

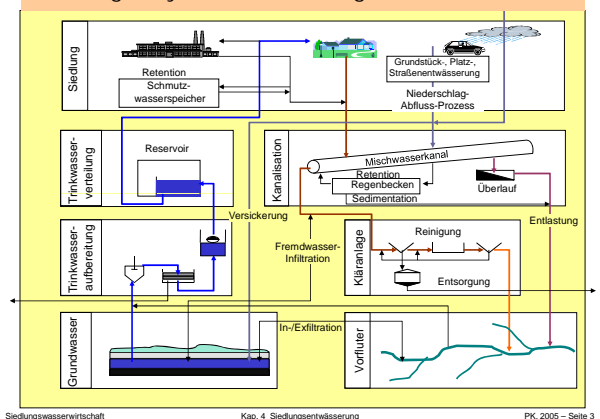
4 Siedlungsentwässerung

- 4.1 Abwasserströme
- 4.2 Parameter zur Charakterisierung der Abwasserbeschaffenheit
- 4.3 Regencharakterisierung
- 4.4 Niederschlag-Abfluss-Prozess
- 4.5 Mischung und Trennung von Schmutz- und Regenwasser
- 4.6 Mischwasserentlastung und -rückhalt
- 4.7 Retention von Regen- und Schmutzwasser
- 4.8 Sonderbauwerke und Hausanschlüsse

4 Siedlungsentwässerung

4.1 Abwasserströme

Heutiges System der Siedlungswasserwirtschaft



Wasserbedarf, Abwasseranfall

Abwasseranfall =

Trinkwasserauslieferung

- Verluste in den Leitungen
- Bewässerung von Gärten
- Verbrauch (Landwirtschaft, Bau, Brunnen, ...)
- + **Eigenförderung der Industrie**
- + **Fremdwasser**
- + **Regenwasser**
- Versickerung
- Verluste von Kanälen

Abwasserströme: Trockenwetter

$$Q_t = Q_s + Q_f$$

Q_t Trockenwetterabfluss
 Q_s Schmutzwasserabfluss
 Q_f Fremdwasserabfluss

$$Q_s = Q_h + Q_g$$

Q_h häusliches Abwasser
 Q_g Schmutzwasser aus Gewerbe und Industrie

alle Größen sind starken Schwankungen unterworfen !

→ unterscheiden zwischen **Momentanwert** und **Dimensionierungsgrößen**

Maßgebliche Abflussgrößen für Bemessung

- Trennsystem

– Schmutzwasserkanal:

$$Q_{ges} = Q_t + Q_{r,T}$$

– Regenwasserkanal

$$Q_{ges} = Q_r$$

- Mischsystem

$$Q_{ges} = Q_m = Q_t + Q_r$$

Häusliches Schmutzwasser Q_f

Siedlungsgröße (1000 E)	täglicher Schmutzwasseranfall (l/(E·d))	Spitzenabflussdauer zum Erreichen des Tageswertes (h)	stündlicher Spitzenabfluss (l/(s·1000E))
< 5	150	8	5,2
5 – 10	180	10	5
10 – 50	220	12	5,1
50 – 250	260	14	5,2
> 250	300	16	5,2

(ATV A118)

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 7

Schmutzwasser aus Betrieben

Einrichtung	(l/d)
Krankenhaus, je Tag und Bett	250 – 600
Hallenbad, je Besucher	150 – 180
Freibad, je Besucher	150 – 200
Schulhaus, je Schüler und Tag	10 – 50 (Sportanlagen, Dusche)
Bürohaus, je Beschäftigten	40 – 60
Kaserne, je Person	250 – 350
Schlachthof, je Stück Großvieh	300 – 400
Kaufhaus, je Beschäftigten	100 – 1000 (Restaurant, Klimaanlage)
Gaststätte, je Gast	15 – 20
Hotel, je Gast	200 – 600

(ATV, 1994)

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 8

Fremdwasser Q_f

- Grundwasserinfiltration
- Drainage und Sickerwasser
- Quell- und Bachwasser
- Brunnenwasser
- Kühlwasser und Wasser aus Wärmepumpen
- Überlaufwasser aus Reservoirs

→ Das Fremdwasseraufkommen ist variabel

Grobe Abschätzung

$$Q_f = (0.3 \div 0.4) \cdot Q_s$$

$$Q_f = A_{red} [ha_{red}] \cdot (0.05 \div 0.15) [l/(s \cdot ha_{red})]$$

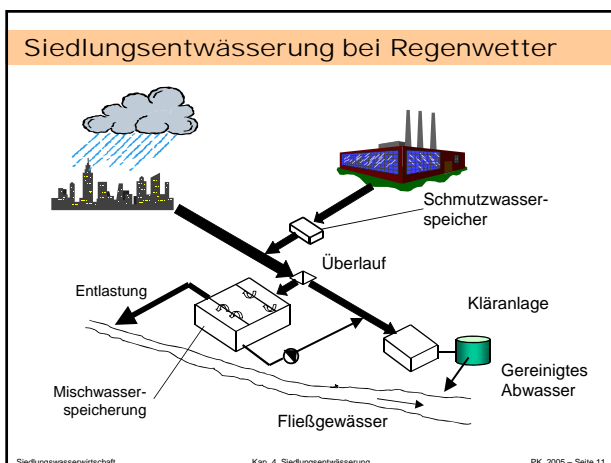
Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 9

