. Abbildung 11-3).

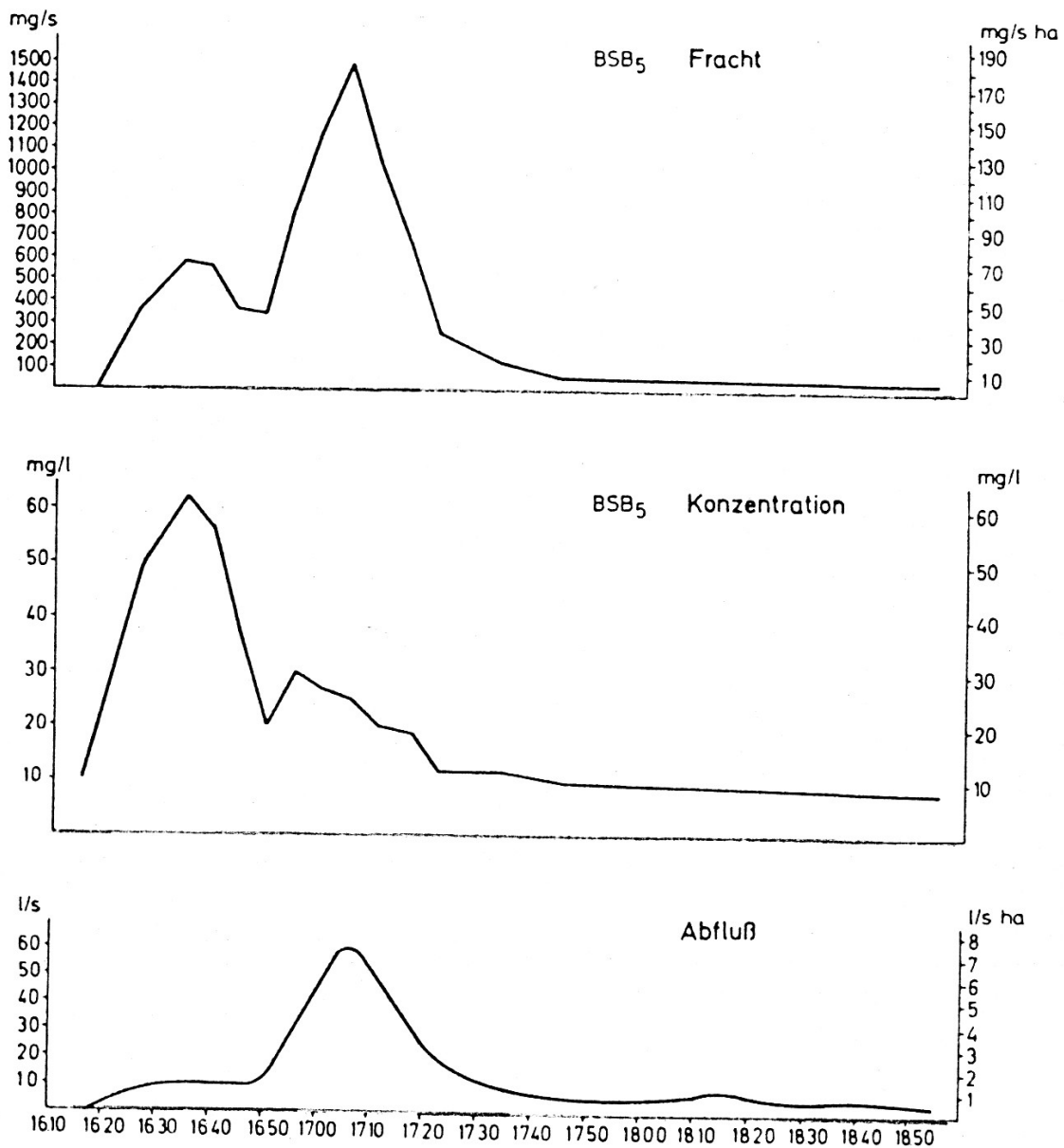
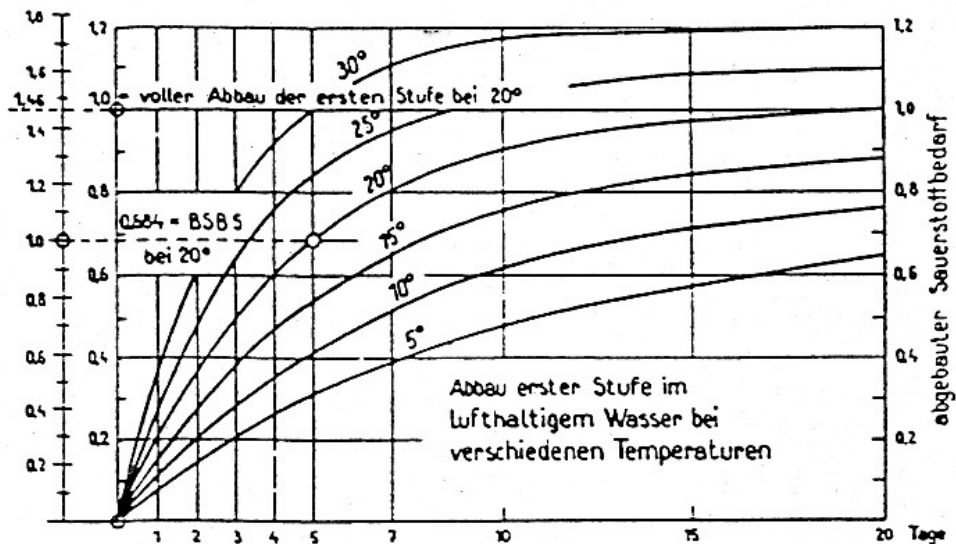


