



Grundlagen der technischen Infrastruktur

*Vorlesung
am 02.06.10
Dipl.-Ing. Paul Guckelsberger*

Heutige (02.06.10) Vorlesung am Script orientiert:

- KapitelNr. 1 = KapNr.2 im Script !
- ergänzendes Bild- / Textmaterial =
veranschaulichung und Erklärung des
Scriptstoffes
- Download: <http://www.paulguckelsberger.de/WasserProjekte.htm>

Ablauf der Vorlesung

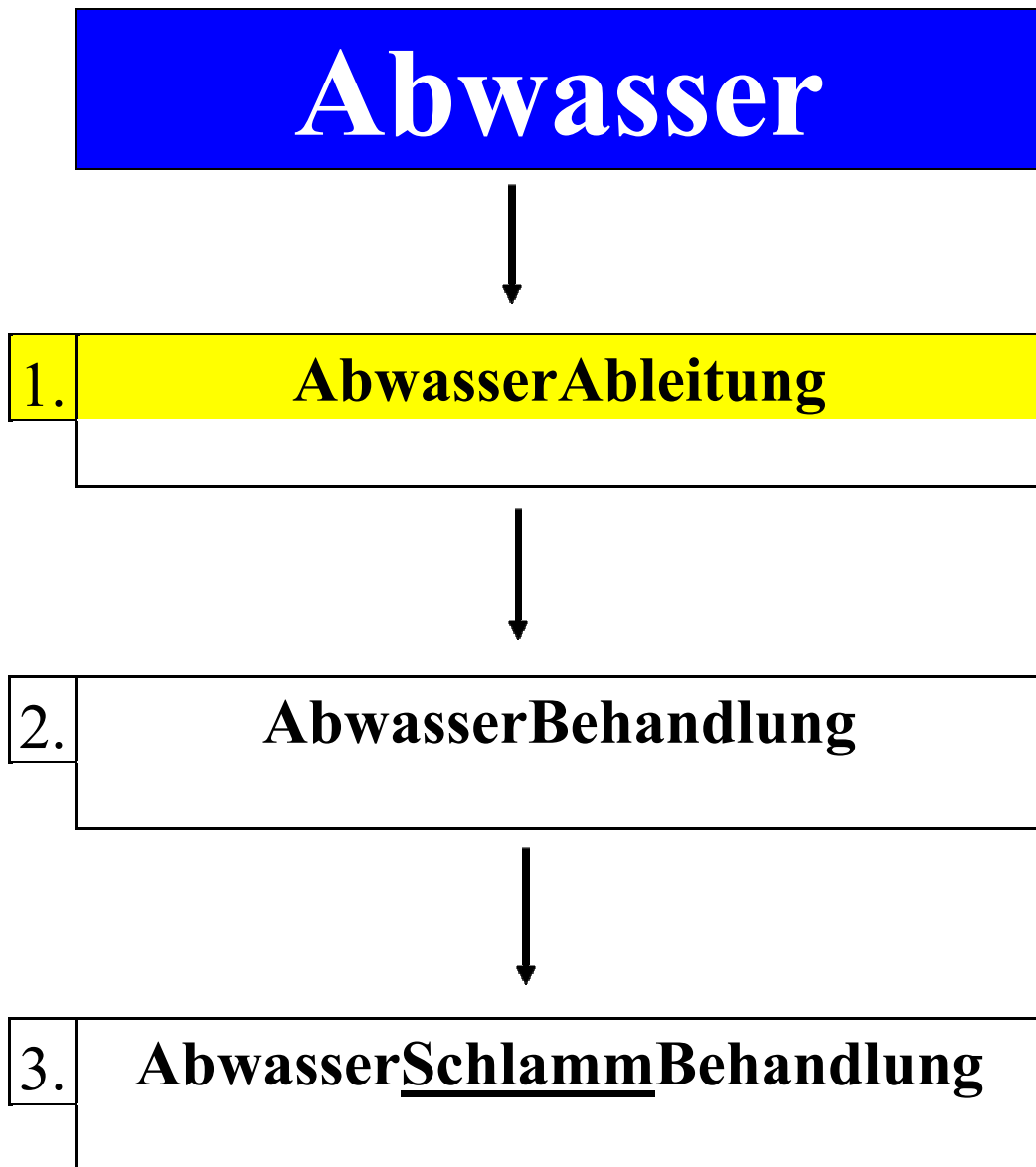
15:45 – 17:15 Uhr und 17:30 – 18:15 Uhr

1. Einführung - P. Guckelsberger

2. Studentische Referate

Student	Thema
Ari	Wiederverwendung von Abwasser
Pfeffermann	Lamellenseparatoren zur RW- Behandlung
Azarzar, Nalepa	RegenWaBeh RÜB, RRB

Schema „Abwasser“



Inhaltsverzeichnis

1	Abwasserableitung	1
1.1	Abwasserarten.....	8
1.1.1	Häusliches Abwasser	11
1.1.2	Gewerbliches und industrielles Abwasser	20
1.1.3	Regen- u. Oberflächenwasser	22
	Stark- oder Bemessungsregen	23
1.1.4	Fremdwasser	28
1.1.5	Wiederverwendung von Abwasser	30
1.1.6	Ableitungssysteme	31
1.1.7	Mischwassersystem	31
1.1.8	Trennsysteme	33
1.1.9	Druckentwässerungssysteme	38
1.1.10	Vakuumentwässerungssysteme	41
1.2	Bestandteile von Abwasserkanälen.....	43
1.2.1	Baustoffe und Profile der Abwasserleitung.....	43
1.2.2	Einstiegs- und Kontrollschächte.....	44
1.2.3	Regenüberläufe / Regenüberlaufbauwerke	46
1.2.4	Regenrückhaltebecken	48
1.2.5	Regenüberlaufbecken	49
1.2.6	Regenwasserbehandlung	50
1.2.7	Stauraumkanäle	52
1.2.8	Abwasserpumpwerke.....	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 26: Tagesganglinie des Trockenwetterabflusses einer Stadt mit 85.000 Einwohnern einschließlich Industrie [4].....	12
Abb 1: Abwassermengen im Tagesverlauf bei unterschiedlich großen Siedlungen [10]	18
Abbildung 27: Niederschlagsschreiber [4].....	24
Abbildung 28: Flutkurven [4]	26
Abbildung 29: Verhältnis von Fremdwasser, Schmutzwasser und Regenwasser [9].....	26
Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Mischwassersystems [9].....	32
Abb. 3: Stufengraben für Regenwasser und Schmutzwasser [3].....	34
Abbildung 4: Schematische Darstellung eines Trennsystems [9]	36
Abbildung 5: Förderanlage für Druckentwässerung [3].....	39
Abbildung 6: Schema einer Druckentwässerung [3]	40
Abbildung 7: Schema einer Vakuumentwässerung [3]	41
Abbildung 8: Vakuumstation mit hydraulischer Weiterförderung [3]	42
Abbildung 9: Werkstoffe in der Kanalisation [3]	43
Abbildung 10: Schwefelsäure-Korrosion in der Kanalisation [3]	43
Abbildung 11: Querschnittsformen für geschlossene Profile [4]	44
Abbildung 12: Schacht bis DN 500 [3]	45
Abbildung 13 und 14: Kurvenbauwerk und Verbindungsbauwerk [3]	45
Abbildung 15: Regenüberlaufbauwerk mit einseitiger Überlaufschwelle [3].....	47
Abbildung 16: Speicherraumentwicklung [3].....	48
Abbildung 17 und 18: Fangbecken (FB) und Durchlaufbecken (DB) [3]	49
Abbildung 19: Systematik der Regenbecken; Meteorwasser - Regenwasser [9]	49
Abbildung 20: Schadwirkungen von Mischwasserentlastungen [3]	50
Abbildung 21: Ursachen und Maßnahmen bei der Regenwasserbehandlung [3].....	51
Abbildung 22: Stauraumkanal [3].....	52
Abbildung 23: Pumpen in Nassaufstellung [3]	54
Abbildung 24: Pumpen in Trockenaufstellung [3]	55
Abbildung 25: offene Förderschnecke [3]	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bemessungswerte für den mittleren häuslichen Schmutzwasseranfall [4].....	12
Tabelle 2: Abwassereinleitungen [11].....	21

1 Abwasserableitung

Abwasser gem. DIN 4045



„Durch Gebrauch verändertes, abfließendes Wasser“

und

„jedes in die Kanalisation gelangende Wasser“



Verschiedene Abwasser-Arten u. -Mengen

s. Kap. AbWasserArten

Erste Siedlungen  Abfälle + Abwässer + Überflutung

Einfache (bequeme) Wasserver- und AbwasserEntsorgung



Hauptgrund für Siedlungsbau an Bächen und Flüssen

Zunächst Ableitung über offene Gräben



zur nächsten „natürlichen“ Vorflut (Fließgewässer)

Diese „natürlichen“ Vorflut (Fließgewässer) wird genutzt

Zur weiteren Ableitung / Weiterleitung

Ziel: Abfall weg von der Siedlung !

Beispiel Frankfurt am Main

Cholera- und Typhus-Epidemien forderten im 19. Jahrh. in Nordwesteuropa hunderttausende Tote.

Folge katastrophaler hygienischer Verhältnisse in den Städten

Schmutz- und Küchenabwässer direkt in die Straßenrinnen geleitet

Fäkalien sammelte man in Kübeln und entleert in Gräben.

In Frankfurt wurde das Abwasser über Gräben oberirdisch in den Main oder in die Festungsgräben geleitet.

Durch Bevölkerungswachstum wurden Zustände unhaltbar.

Erst im Jahre 1854 wurde daher eine geordnete Entwässerung gefordert und man begann 1867 mit dem Ausbau des Kanalnetzes.

Die Verwendung von Wasserklosetts wurde zugelassen, die Abwassermenge erhöhte sich dramatisch und hatte eine starke Geruchsbelästigung an den Einleitestellen in den Main zur Folge.

Sogenannte „geordnete“ Ableitung

1. Flut-/Regenwasser



Überflungen mindern/ vermeiden

2. „Flüssiger Abfall“ = Abwässer



Hygienische Gründe - Krankheiten

Erste Kanalisationen entwickelten sich !

In dichten Siedlungen



Kanalisation = Überbau u. Ausbau offener Gräben

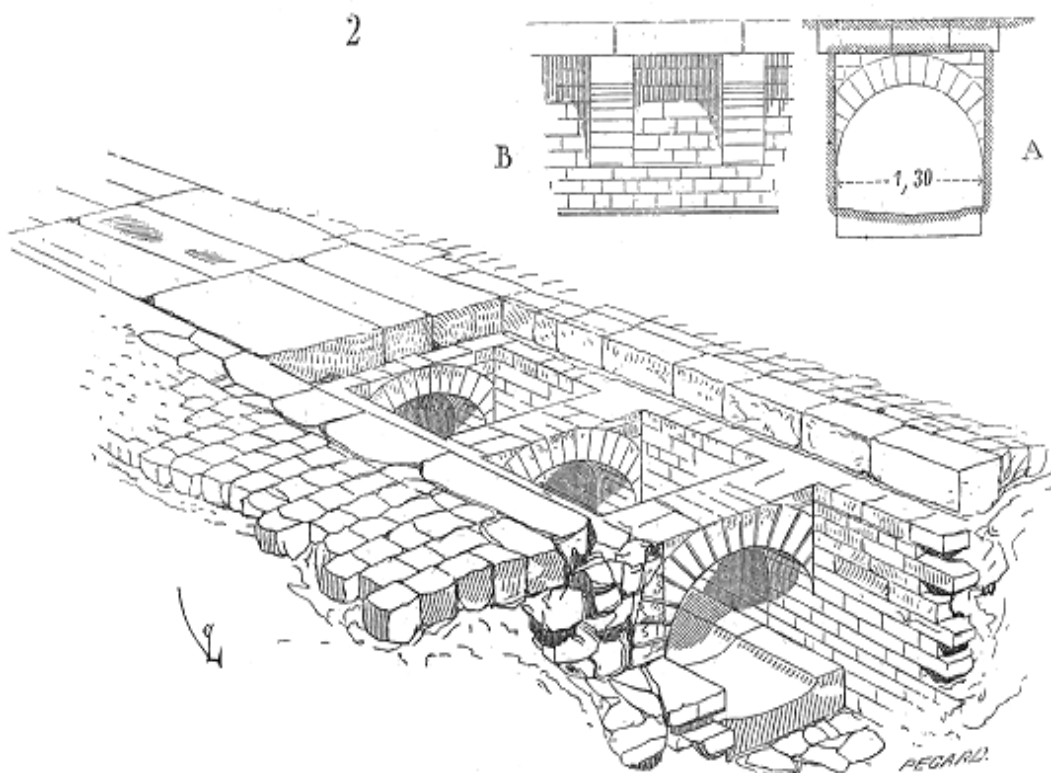


Abb. 1: Hist. AbWasserKanal Paris

Download: <http://www.paulguckelsberger.de/WasserProjekte.htm>

Schwemm-Kanalisation

Abfälle u. Abwässer gezielt:

(1) mit Wasser

(2) in geschlossenen (Überbaut) Systemen

weggspülen !



Abb. 2: Römischer AbWasserKanal



Abb. 3: Hist. Bild: Stadtentwässerung – Kanalisation Frankfurt am Main

1.1 Abwasserarten

Gebrauch **von** Wasser führt zu „Gebrauchsspuren“ **im** Wasser

Beispiel von **Gebrauchsspuren** im Wasser

- anorganischen Stoffen (Salze, Erde, Staub etc.)