Abwasserströme: Regenwetter

Bedeutung von Regenereignissen

- Regenwasserabfluss → maßgebend für Kanaldurchmesser
- Regenwasser nach Oberflächenabfluss kontaminiert
- Wegen Regenwasser wird Schmutzwasser entlastet
- Kanalsedimente werden erodiert
- Kläranlagenbetrieb wird über das Regenereignis hinaus gestört

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 10



Kapazität der Kläranlage

Mischwasserzuzfluss zur Kläranlage

$$Q_m = n \cdot Q_s + Q_f \quad n: 2 \dots 6$$

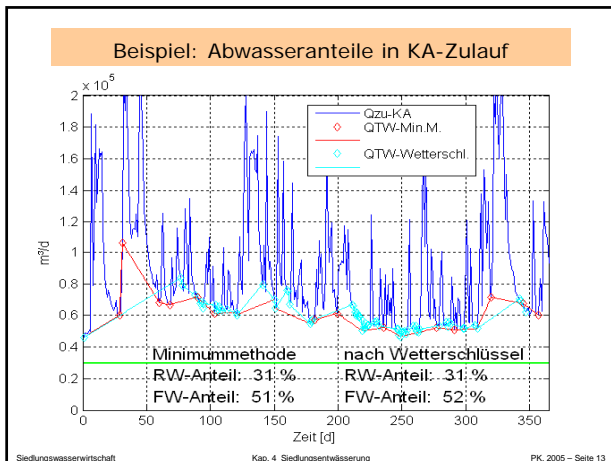
Mischwasserbecken („Regenüberlaufbecken“)

- Speicherung → verzögertes Ableiten zur Kläranlage
- Partielle Reinigung → Überlauf

Mischwasserentlastung

- Direkt aus Kanalisation → Kanalentlastung
- Aus Mischwasserbecken → Beckenüberlauf
- Unterschiedliche Beschaffenheit je nach Phase und Ereignisverlauf

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 12



2 Grundlagen zur Systembeschreibung

4.2 Parameter zur Beschreibung der Abwasserbeschaffenheit

Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 14

- Gase**
- O₂ Sauerstoff**
- einfache Messung
 - Verbrauch bei Abbau organischer Substanz und oxidativen Prozessen (→ Belüftung für aeroben Abbau)
- CO₂ Kohlenstoffdioxid**
- Stoffwechselprodukt
 - Einfluss auf Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht, pH
- H₂S Schwefelwasserstoff**
- giftig
 - in niedrigen Konzentrationen sehr geruchsintensiv
 - Vorkommen bei anaeroben Bedingungen
- Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 15

- Partikuläre Stoffe**
- TSS totale suspendierte Stoffe (total suspended solids)**
- Filter mit Porengröße 0.45 µm
 - Tendenz zum Absetzen
- GV Glühverlust (VSS, volatile suspended solids)**
- Glühen der TSS bei 650°C
 - der verglühte Anteil entspricht ~ organischer Substanz
 - Maß für die Biomasse
 - zentrale Bedeutung für die Sauerstoffzehrung
- TSS – VSS Glührückstand**
- mineralische Stoffe
- Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 16

- Summenparameter: Sauerstoffzehrung**
- BSB₅ biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BOD₅)**
- 5 Tage, 20°C, dunkel → Reduktion O₂-Gehalt
 - biologisch abbaubare organische Stoffe
 - Verdünnung m. O₂-reichem Wasser, animpfen Biomasse
- CSB chemischer Sauerstoffbedarf (COD)**
- vollständige Oxidation org. Stoffe bis zu CO₂ und H₂O → wie viel O₂ ist nötig
 - Oxidationsmittel Kalium-Dichromat (K₂Cr₂O₇) in kochender und stark saurer Lösung
 - Fast alle org. Stoffe, also nicht nur biologisch abbaubare
 - **CSB lässt sich bilanzieren → Elektronenübergang**
- Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 17

- Stickstoff**
- N₂ elementarer Stickstoff**
- gasförmig
 - NO₂ Hauptanteil an Gasen der Atmosphäre
 - schlecht löslich
 - Endprodukt der Denitrifikation NO₃⁻ → N₂
- TKN totaler Kjeldahl Stickstoff**
- Summe (org. N + Ammonium-N)
 - org. N in Eiweißen und Proteinen
 - org. N durch chemische Oxidation als Ammonium freigesetzt → Messung
- Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 18

Stickstoff

NH_4^+ Ammonium und NH_3 Ammoniak

- die Summe wird gemessen
- Gleichgewicht temperatur- und pH-abhängig
- Temp. und pH höher \rightarrow NH_3 -Anteil größer
- Abbau organischer Stoffe \rightarrow NH_4^+ wird freigesetzt
- Nitrifikation zu Nitrat \rightarrow Sauerstoffzehrung