Abbildung 11-3: Verlauf von Konzentration u. Fracht des BSB₅ im Regenabfluss (BRUNNER, 1974)



Abbau bei verschiedenen Temperaturen (IMHOFF, 1993)

Organische Summenparameter im häuslichen Schmutzwasser innerhalb verschiedener Konzentrationsbereiche

KOPPE, STOZEK, 1986

Konzentrationsbereich	CSB (gesamt) mg O ₂ /l	KMnO ₄ -Verbrauchswert (gesamt) mg KMnO ₄ /l	BSB ₅ (gesamt) mg/l
1. gering verschmutzt	300	200	150
2. mittelmäßig verschmutzt	600	400	300
3. stark verschmutzt	1000	900	500

Verhältniszahlen A/B der organischen Parameter im häuslichen Schmutzwasser KOPPE, STOZEK, 1986

A \ B	KMnO ₄ -Verbrauchswert	CSB	BSB ₅	TOC
KMnO ₄ -Verbrauchswert	1,0	1,6	0,7	0,5
CSB	0,6	1,0	0,5	0,3
BSB ₅	1,4	2,2	1,0	0,7
TOC	2,0	3,1	1,5	1,0

Die folgende Liste enthält die chemischen und biochemischen Parameter einiger Abwasserinhaltsstoffe:

	theoretischer Sauerstoffbedarf mg/g	Sauerstoffverbrauch ermittelt			organ. Kohlenstoff mg/g
		mit KMnO ₄ mg/g	mit K ₂ Cr ₂ O ₇ mg/g	als BSB ₅ mg/g	
Milchsäure	1067	260	970	540	400
Glukose	1067	600	990	580	400
Laktose	1122	390	920	580	421
Dextrin	1185	220	950	520	444
Stärke	1185	120	990	680	444
Phenol	2383	2360	2340	1700	766
Kasein	1410*	150	1150	580	560

* ohne Oxidation des Stickstoffs

IMHOFF, 1993

Einwohnergleichwerte verschiedener Abwässer

Art des Abwassers	Einwohnergleichwerte
Molkerei ohne Käseerei	1000 l Milch
Molkerei mit Käseerei	1000 l Milch
Schlachthof	1 Rind = 2,5 Schweine
	auf 1 Lebendgewicht
Kuhstall	auf 1 Kuh
Schweinstall	auf 1 Schwein
Geflügelstall	auf 1 Hühner
Futtersilo	auf 1 Silofüllung
	oder insgesamt
Kartoffeldämpfanlage	auf 1 t Kartoffeln
Fischzucht	auf 100 kg Forellen
Zuckerfabrik	auf 1 t Rüben
Malzfabrik	auf 1 t Getreide
Brauerei	auf 1000 l Bier
Brennerei	auf 1000 l Getreide
Hefeabrik	auf 1 t Hefe
Stärkefabrik	auf 1 t Mais oder Weizen
Winzerei	auf 1000 l Wein
Wollwäscherei	auf 1 ha Rebnfläche
Gerberei	auf 1 t Häute
Wollwäscherei	auf 1 t Wolle
Bleicherei	auf 1 t Ware
Färberei mit Schwefelfarben	auf 1 t Ware
Flachsrosterei	auf 1 t Flachsstroh
Sulfit-Zellstoffwerk	auf 1 t Zellstoff
Holzschleiferei	auf 1 t Holzschliff
Papierfabrik	auf 1 t Papier
Zellwollfabrik	auf 1 t Zellwolle
Wäscherei	auf 1 t Wäsche
ausgelaunenes Mineralöl	auf 1 t Öl
Mülldeponie	auf 1 ha Fläche

Mittlerer Abwasseranfall in Industriebetrieben je verarbeiteter Rohstoffmenge oder je Menge an Fertigprodukten

Art des Betriebes	Bezugseinheit	Abwasseranfall in m ³ /t
Zementherstellung	Zement	0,5
Molkereien	Milch	0,5-3
Margarine- und Ölfabriken	Speisefett	2-3
Herstellung alkoholfreier Getränke	Getränke	6
Wollwäschereien	Wolle	8-15
Schlachthöfe	Schlachtfleisch	14
Brennereien	Kartoffeln	15
Wäschereien	Wäsche	15
Zuckerfabriken	Rüben	10-20
Brauereien	Bier	20
Stärkefabriken	Kartoffeln	20
Eisenhütten	Roheisen	22
Konservenfabriken	Obst, Gemüse	35
Holzschliffherstellung	Holzschliff	35
Gerbereien	Häute	80-140
Zellwollherstellung	Zellwolle	100
Papierfabriken	Papier	200
Tuchfabriken	Fertigprodukte	600-1000