- organischen Stoffen (Kohlehydrate, Fette, Eiweiße)
- Erwärmung (Kühlwasser) = Veränderung = Abwasser !
- Regenwasser in der Kanalisation = Abwass

Unterschiedl. Abwasser-Arten/-Beschaffenheit, je nach:

- **Herkunft** (Haushalt, Fabrik, Schlachthof o.ä)
- **Tageszeit** (Morgentoilette anders als Nachtstunden)
- **Jahreszeit** (Winter-Salzstreu)
- **Wetter** (Regenabfluß von verschmutzen Flächen)

Abwasserunterteilung oft nach Branchenspezifischer Herkunft



Wichtige Grundlage für Kläranlagen-Planung

Haupteinteilung der Abwasserarten

1. Q_h = häusliches Abwasser
2. Q_g = gewerbliches Abwasser
3. Q_i = industrielles Abwasser
4. Q_f = Fremdwasser

$$Q_s = \text{Schmutzwasser} = Q_h + Q_g + Q_i$$

$$Q_t = \text{Trockenwetterabfluß} = Q_s + Q_f$$

5. Q_r = Regenwasser u. Oberflächenwasser

$$Q_m = \text{Mischwasserabfluß} = Q_t + Q_r$$

1.1.1 Häusliches Abwasser

Abfluss aus:

- (1) Haushalten
- (2) Büros
- (3) Kleingewerbe

Zusammensetzung u.a:

- Fäkalien, Lebensmittelreste
- Bade-, Wasch- / Spülwasser
- Abwasch- und Putzwasser, Haushaltsreiniger

- Trinkwasserverbrauch = Richtwert für den Abwasseranfall
- Dieser wird mit Korrekturfaktor 0,9 multipliziert, um die verschiedenen Verluste z.B. für Gießwasser, das nicht in die Kanalisation gelangt, auszugleichen:

$$Q_h = 0,9 * \text{Wasserverbrauch}$$

Häusl. Abwasserabfluss wird auf der Basis des Abwasseranfalls [l / (s * 1000 E)],

Daraus ergeben sich Bemessungswerte für mittl. Häusl. Schmutzwasseranfall:

Siedlungsgröße	Häusliches Schmutzwasser
Einwohner E	$L / (E * d)$
> 250.000	250 – 300
50.000 – 250.000	225 – 260
10.000 – 50.000	200 – 220
5.000 – 10.000	175 – 180
< 5.000	150

Tabelle 1: Bemessungswerte für den mittleren häuslichen Schmutzwasseranfall [4]

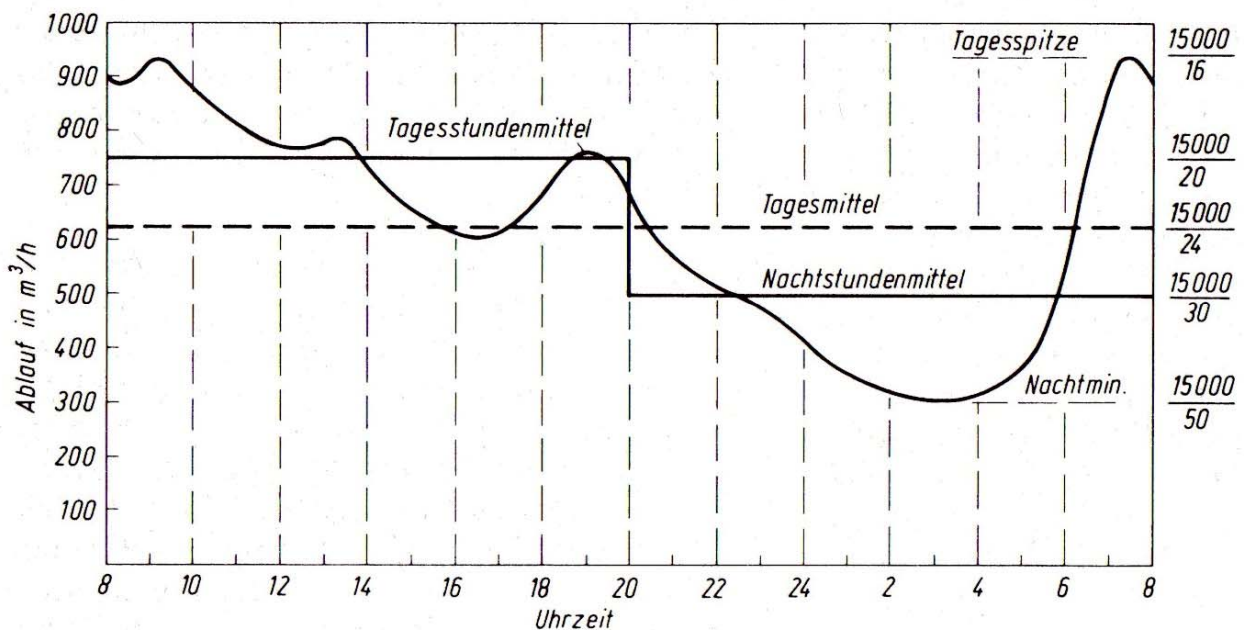


Abbildung 1: Tagesganglinie des Trockenwetterabflusses einer Stadt mit 85.000 Einwohnern einschließlich Industrie [4]

- Die Bemessungswerte sind Tagesmittelwerte
- Sie unterliegen verschiedenen langfristigen und kurzfristigen Schwankungen
- z.B. Ferien, Wochenende, Feiertage, morgens, mittags, abends. S. Grafik

Wasserverbrauch Deutschland pro Kopf u. Tag ?

Hilfe für die Antwort

Unser Konsumprodukt	Wasserverbrauch für die Produktion
1DIN A4-Blatt Papier	10 Liter
1 Tasse Kaffee	140 Liter
1 Frühstücksei	200 Liter
1 kg RindFleisch	16.000 Liter
1 Baumwoll- Shirt	2.700 Liter
1 Neuwagen	450.000 Liter

(Fang)Frage zielt also auf Indirekten Wasserverbrauch ab
Wassermenge, die wir durch Konsum von Produkten täglich verbrauchen
= **Wasser-Fußabdruck** pro Person in Deutschland

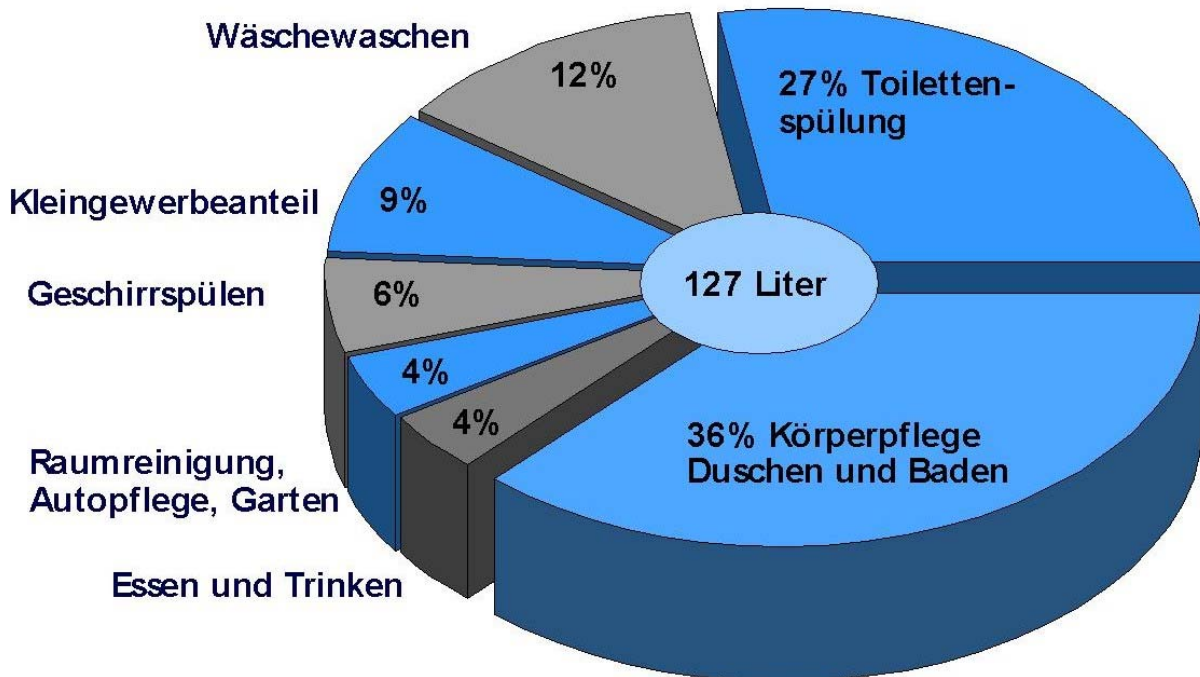
Virtueller (indirekter) Wasserverbrauch **4000 bis 5000 Liter pro Person am Tag !!!**



**Wasser-Fußabdruck
pro Person in Deutschland**

Direkter Wasserverbrauch in Deutschland

rd. 130 Liter Wasser pro Person am Tag !



Immerhin.....:



- 30-40 Liter Wasser die jeder von uns, an einem Tag die Toilette hinunter spült – **Trink**wasser in SchwemmKanalisation !

Die rd. 130 l Trinkwasser pro Tag landen zu fast 100 % in Kanalisation !

Abfluss erfolgt jedoch nicht gleichmäßig über den Tag,

sondern Abfluss-Schwankungen :

- Minimum in der Nacht
- Maximum am Morgen

Mit Abwassermenge schwankt Schmutzstoffkonzentrationen

➤ **Problematisch für Kläranlagen (s. Kapitel 3)**

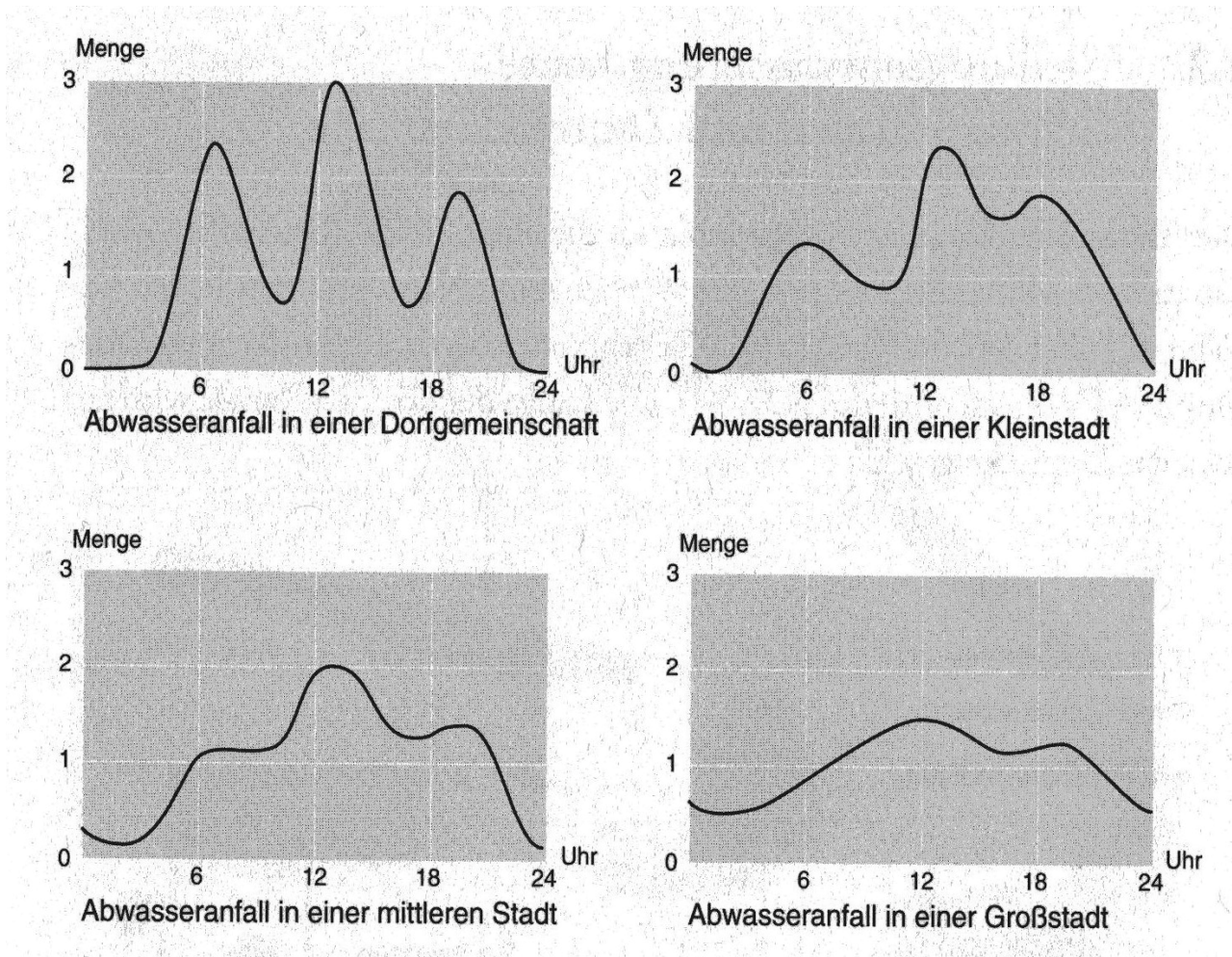



Abb 2: Abwassermengen im Tagesverlauf bei unterschiedlich großen Siedlungen [10]

Mit Größe u. Art der Städte/Siedlungen,

- ändert sich Abwasser-Qualität u. Quantität
- zunehmende StadtGröße = steigender Wasserverbrauch = steigende Abwasserproduktion

Bau **neuer** Abwasserleitungen:

- **Abwassermengen aus alten Datenbeständen errechnen**
- **oder aus aktuellen Messungen gewinnen**
- **Sinnvoll auch Vergleich mit anderen Städten**
- **Planung für > 50 Jahre  Ansatz i.d.r 150 l/E*d**

1.1.2 Gewerbliches und industrielles Abwasser

Q_i = Produktionsprozess-Abwasser (Industrie/Gewerbe)

Q_i Menge und Zusammensetzung bestimmt durch:

- Art der Rohprodukte und
- Verarbeitungsverfahren

Branchenspezifische Unterteilung :

- Siehe Script „Abwasserherkunfts Verordnung“
- Bestimmung der Abwassermenge durch Befragung der Betriebe
- oder durch Auswertung von bundesweiten Statistiken.

Jahr / Wirtschaftsgliederung	Abwassereinleitung	Nach Art des Abwassers			
		Behandeltes Abwasser	Unbehandeltes Abwasser		ungenutzt eingeleitetes Abwasser
			zusammen	dar. Kühlwasser	
in Mio. m ³					
2001	42.528	11.537	29.874	28.791	1.117
2004	39.185	10.453	27.575	26.316	1.156
2007	39.096	11.128	25.679	23.387	2.289
Bergbau u. Gewinnung von Steinen u. Erden	2.303	32	1.021	778	1.249
verarbeitendes Gewerbe	6.733	896	5.459	3.988	378
chemische Industrie	3.980	334	3.434	2.763	212
Wärme- kraftwer- ke	19.747	146	19.018	18.548	583

Tabelle 2: Abwassereinleitungen [11]

In jedem Fall sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Art des Gewerbe- und Industriezweiges (z.B. nach Abwasserherkunfts Verordnung);
- Die Art der Verwendung des Wassers (z.B. Wasser geht in das Produkt mit ein, Kühlwasser, Brauchwasser, Kreislaufwasser etc.);
- Die Art der Wasserbereitstellung (z.B. eigener Brunnen zur Wassergewinnung, Verwendung von Trinkwasser aus dem öffentlichen Netz, Brauchwasser etc.);
- Die Produktionsstunden;
- Die Menge der produzierten Güter;

1.1.3 Regen- u. Oberflächenwasser

Q_r = Oberflächenwasser meist in Form von Regenwasser

Q_r-Abfluss (Dächer, Straßen, etc.) nimmt Schmutzstoffe auf:

- **Straßenstaub**
- **Abrieb von Straße, Reifen, Bremsen**
- **Öl- und Treibstoffverluste**
- **Tierexkreme, Laub und ähnliche Abfälle**

Verschmutztes Regenwasser gelangt ins Kanalsystem


Nach Trockenperioden  erhebliche Schmutz-Mengen !

Q_r-Schmutzfrachten dann wie kommun. (Fäkal-)Abwassers !

Ableitung des Regenwassers im

- **Misch**wasserkanal = **1** Kanal = gemeinsam mit Schmutzwasser in einem Kanal, oder im
- **Trenns**ystem = **2** Kanäle = getrenntes Ableiten von Schmutz- und Regenwasser.
- **Weiter siehe Kap. „Ableitungssysteme**

Stark- oder Bemessungsregen

Starken Niederschlagsereignisses  dem Kanal zufließende Wassermenge, übersteigt alle anderen Abflussmengen, insbesondere die, des Trockenwetterabflusses, bei weitem

Damit das Kanalsystem in der Lage ist diese Wassermengen aufnehmen und ableiten zu können, muss es für einen bestimmten Regenfall dimensioniert und geplant werden, man spricht hier vom Bemessungsregen.

Dieser **Bemessungsregen** wird bestimmt durch:

- Die Dauer T , angegeben in Minuten;
- Die Höhe h_R des gefallenen Wassers, angegeben in mm;
- Die Stärke oder Intensität i , in mm / Min.; errechnet aus Dauer und Höhe:

$$i = h_R / T$$

- Die Häufigkeit n , in 1 : Jahre, sie gibt an wievielmals im Jahr im langjährigen Mittel ein Regen die Stärke i erreicht oder überschritten hat;

Aus diesen Daten lässt sich die **Regenspende r , in [l / (s * ha)]**, errechnen. Sie wird durch die Höhe des, auf ein bestimmtes Gebiet, gefallenen Wassers bestimmt.

$$1\text{mm Höhe pro m}^2 = 1\text{l Wasser pro m}^2 = 10\text{m}^3 \text{ Wasser pro ha}$$

Zur Bestimmung des Niederschlags kommen verschiedene **Messverfahren und -geräte** zum Einsatz.

- **Niederschlagsmesser** – sind Gefäße von einer normal runden waagerechten Auffangfläche von 200cm^2 , die 1m oder 1,5m über dem Erdboden aufgestellt werden; darunter liegt ein Messgefäß zur Messung der aufgefangenen Niederschlagsmengen in bestimmten Zeitintervallen, z.B. 12h, 24h, 168h;
- **Niederschlagsschreiber** – sind Niederschlagsmesser, die die aufgefangene Niederschlagsmenge auf einer Schreibtrommel durch einen Schwimmer oder Hebewerk und Schreibwerk auf Bögen oder Band aufschreiben;

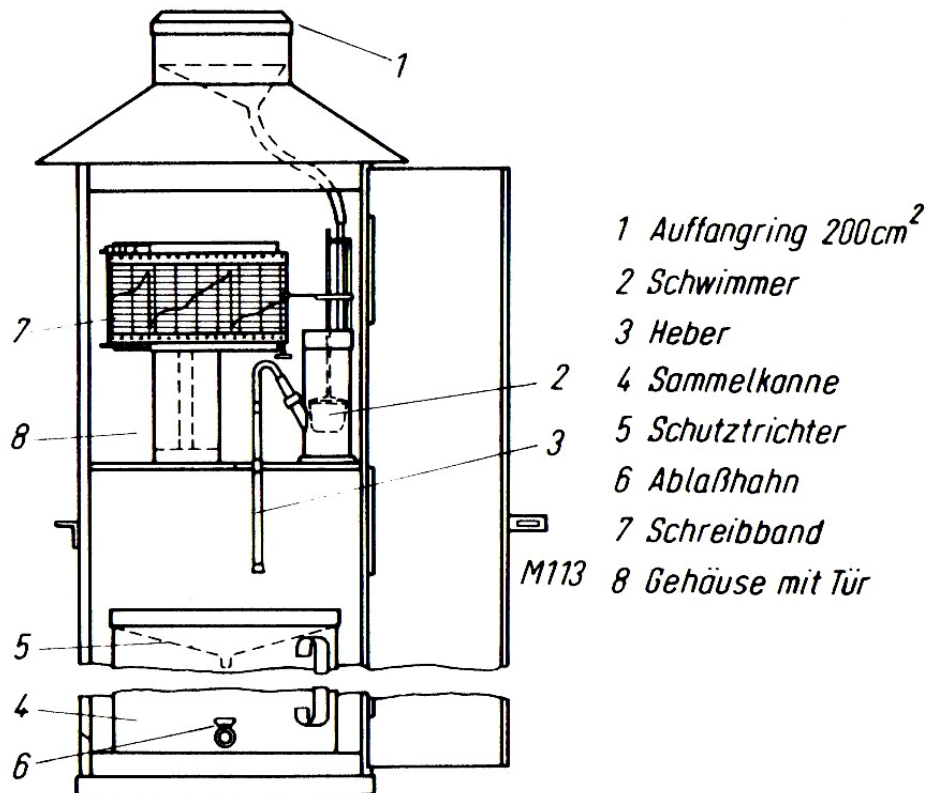


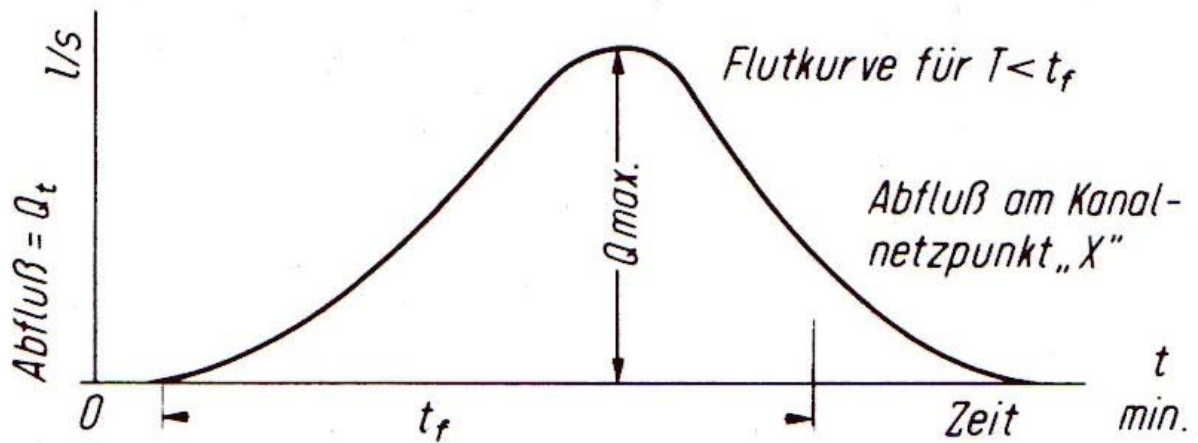
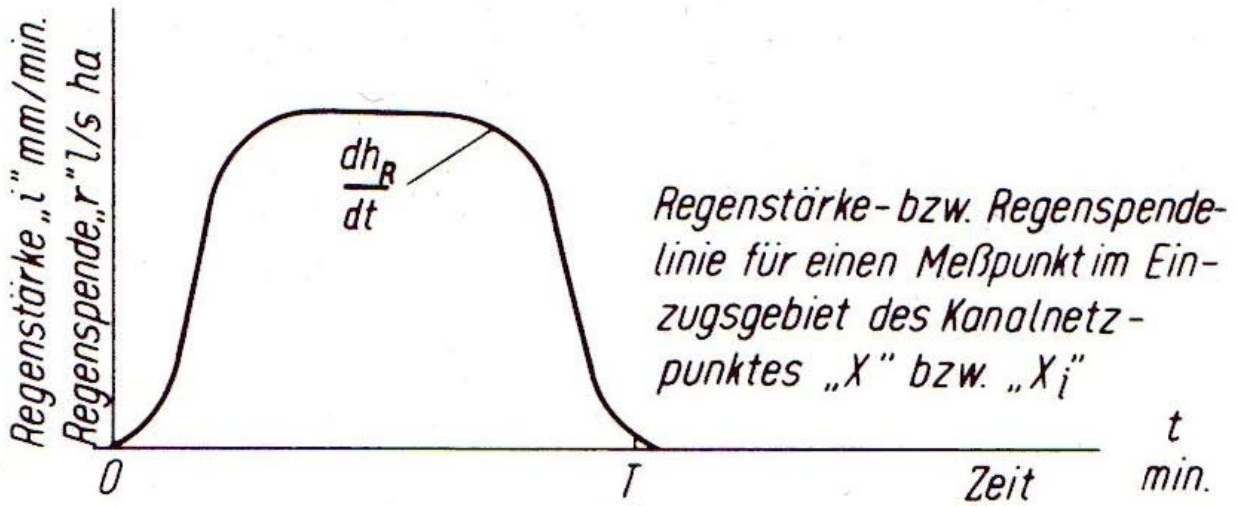
Abbildung 3: Niederschlagsschreiber [4]

- **Radarmessung** – Erfassung der Tropfenzahl oder der Tropfengröße durch Radaranlagen; Radarmessungen geben die Möglichkeit großräumig die Niederschlagsituation zu erfassen; allerdings mit gewissen Ungenauigkeiten;

Nur ein Teil des gefallenen Regens erreicht auch wirklich die Kanalisation. Wie viel Niederschlag tatsächlich die Kanalisation erreicht ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Anteil an versiegelter Fläche;
- Art der Versiegelung, Abflussbeiwerte, Metall- und Schieferdächer leiten bis zu 95 % des Niederschlages ab; Reihenpflaster nur bis zu 60 %;
- Art und Anteil der Vegetation;
- Gefälle und Neigung der Flächen;
- Niederschlagsintensität und –dauer;

Jeder einzelne Regen im Einzugsgebiet eines Kanalnetzes erzeugt an einem bestimmten Beobachtungspunkt im Kanal eine bestimmte Regenwasserabflusswelle, diese wird durch die sogenannte Flutkurve dargestellt.



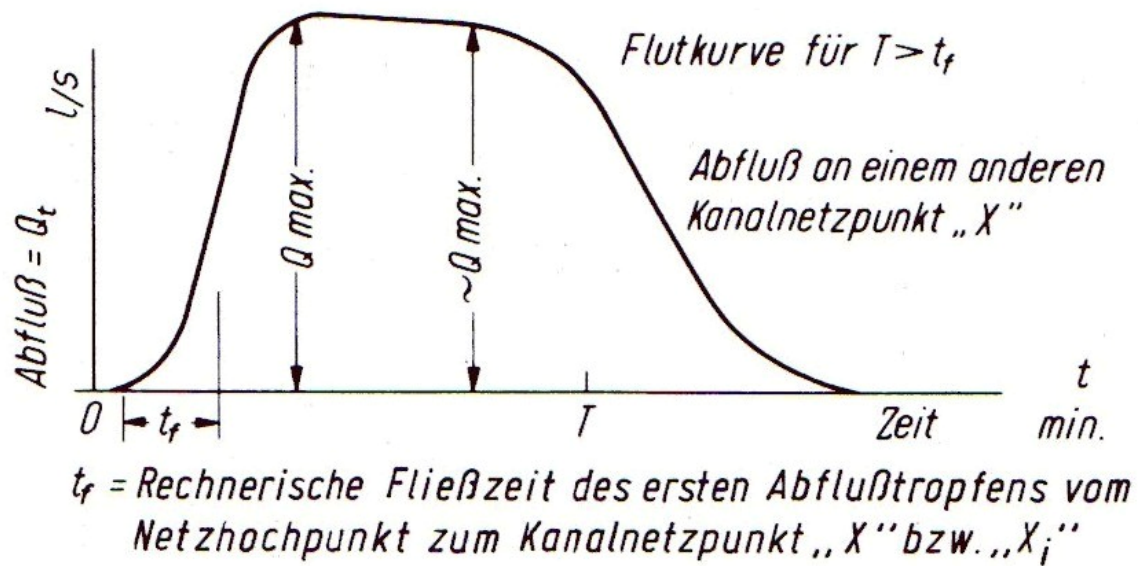


Abbildung 4: Flutkurven [4]