PÖPPINGHAUS, 1994

Menge und Zusammensetzung der Abwässer einiger Betriebe der Nahrungs- und Genussmittelindustrie /33/

Betriebsart	Abwassermenge	BSD ₅ -Menge	Einwohner-gleichwert (EG)
Molkerei (ohne Kühlwasser)	0,5 - 3 m ³ /t Milch	0,5 - 3 kg/t Milch	9 - 55 EG/t Milch
Milchtreckung	0,2 m ³ /t Milch	0,4 kg/t Milch	8 EG/t Milch
- Sprühform	----	1,0 kg/t Milch	19 EG/t Milch
- Walzentrocknung	3 - 5 m ³ /t Milch	1,6-4,4 kg/t Milch	30 - 80 EG/t Milch
Kondensmilchprod.	4 - 6 m ³ /t Eiskrem	8 - 10 kg/t Eiskrem	148 - 195 EG/t Eiskrem
Eiskremproduktion	0,6-9,6 m ³ /Tier	2,4-10,4 kg/Tier	44 - 192 EG/Tier
Schlachtereien	0,3-0,4 m ³ /Tier	0,43-2,1 kg/Tier	8 - 39 EG/Tier
- Rind (400 kg Lebendgew.)	20 - 40/l Schlachtung	6 - 30 g/ Schlachtung	0,1 - 0,5 EG/ Schlachtung
- Schwein (100 kg Lebendgew.)	24 m ³ /t	41 kg/t	760 EG/t
- Geflügel	0,9 - 1,1 m ³ /t	1,8-4,6 kg/t	33 - 85 EG/t
Fischverarbeitung	0,4 - 1,2 m ³ /hl Bier	0,4 - 2,7 kg/hl Bier	7 - 50 EG/hl Bier
Tierkörperverwertung	0,5-0,8 m ³ /d	6 - 35 kg/d	110 - 650 EG/d
Brauerei (o. Mälzerei)	.....	.....	.....
Obstbrennerei (Abblüdnungsbrennerei)	.....	.....	.....
Weinbaubetriebe	.....	.....	.....
- Klein u. Mittelbetrieb	.....	.....	.....
- Großbetrieb	.....	.....	.....
Süßmostherstellung	.....	.....	.....
Getränke	1,9 m ³ /1000 Flaschen	1,24 kg/1000 Flaschen	23 EG/1000 Flaschen
(Limonade, Sprudeln)	je t:	je t:	je t:
Konservenindustrie	10 - 25 m ³	7 - 18 kg	130 - 330 EG/t
- Erbsenverarbeitung	7 - 23 m ³	6 - 23 kg	110 - 590 EG/t
- Karottenverarbeitung	3,7 - 5,3 m ³	7 - 11,6 kg	130 - 215 EG/t
- Grüne-Bohnenverarb.	.....	.....	.....
Sauerkraut-Herstellung	5 - 9 m ³ /t Kraut	4,2 - 9,2 kg/t Kraut	80 - 170 EG/t Kraut
Hefe-Industrie	21 m ³ /t Melasse	150 kg/t Melasse	2800 EG/t Melasse
Kartoffelindustrie	5 - 8 m ³ /t	1 - 3 kg/t	19 - 56 EG/t
- Schwamm-u. (o. Rücknahme)	0,2 m ³ /t	0,9 - 1,8 kg/t	17 - 34 EG/t
- Dämpfanlage (o. Schwamm-u. Waschwasser)	.....	.....	.....
- Schälwasser	13 - 20 m ³ /t	20 - 39 kg/t	360 - 709 EG/t
Flocken und Grieß	16,6 m ³ /t	11,3 kg/t	210 EG/t
Kartoffel-Chips	9 - 11 m ³ /t	13,5 - 15,1 kg/t	250 - 280 EG/t
Stärke-Industrie	0,4 - 3 m ³ /t	0,8 - 10,8 kg/t	15 - 200 EG/t
- Mais-Stärke ohne Rücknahme	4 - 10 m ³ /t	19 - 35 kg/t	360 - 650 EG/t
mit Rücknahme	19 - 20 m ³ /t	88 - 92 kg/t	1600 - 1700 EG/t
- Kartoffelstärke	8 - 12 m ³ /t	48,5 - 57 kg/t	900 - 1060 EG/t
- Weizenstärke ohne Rücknahme	8 - 12 m ³ /t	5,4 - 9,2 kg/t	100 - 170 EG/t
mit teilw. Rücknahme	0,5 - 1,0 m ³ /t	0,8 - 1,6 kg/t	15 - 30 EG/t
- Ruisstärke	.....	.....	.....
Zuckerfabrik	.....	.....	.....