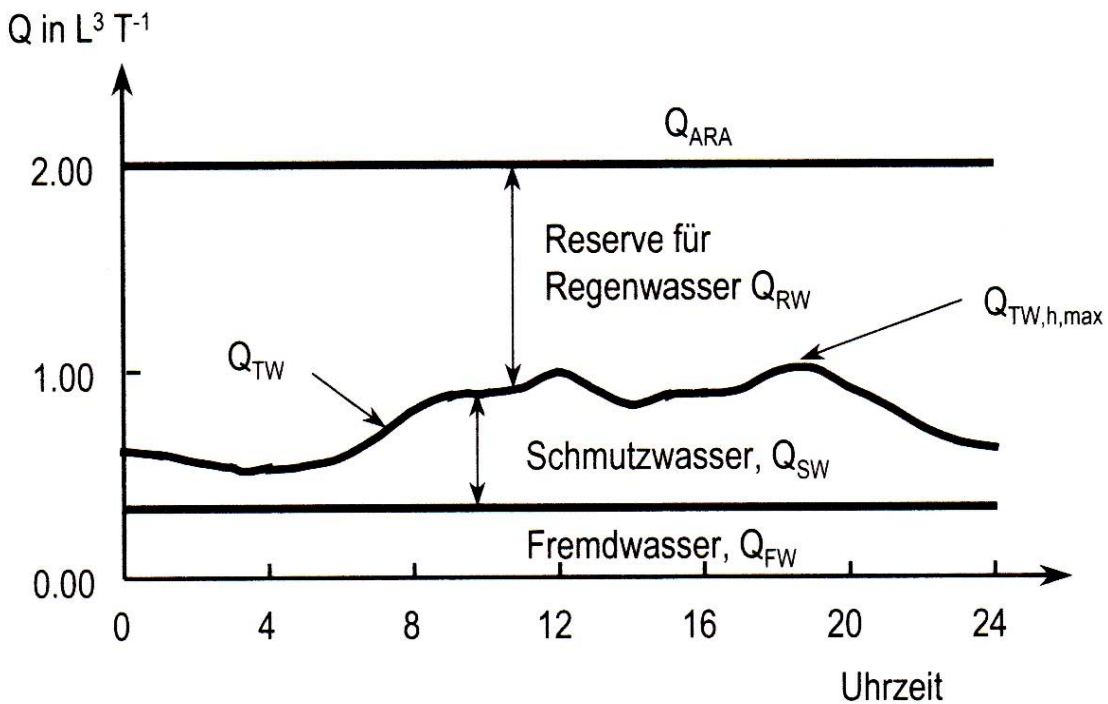


Abbildung 5: Verhältnis von Fremdwasser, Schmutzwasser und Regenwasser [9]

Download: <http://www.paulguckelsberger.de/WasserProjekte.htm>

1.1.4 Fremdwasser

Q_f = In die Kanalisation eindringendes

- Grundwasser,
- unerlaubt eingeleitetes Drän- oder Regenwasser (Fehlanschlüssen im Trennsystem),
- dem Schmutzwasserkanal zufließendes Oberflächenwasser (durch Schachtabdeckungen).

Fremdwassersanteil schwer zu ermitteln, da

- abhängig vom Wetter und der Qualität des Kanalnetzes

Q_f verbraucht Kapazität der Abwasserlgt. u. der Kläranlage

Daher **Q_f** -Anteil am Mischwasser minimieren:

- Kanäle und Schächte möglichst wasserdicht halten
- Einleitung von Hausdrainagen vermeiden
- Fehlanschlüsse suchen (Kanalkamera) und abstellen.

Fremdwasser = größtenteils Grundwasser

Es kann aber davon ausgegangen werden, dass der Einfluss des Fremdwassers auf den Trockenwetterabfluss erheblich ist, und ein Anteil von 20% Fremdwasser am Trockenwetterabfluss eher die Untergrenze darstellt.

Der Fremdwasserzuschlag beim Mischsystem sollte 100 % vom Schmutzwasserabfluss Q_s betragen.

Download: <http://www.paulguckelsberger.de/WasserProjekte.htm>

Beim Trennsystem kann der Zuschlag 30 % bis 50 % vom Schmutzwasserabfluss Q_s betragen.

1.1.5 Wiederverwendung von Abwasser

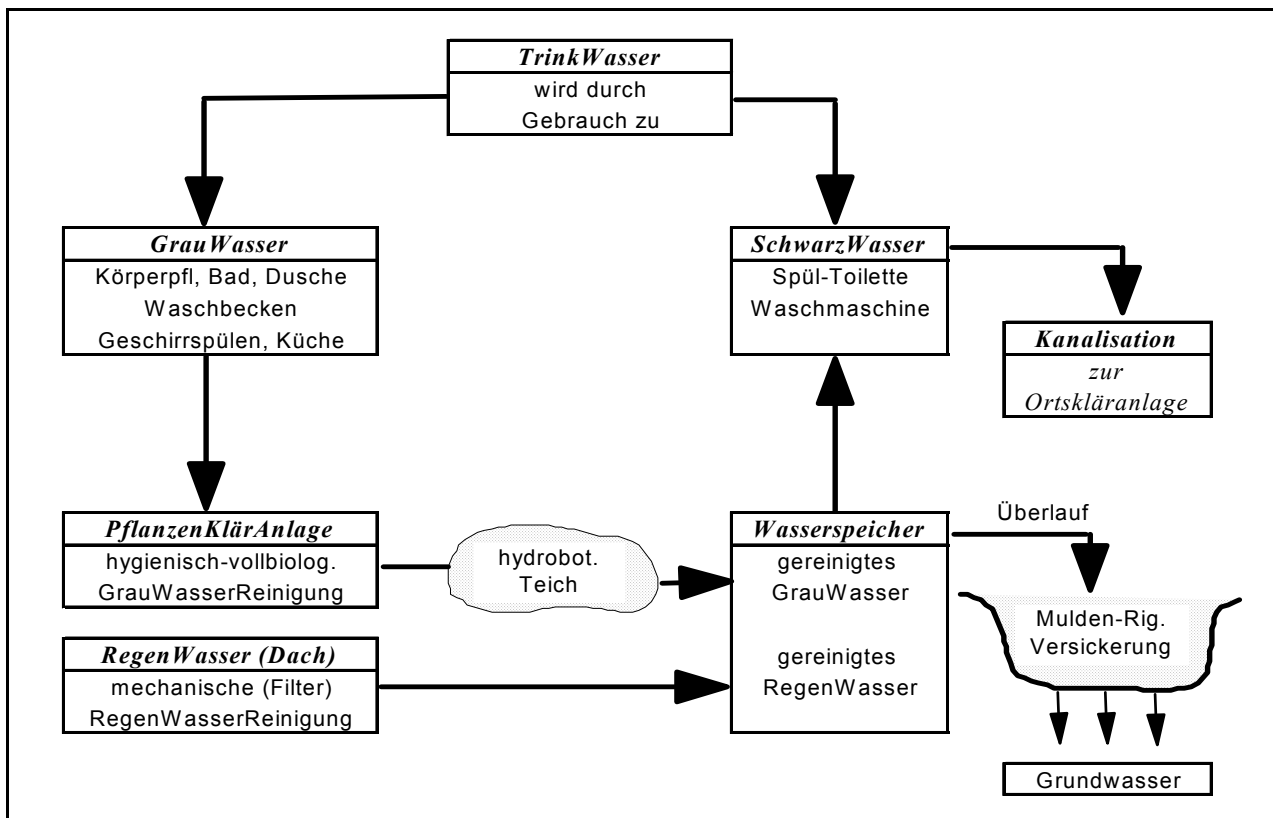
Abwasser-Wiederverwendung kann

- Belastung der Gewässer reduzieren
- Industrie/Gewerbe wertvolle Inhaltsstoffe wieder bringen

Wesentlich für die Wiederverwendung :

- Nutzbarmachung des im Abwasser enthaltenen Wassers
Wiederverwendung z.B. als Kreislauf- oder Brauchwasser
- Rückgewinnung von Inhaltsstoffen (Wirtschaftlichkeit)
- Nutzung von Niederschlagswasser

ProjektBeispiel für Wiederverwendung von Abwasser:



Quelle: <http://www.paulguckelsberger.de/WasserProjekte.htm>

Download: <http://www.paulguckelsberger.de/WasserProjekte.htm>

1.1.6 Ableitungssysteme

Haupt-Ableitungssysteme

Mischsystem	Trennsystem
Regen- + Schmutzwasser In einem Kanal	Regen- + Schmutzwasser Getrennt in zwei Kanälen

1.1.7 Mischwassersystem

$$Q_m = \text{Mischwasserabflu\ss} = Q_t + Q_r$$

Regen- + häusliches- + industr.- Abwasser + Fremdwasser

Vorteile dieses Systems:

- nur ein Kanal (beengte Bauverhältnissen)
- Gefahr von Fehlschlüssen besteht nicht;
- Nur eine Anschlussleitung pro Haus an den Hauptkanal
- Geringere Kanalnetzlänge = weniger Bau- u. Betriebskosten

Nachteile:

- Regenwetterabfluss mehr als 100fache des Schmutzwasserabflusses, daher große Rohrquerschnitte notwendig;
- Vermischung Regenwassers mit Schmutzwasser = Kläranlagen müssen größer dimensioniert werden;

- **Zusätzliche Kosten durch Entlastungsbauwerke (Regenüberläufe oder Regenüberlaufbecken)**
- **Abschlag von Mischwasser bei Regen in Gewässer = hohe Belastung der Gewässer durch ungeklärtes Abwasser;**

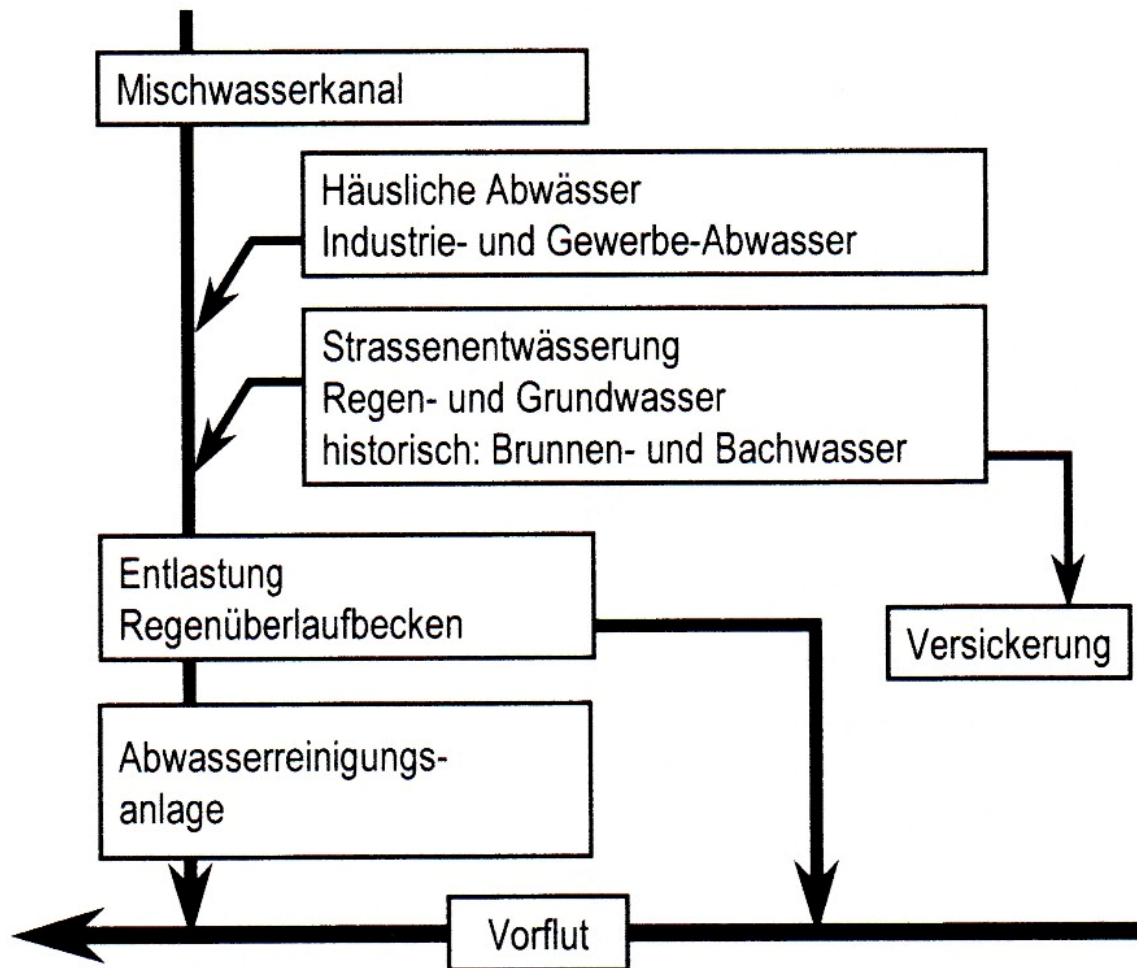


Abbildung 6: Schematische Darstellung eines Mischwassersystems [9]

1.1.8 Trennsysteme

- **1 Schmutzwasserkanal:** Häusliches + industr. Schmutzwasser im Schmutzwasserkanal der Kläranlage zugeleitet.
- **1 Regenwasserkanal:** Regenwasser und unbelastete Abwässer wie Bach-, Quell-, Drän- oder Kühlwasser werden im Regenwasserkanal dem Vorfluter zugeleitet

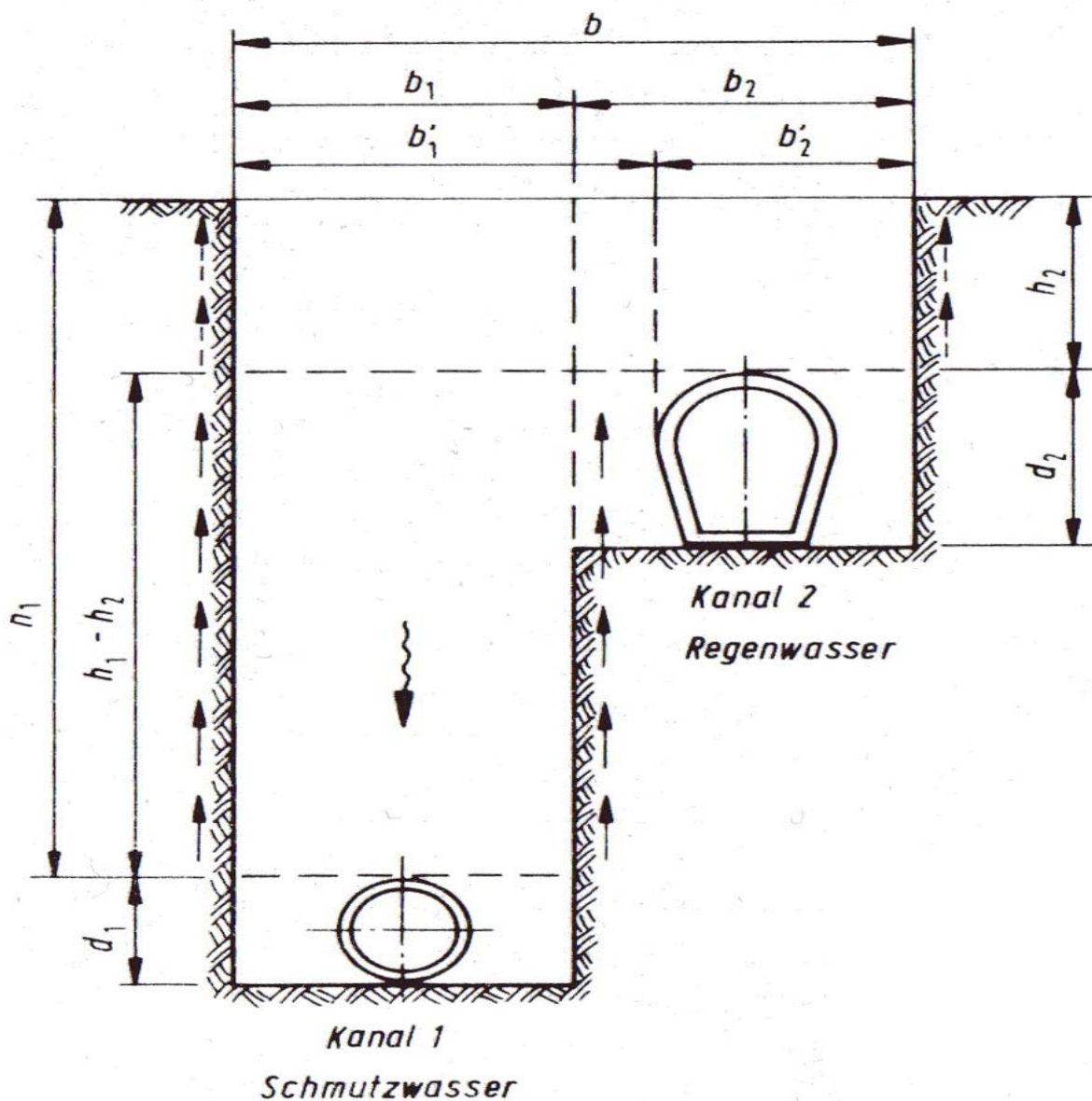


Abb. 7: Stufengraben für Regenwasser und Schmutzwasser [3]

Vorteile:

- **Kleinere Rohrquerschnitte;**
- **Kleinere Dimensionierung von Kläranlagen;**
- **Kein SchmutzwasserAbschlag in die Gewässer;**
- **Keine Entlastungsbauwerke notwendig;**

Nachteile:

- **Im Entwässerungsgebiet zwei Kanalleitungen benötigt;**
- **Größere Kanalnetzlänge = mehr Bau-/Betriebskosten**
- **Gefahr von Fehlan schlüssen (Schmutzwasser wird in den Regenwasserkanal eingeleitet) kann eine Behandlung des Regenwassers notwendig werden;**
- **Es werden zwei Anschlussleitungen pro Haus benötigt;**

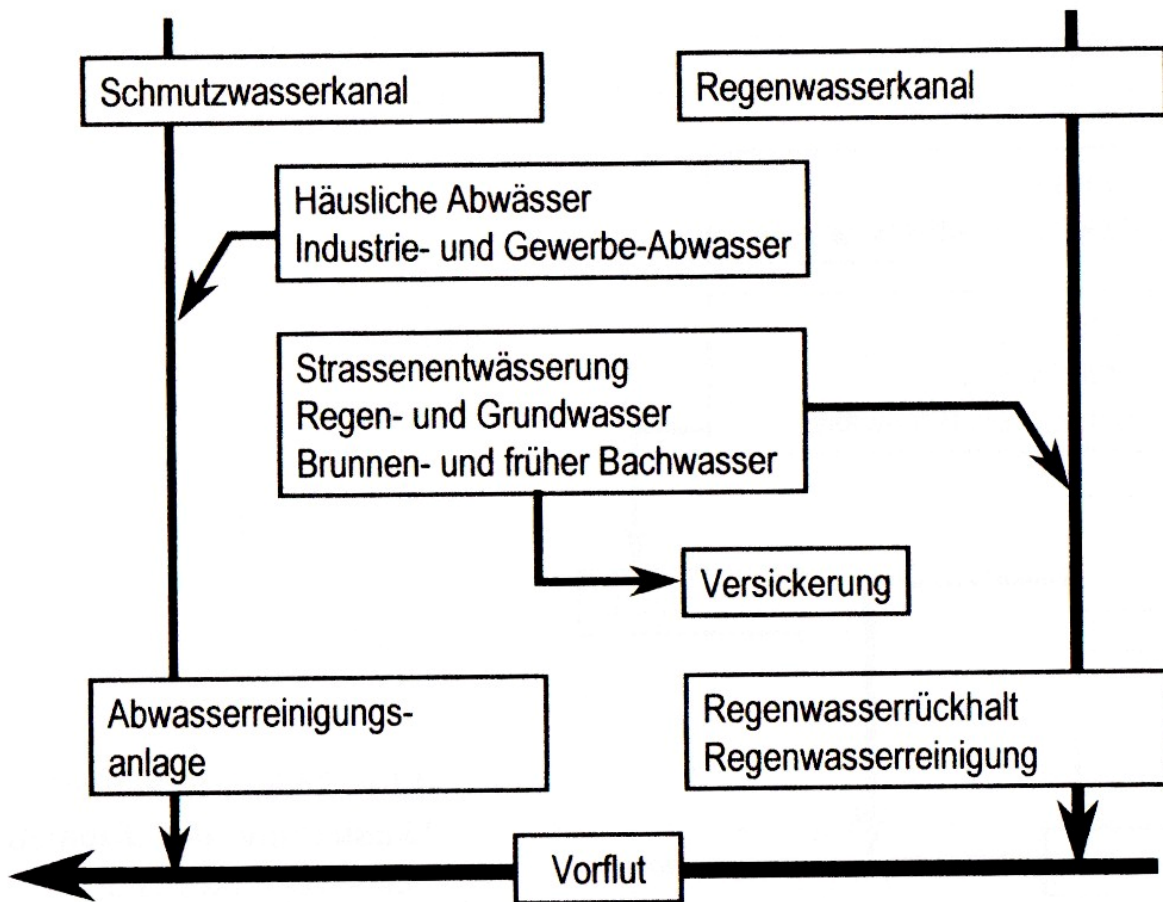


Abbildung 8: Schematische Darstellung eines Trennsystems [9]

Neben Abwasserunterteilung in **Schmutz- und Regenwasser**, heute weitere Abwasserklassifizierung :

- **Grauwasser** ist fäkalfreies, gering verschmutztes Abwasser, wie es beim Duschen, Baden oder Händewaschen anfällt. Durch den Einsatz von Wasserrecycling-Systemen kann das Grauwasser für eine Zweitnutzung, wie z.B. Gartenbewässerung oder Toilettenspülung, aufbereitet werden.
- **Schwarzwasser** ist häusliches Abwasser ohne Grauwasser mit fäkalen Feststoffen, also Abwasser aus Toiletten. Hierbei kann weiter unterschieden werden in
- **Gelbwasser** (Sammelbezeichnung für Urin aus Separationstoiletten und Urinalen, mit oder ohne Spülwasser) und
- **Braunwasser** (restliche Teil des Schwarzwassers ohne Gelbwasser und ohne fäkale Feststoffe)

1.1.9 Druckentwässerungssysteme

Druckentwässerung = **Sonderform des Trennsystems**

Wenn Kosten für Freispiegelleitungen zu hoch sind

Nur für die Ableitung von Schmutzwasser

Mögliche **Anwendungsgebiete**:

- Mangelndes Geländegefälle
- Hoher Grundwasserstand
- Geringe Siedlungsdichte
- Beengte Platzverhältnissen
- Nur zeitweiser Abwasseranfall (z.B. Campingplätze)

Haushalts-Schmutzwasser über Gefälleleitung in Haus-Pumpenschacht geleitet.

Von dort mit Pumpe über die Hausanschlussdruckleitung in die Sammeldruckleitung gepumpt (siehe Grafik unten).

Durchmesser DN 32 bis DN 80 - Drücke bis zu 5 bar

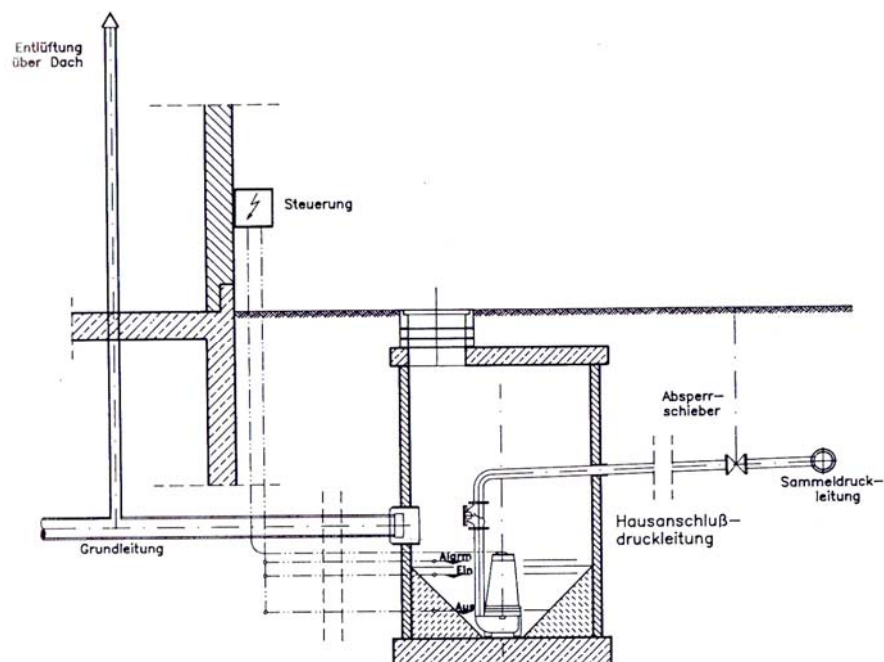


Abbildung 9: Förderanlage für Druckentwässerung [3]

Druckentwässerungsnetze = **Ringnetz oder Verästelungsnetz**

Gebäude können unter der Drucklinie der Kläranlage liegen (siehe Grafik unten)

Weit entfernte Gebiete Drucknetze werden über Zwischenpumpwerke verbunden

Bisher Druckentwässerungen für bis zu 15.000 Einwohner gebaut.

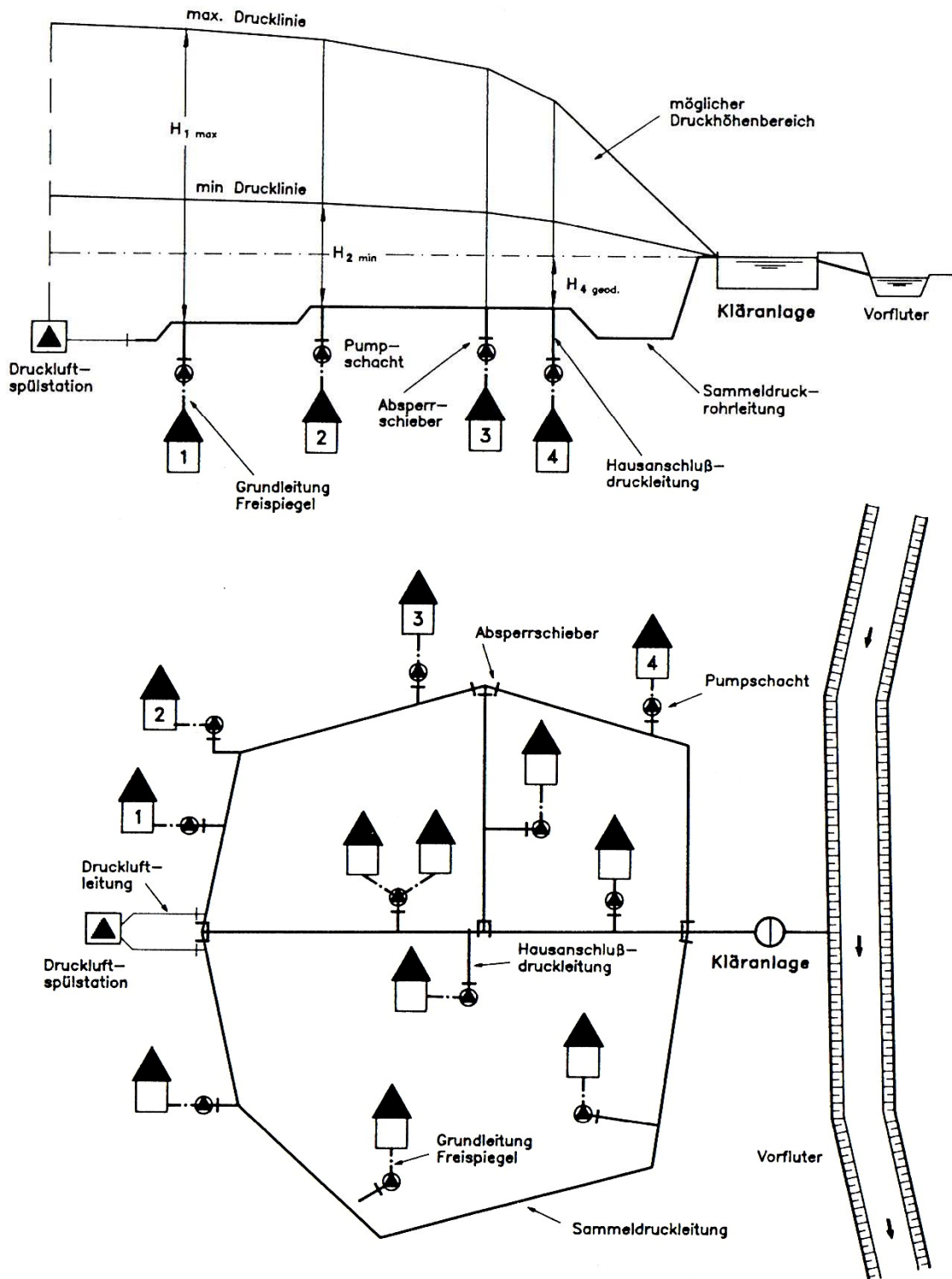


Abbildung 10: Schema einer Druckentwässerung [3]

1.1.10 Vakuumentwässerungssysteme

Vakuumentwässerung (wie Druckentw.) = **Sonderform des Trennsystems**

Nur für den Transport von Schmutzwasser geeignet. Die möglichen Anwendungsgebiete entsprechen denen der Druckentwässerung. Der **Vorteil** des Vakuumentwässerungssystems besteht darin, dass

- bei mehreren Anschlussnehmern nur eine zentrale Vakuumstation erforderlich ist;
- und Abwasser aus den Leitungen nicht austreten kann, was besonders in Trinkwasserschutzgebieten von Vorteil ist;

In einer Vakuumstation wird ein **Unterdruck von 0,6 bis 0,7 bar** erzeugt und das Schmutzwasser wird dort in einen Behälter gesaugt. Von hier wird es durch eine Abwasserpumpe in eine Freispiegelleitung gepumpt (siehe Grafik unten). Bisher wurden bis zu 1.500 Einwohner an eine Station angeschlossen. Größere Gebiete können durch mehrere Vakuumstationen entsorgt werden.

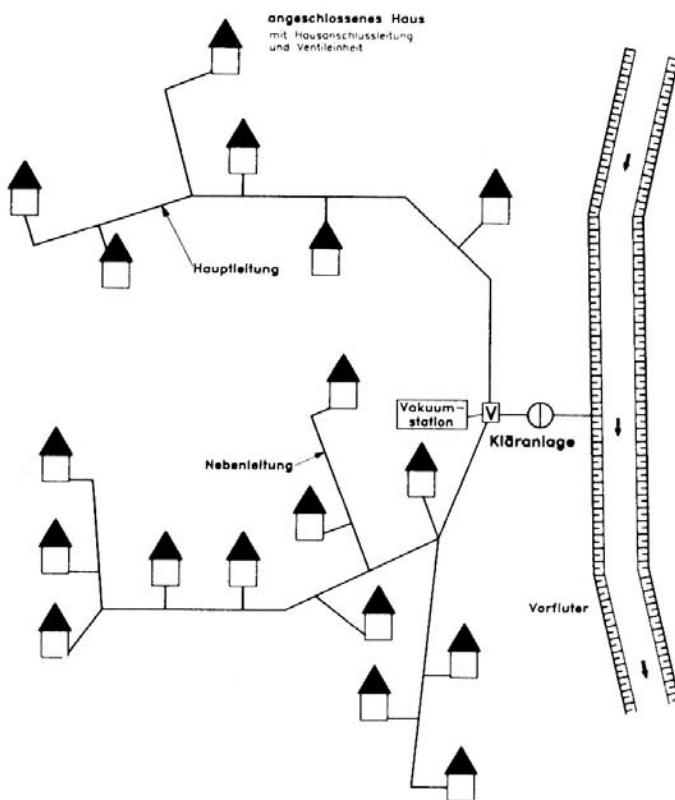


Abbildung 11: Schema einer Vakuumentwässerung [3]

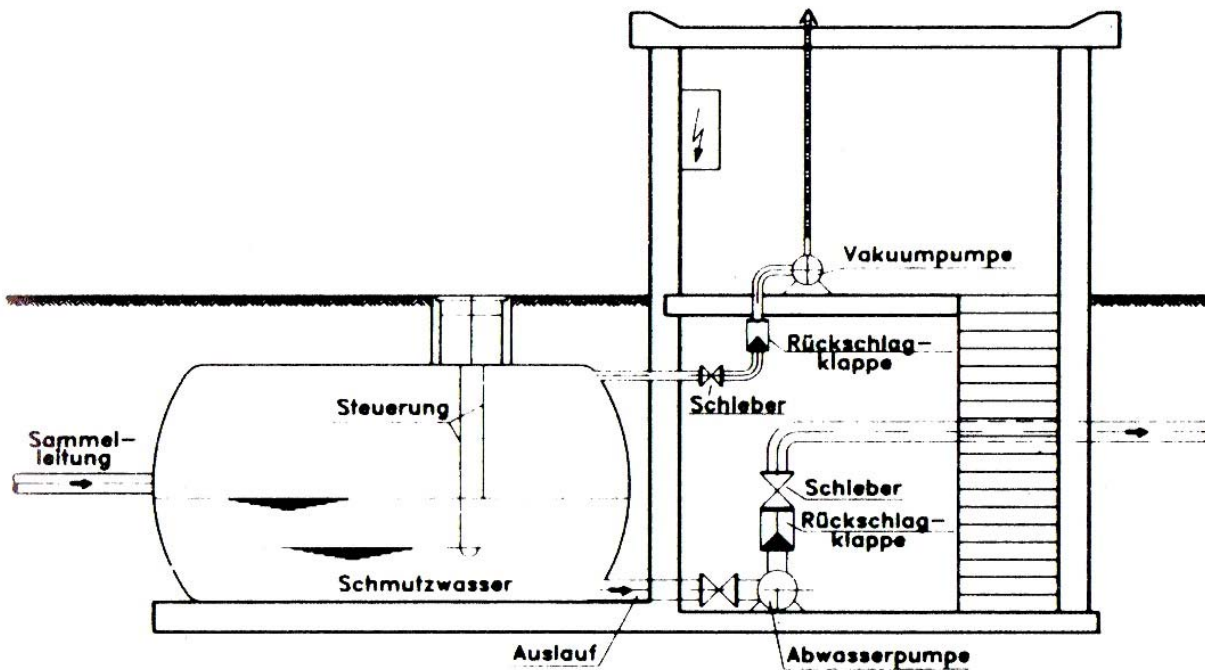


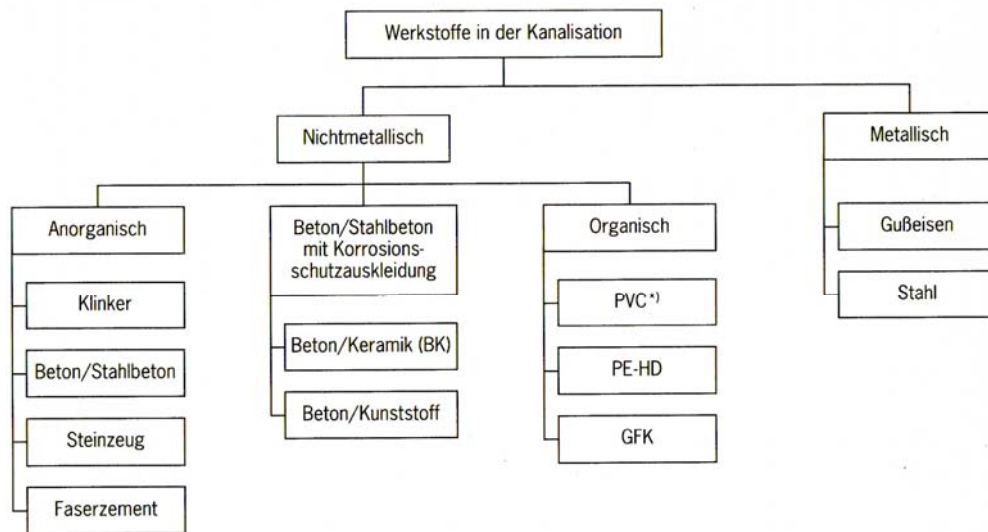
Abbildung 12: Vakuumstation mit hydraulischer Weiterförderung [3]

Vakuumtoilette

- In Gebieten in denen Wasser knapp
- oder als Wasser sparende Maßnahme
- Heute allem auf Schiffen, in Flugzeugen und in Zügen
- Jeder Spülvorgang verbraucht ca. 1 l Wasser.
- Bei jeder Spülung werden 60-70 l Luft in das Rohrleitungssystem gesaugt. Die Luft drückt den Flüssigkeitspfropfen durch die Leitung zum Sammelbehälter.

1.2 Bestandteile von Abwasserkanälen

1.2.1 Baustoffe und Profile der Abwasserleitung



*) Auf örtlich mögliche Verwendungsbeschränkungen wird hingewiesen

Abbildung 13:
Werkstoffe in der
Kanalisation [3]

Diese Werkstoffe unterliegen den verschiedensten **Beanspruchungen**, vor allem aber physikalischen (hohe Fließgeschwindigkeiten, Abrieb durch Sand), chemischen (stark saure oder stark alkalische Abwässer) und statischen (Erd- und Verkehrslasten).

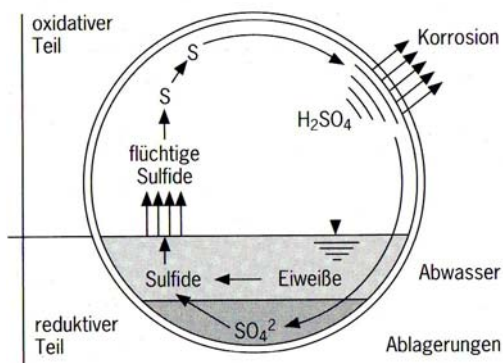


Abbildung 14: Schwefelsäure-Korrosion in der Kanalisation [3]

Maßgebend für die **Wahl des Querschnitts** sind folgende Gesichtspunkte:

- Menge des abzuleitenden Abwassers;
- Gefälleverhältnisse;
- Misch- oder Trennverfahren;

- Verhältnis von Minimal- zu Maximalabfluss;
- Selbstspülungsvermögen der Leitung;
- Tiefenlage der Sohle bzw. Bauhöhe;
- Statische und dynamische Belastung;
- Baukosten;
- Betrieb und Unterhaltung;

Da Abwasserkanäle auch grobe Stoffe abführen müssen sollten folgende **Minstdurchmesser** nicht unterschritten werden:

Grundstücksanschlüsse	150mm
Ablaufkanäle von Straßenabläufen	150mm
Schmutzwasserkanäle	250mm
Regen- und Mischwasserkanäle	300mm

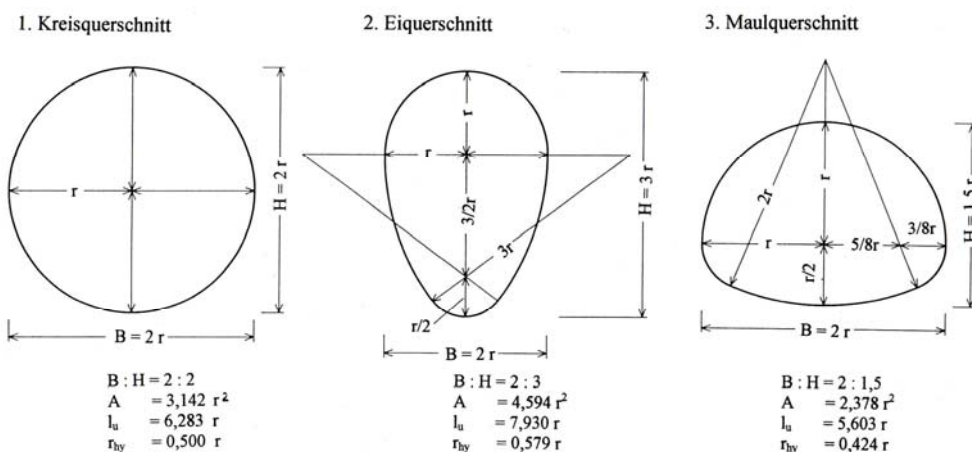


Abbildung 15: Querschnittsformen für geschlossene Profile [4]

1.2.2 Einstiegs- und Kontrollschächte

Schächte dienen der Kontrolle und der Reinigung der Kanäle, sowie der Be- und Entlüftung. Die **Anordnung der Schächte** soll den unten aufgeführten Gesichtspunkten folgen:

- Bei Änderung der Richtung des Kanals;
- Bei Änderung des Querschnitts;

- Bei Änderung des Gefälles;
- Bei Einmündungen neuer Kanäle;
- Bei langen, geraden Kanälen alle 100m;
- Je nach wartungs-, betriebs- und sicherheitstechnischen Belangen;

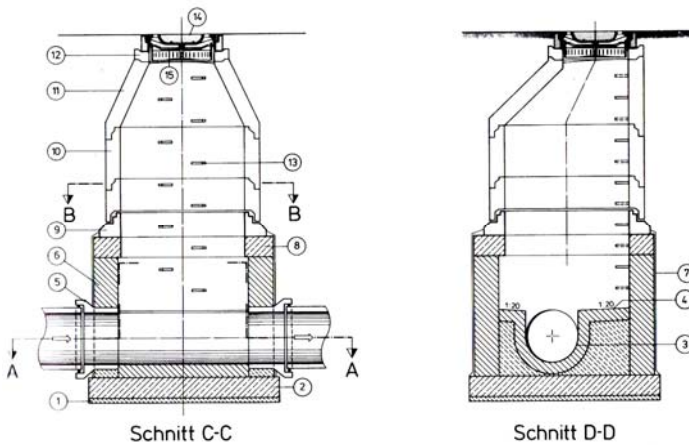


Abbildung 16: Schacht bis DN 500 [3]

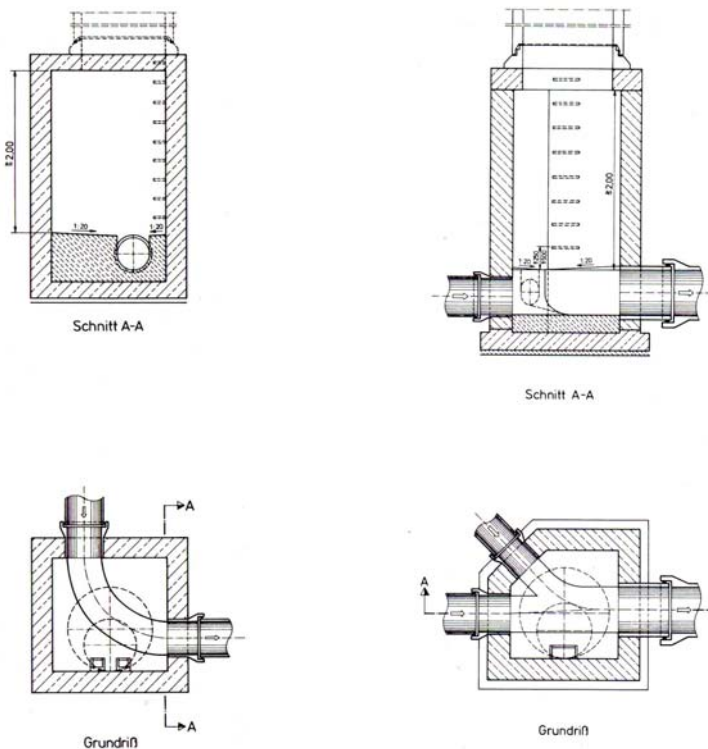


Abbildung 17 und 18: Kurvenbauwerk und Verbindungsbauwerk [3]

1.2.3 Regenüberläufe / Regenüberlaufbauwerke

**Wirtschaftl. KlärAnlagenbemessung = doppelten Trockenwetterzufluss.
Daher Fremd- und Niederschlagswasser möglichst nicht zur Kläranlage
leiten.**

Hohe Regenabflüsse würden KA mit mehr als $2Q_t$ überlasten.

**Kanäle und Speicherräume im Mischsystem werden daher auf die
Ableitung von $2*Q_t$ ausgelegt.**

**Kläranlagen sind aus wirtschaftlichen Gründen nur für einen doppelten
Trockenwetterzufluss ausgelegt**

Was passiert mit dem „Zuviel“ an Mischwasser ?

Mischwasser muss in nahegelegene Gewässer entlastet werden

**Das Entlasten kann zum einen direkt geschehen, durch Regenüberläufe,
die direkt mit dem Vorfluter verbunden sind,**

**oder indirekt durch Zwischenspeicherung des Mischwassers in
Regenrückhaltebecken (siehe Punkt 2.4.4). Regenüberläufe können für
kritische Regenspenden von 7,5 bis 15 l / (s * ha) ausgelegt werden.**

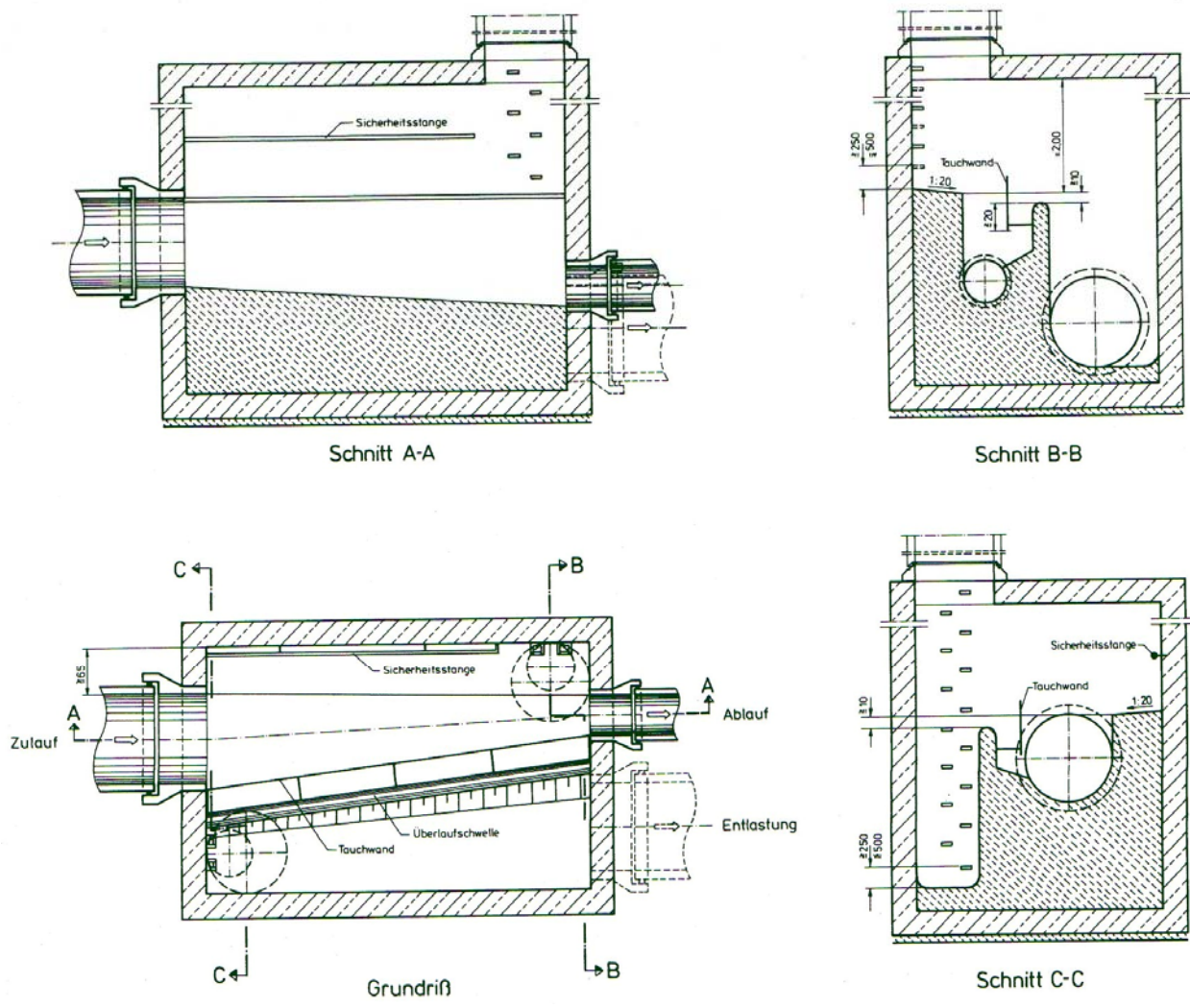


Abbildung 19: Regenüberlaufbauwerk mit einseitiger Überlaufschwelle [3]

1.2.4 Regenrückhaltebecken

Regenrückhaltebecken speichern Teile des Starkregenabflusses und geben das gespeicherte Abwasser dann langsam wieder ans Kanalnetz ab.

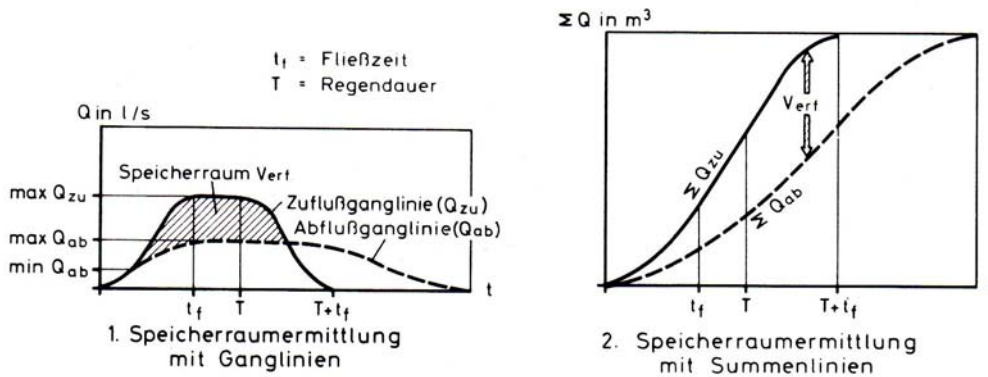


Abbildung 20: Speicherraumentwicklung [3]

Regenrückhaltebecken haben keinen direkten Ablaufkanal zum Vorfluter, sie können ihr Abwasser nur ins Kanalnetz abgeben. Durch die Zwischenspeicherung können die Abflussspitzen gebrochen werden.

1.2.5 Regenüberlaufbecken

Regenüberlaufbecken sind ähnlich konstruiert wie Regenrückhaltebecken. Bei kurzen, heftigen Regen, kann der Spülstoß, der das Kanalnetz von Ablagerungen befreit, gespeichert und kontrolliert der Kläranlage zugeführt werden. Der Vorteil: sollte es längere Zeit heftig regnen können sie das überschüssige Mischwasser in den Vorfluter abgeben. Regenüberlaufbecken können als

- **Fangbecken (FB)** – sie speichern den Mischwasserspülstoß, werden aber nicht vom Überschusswasser durchflossen;
- **Durchlaufbecken (DB)** – sie speichern den Mischwasserspülstoß, und werden vom Überschusswasser durchflossen, eine mechanische Klärung ist vorgeschaltet;
- **Verbundbecken (VB)** – sind eine Kombination aus FB und DB;

ausgeführt werden.

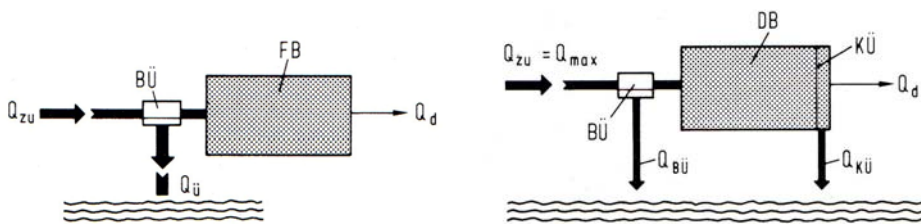


Abbildung 21 und 22: Fangbecken (FB) und Durchlaufbecken (DB) [3]

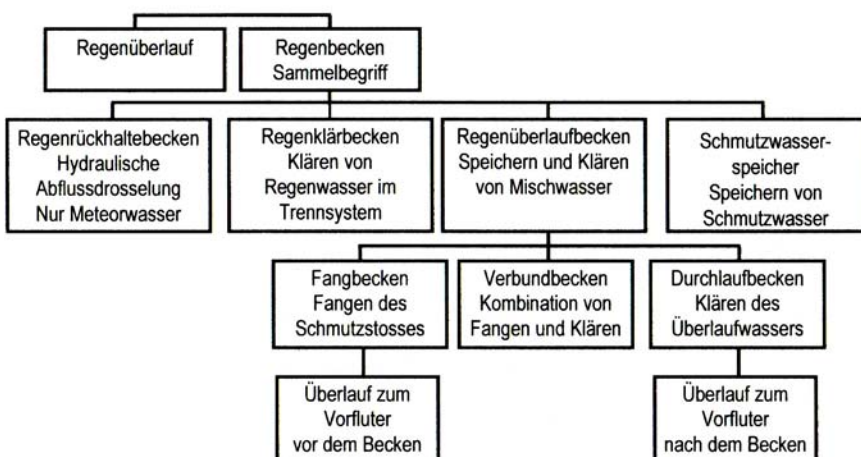


Abbildung 23: Systematik der Regenbecken; Meteorwasser - Regenwasser [9]

1.2.6 Regenwasserbehandlung

Ziel bei der Planung und dem Betrieb von Entlastungsbauwerken muss sein, diese so zu dimensionieren und zu betreiben, dass die ins Gewässer abgegebene Schmutzfracht so gering wie möglich gehalten wird. Die unten stehende Tabelle zeigt mögliche Beeinträchtigungen von Gewässern durch Mischwasserentlastungen.

Zeitliche Wirkungen	Maßgebende Parameter	Bezugsgrößen
akut im Bereich von Stunden	hydraulisch sohlennahe Fließgeschwindigkeit Sohlenschubspannung stofflich toxische Stoffe (insb. NH ₃) Sedimentation von Feststoffen pathogene Keime im Sediment	Wassermengen bezogen auf das Einzelereignis
verzögert mehrere Stunden bis Tage	stofflich und Frachten Sauerstoffhaushalt Feststoffhaushalt akute Toxizität pathogene Keime	Konzentrationen bezogen auf das Einzelereignis
langfristig über Monate bis Jahre	stofflich organische persistente Stoffe, Metalle, anorganische und organische Sedimente eutrophierende Stoffe	Stofffrachten über lange Zeit (Monate bis Jahre)

Abbildung 24: Schadwirkungen von Mischwasserentlastungen [3]

Aus diesem Grund werden verschiedene Regenwasserbehandlungen, je nach Häufigkeit der Mischwasserabgabe, nach Art der Zusammensetzung und nach Vorbelastung und Größe des Vorfluters angewendet. Die untere Tabelle zeigt die auftretenden Probleme und mögliche Lösungen.

Problemort	Problem	Ursache	Geeignete Maßnahmen	Ort d. Maßnahmen
Gewässer im Nahbereich der Einleitung	Starke, häufige bzw. lange MW-Überläufe	Fremdwasser	Separate Ableitung	Anfallort
		wenig verschmutzter Regenabfluß im Mischsystem	Dezentrale Einleitung, Versickerung, Abflußsteuerung	nahe Anfallort vor dem Überlauf
		Spülstoß Starkverschmutzer	Abflußsteuerung Vorbehandlung, Separate Ableitung z. KlG.	vor dem Überlauf Anfallort
Gewässer insgesamt	Ästhetische Beeinträchtigungen	Grobstoffe im Mischwasser	Rechen, Siebanlagen	vor dem Überlauf
	Ablagerungen	Feststoffe im Mischwasser	Abwasserverfahrenstechnik (Sedimentation, Filtration, etc.)	vor dem Überlauf
	Hygiene	Bakterien, Viren	Speicherung, Modifikation Einleitung	vor dem Überlauf
Gewässer insgesamt	Mechanische Belastungen	Hydraulische Spitzen	Speicherung, Modifikation Einleitung, Abflußsteuerung	vor dem Überlauf
			Profilanpassungen, Substratverbesserung, Beseitigung von Wiederbesiedlungshindernissen	im/am Gewässer
	Akute Probleme z.B. Toxizität, Sauerstoffmangel	z.B. Ammonium im Mischwasser Q, pH, Temperatur im Gewässer	(Erhöhte) Speicherung, Abflußvermeidung, Verbesserung Gewässereigenschaften (z.B. Fließgeschwindigk., Beschattung)	vor dem Überlauf Anfallort im/am Gewässer
	Chronische Toxizität	Schwermetalle, Pestizide, lipophile Stoffe u. a.	Stoffvermeidung, (Erhöhter) Feststoff-Rückhalt	am Anfallort vor dem Überlauf
	Eutrophierung	Nährstoffe im Mischwasser	(Erhöhte) Speicherung, Abwasserverfahrenstechnik	vor dem Überlauf

Abbildung 25: Ursachen und Maßnahmen bei der Regenwasserbehandlung [3]

1.2.7 Stauraumkanäle

Stauraumkanäle (SK) stellen eine **Sonderform der Regenüberlaufbecken** dar. Mit Hilfe einer Drosselvorrichtung wird das gezielt überdimensionierte Kanalvolumen zur Speicherung des Mischwassers genutzt. Beim Stauraumkanal können ähnlich wie beim Regenüberlaufbecken nicht durchflossene Stauräume und durchflossene Stauräume unterschieden werden.

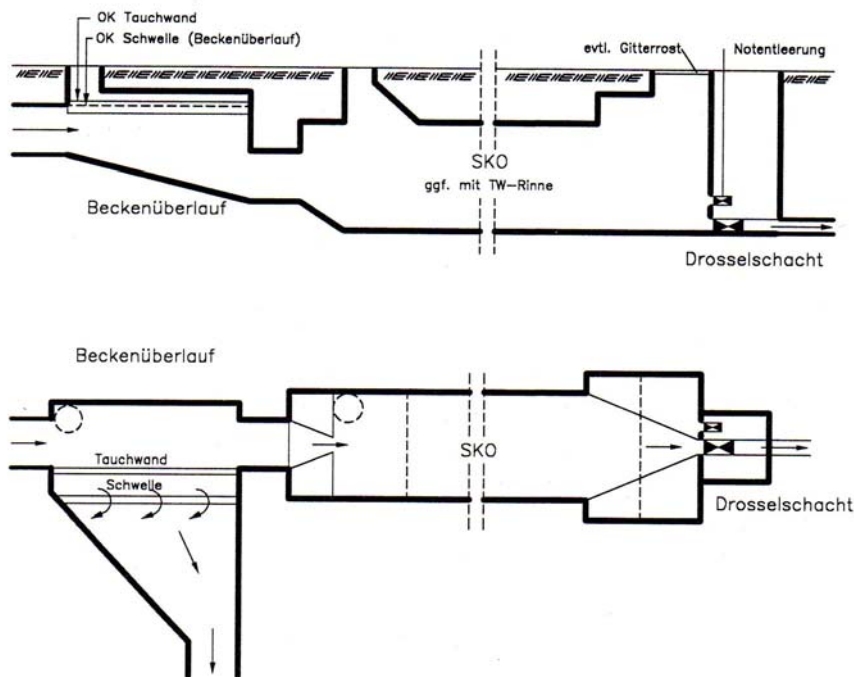


Abbildung 26: Stauraumkanal [3]

Die Stauraumkanäle sollten zur besseren Reinigung und Wartung begehbar sein und einen Mindestdurchmesser von 1,5m haben.

1.2.8 Abwasserpumpwerke

Abwasserpumpwerke sind notwendig um die Tiefe der Abwasserkanäle und damit auch die Kosten zu begrenzen. Sie werden dort eingesetzt wo fehlendes Gefälle ausgeglichen werden muss, wo Regenwasser in den Vorfluter gehoben werden muss oder wo durch den hohen Grundwasserstand Fremdwasser das Kanalnetz belasten würde. Man unterscheidet daher verschieden **Arten von Pumpwerken**:

- **Kanalisationspumpwerke** – sind Abwasserpumpwerke, die innerhalb der öffentlichen Kanalisation fehlendes Gefälle ausgleichen;
- **Zwischenpumpwerke** – werden auf einer längeren Kanalstrecke eingefügt um fehlendes Gefälle auszugleichen;
- **Regenwasserpumpwerke** – ersetzen das Gefälle zum Vorfluter, um den Regenwasserabfluss sicher zu stellen; ihr Einsatzgebiet ist sowohl beim Trenn- als auch beim Mischverfahren;
- **Kläranlagenpumpwerke** – heben das Abwasser auf dem Kläranlagengelände aus dem tief ankommenden Sammler so hoch, dass auch das erforderliche Klärgefälle erreicht wird;
- **Hochwasserpumpwerke** – sind wie Regenwasserpumpwerke; sie übernehmen ihre Aufgabe jedoch nur wenn der Vorfluter Hochwasser führt;

Bei der **Planung und Bemessung von Abwasserpumpwerken** sind folgende Punkte zu beachten:

- Der Abwasseranfall;
- Die Abwasserbeschaffenheit;
- Die Förderaufgabe – siehe oben „Arten der Pumpwerke“;
- Die Förderhöhen;
- Ob das Pumpwerk erweiterbar sein soll – z.B. durch den Anschluss von neuen Baugebieten entstehen andere Abwassermengen, die zu bewältigen sind;
- Der Mindestkugeldurchgang für Fördereinrichtungen – beschreibt den Durchmesser einer Kugel der ohne Verstopfung der Pumpe gefördert werden kann;
- Die Strömungsgeschwindigkeit und den Rohrdurchmesser;

Neben den oben genannten Punkten spielt auch der Standort eine wichtige Rolle, dieser wird bestimmt durch die vorhandene oder geplante Kanalisation, durch technische oder wirtschaftliche Längenbegrenzungen der Kanalisation, durch den Grunderwerb und durch städtebauliche Gesichtspunkte.

Durch die zahlreichen Anforderungen, die an Pumpwerke gestellt werden haben sich verschiedene **Pumpwerksarten und Pumpenaufstellungen** herausgebildet:

Download: <http://www.paulguckelsberger.de/WasserProjekte.htm>

- **Pumpen in Nassaufstellung** – die Pumpen werden unmittelbar im Saugraum untergebracht; sie werden als Tauchmotorpumpen im Unterwasserbereich eingebaut; Vorteil: kein Heißlaufen der Pumpe und Lager; praktisch kein Raumbedarf; Nachteil: Im Saugraum stellen die Pumpen mit ihren Kabeln, Ketten, Seilen und Rohrleitungen unvermeidbare Einbauten dar, die zu übermäßigen Ablagerungen führen; Wartungsarbeiten sind nur nach Herausnahme der Pumpe möglich;

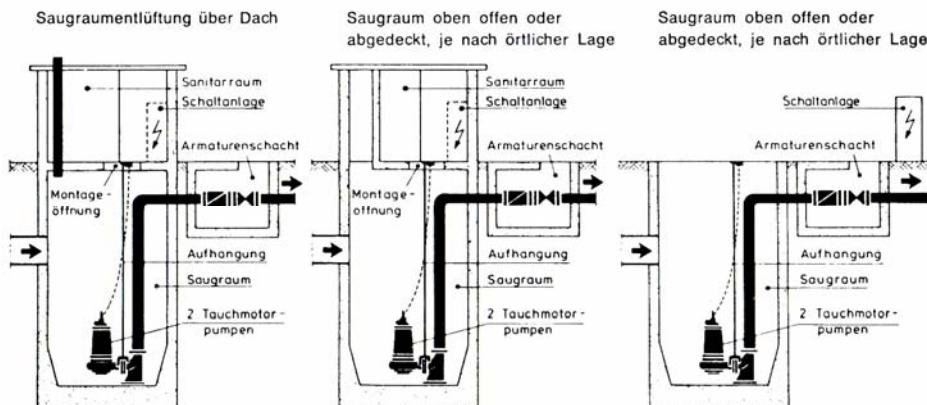


Abbildung 27: Pumpen in Nassaufstellung [3]

- **Pumpen in Trockenaufstellung** – die Pumpen werden in einem gesonderten trockenen Raum aufgestellt; sie sollten so tief angeordnet werden, dass ihnen das Wasser immer frei zuläuft; in der Regel werden Kreiselpumpen eingesetzt Vorteil: einfachere Wartung der Pumpe durch leichte Zugänglichkeit; keine Einbauten im Saugraum und dadurch weniger Ablagerungen; geringer Raumbedarf Nachteil: Mehrkosten durch gesonderten Maschinenraum; Heißlaufen der Pumpe und Lager möglich; Verstopfungsgefahr bei zu kleinen Laufradquerschnitten der Kreiselpumpe;

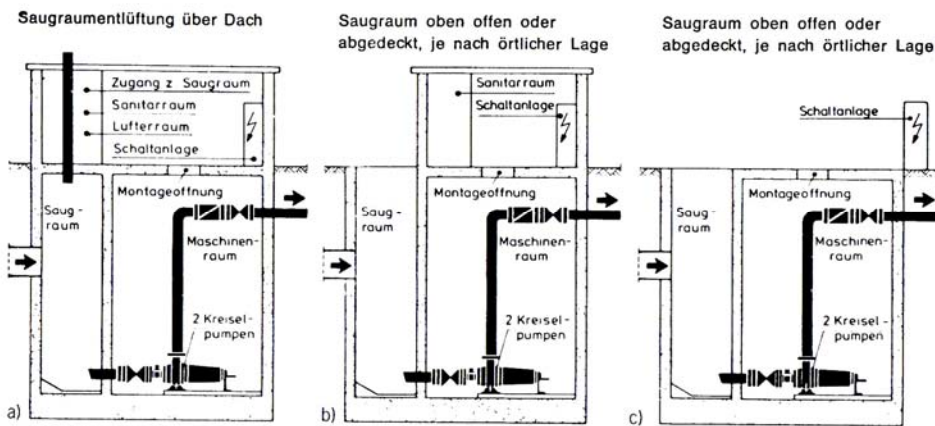


Abbildung 28: Pumpen in Trockenaufstellung [3]

- Schneckenpumpen** – sie werden dort eingesetzt wo keine Druckleitung erforderlich ist und in einen Freispiegelkanal gefördert werden kann; Vorteil: hohe Unempfindlichkeit gegenüber Verunreinigungen und Grobstoffen im Abwasser; kein Saugraum erforderlich, lediglich eine Anströmkammer; einfache Konstruktion und Wartung durch gute Zugänglichkeit; praktisch kein Verschleiß; Nachteil: aufwendiges und platzraubendes Bauwerk erforderlich; Förderhöhe nur bis 10m geodätisch; keine Förderung in Druckrohre;

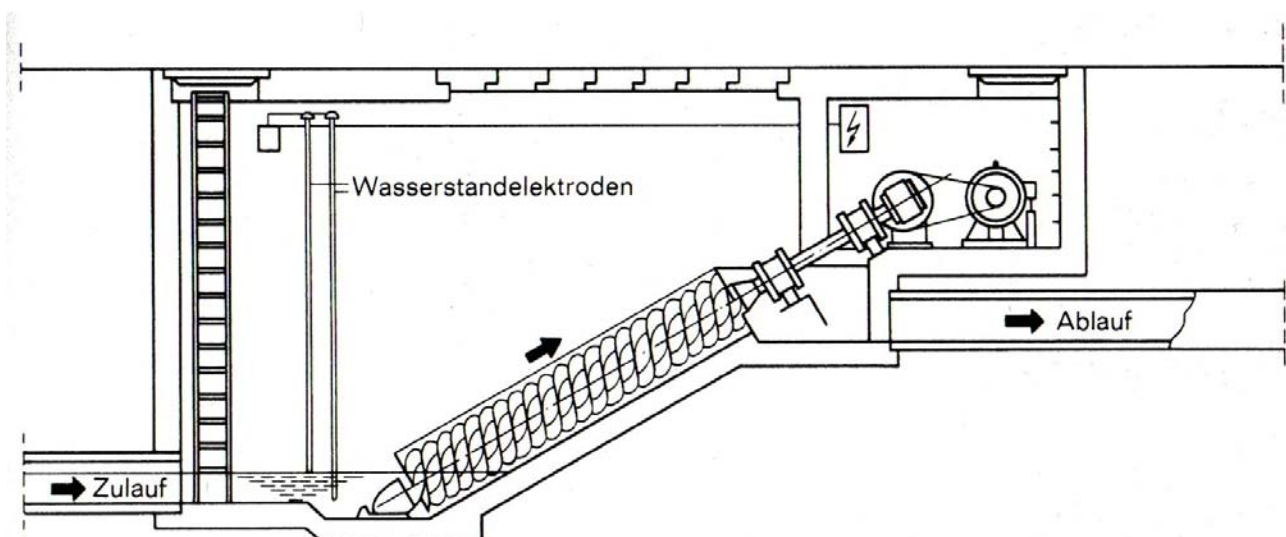


Abbildung 29: offene Förderschnecke [3]