NO_3^- Nitrat und NO_2^- Nitrit

- ($\text{NH}_4^+ + \text{NH}_3$) \rightarrow $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$
- Nitrit ist ein starkes Fischgift
- Nitrat im Grundwasser (vorrangig durch Landwirtschaft)
- Nitrit ist besser messbar als Nitrat

Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 19

Kohlenstoff und Phosphor

TOC totaler organischer Kohlenstoff

DOC gelöster organischer Kohlenstoff

- Alle organischen Verbindungen
- Messung (\rightarrow CO_2) aufwendig, teuer, genau

TP, P_{tot} totaler Phosphor

GP gelöster Phosphor

$\text{PO}_4\text{-P}$ Ortho-Phosphat

- org. P Bestandteil von DNA, RNA
- Ortho-Phosphate in Salzen der Phosphorsäure (H_3PO_4 , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-})
- Analytik: org. P wird mineralisiert, das dadurch entstehende Ortho-Phosphat wird gemessen

Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 20

Metalle

Fe Eisen und Al Aluminium

- Einsatz als Fällungs- und Flockungsmittel

As Arsen, Cd Cadmium Cu Kupfer sowie weitere SM

- toxisch
- Vorkommen geogen und anthropogen bedingt
- Eintrag mit häuslichem Abwasser und Regenwasser

Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 21

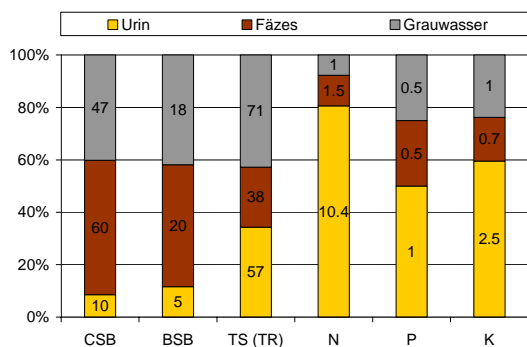
Mittlere Schmutzfracht eines Einwohners

Parameter	Fracht [g/(E d)]	Konzentration bei 150 L/(E d) [mg/L]	
		ohne Q_t	mit $Q_t = 0,5 Q_s$
TSS	75	500	333
VSS	40	267	178
BSB₅	60	400	267
CSB	120	800	533
TKN	11	73	49
P gesamt	1,8	12	8

Imhoff, 1999, Stier et al., 2003

Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 22

Einwohnerspezifische Frachten der Abwasser-Teilströme [g/(E d)]



Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 23

Zusammensetzung von Urin

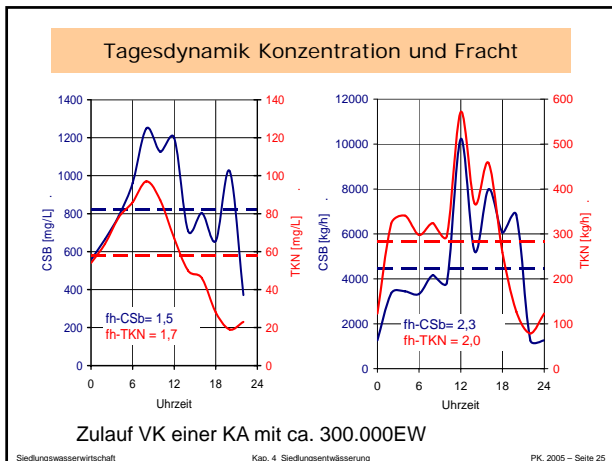
pH	8.9	P	410 mg/l
TR	30 g/l	PO_4^{3-}	1 250 mg/l
LF	18-23 mS/cm	Cl^-	3 450 mg/l
CSB	4 300 mg/l	Fe	2 mg/l
TOC	3 400 mg/l	Cu	25 mg/l
TN	4 300 mg/l	Pb	131 $\mu\text{g/l}$
K	1 350 mg/l	Mg	0.2 mg/l
Na	2 100 mg/l	Ca	7 mg/l

Anteile im kommunalen Abwasser:

- 80 – 90% des TKN , 50% des P
- Arzneimittelrückstände, SM

Otterpohl, 2000, Tettenborn et al., 2005

Siedungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedungsentwässerung PK, 2005 – Seite 24



Schmutzfrachtbildung auf der Oberfläche

- Akkumulation bei Trockenwetter
 - Quellen: (Atmosphäre)
Verkehr, Winterdienst
Vegetation, Baumaßnahmen,...
 - Senken: Wind, Straßenreinigung
- Abtrag bei Niederschlag = $f(P_{\text{vorh.}}, P\text{-Intensität, N-Höhe})$

Bandbreite der Schmutzstoffabträge [kg/ha_{bed}-a]

Flächentyp	TS	BSB ₅	CSB	NH ₄ -N	Blei
Wohngebiete	50 - 840	35 - 77	33 - 510	1,2 - 4,8	0,01 - 1,91
Gewerbegebiete	620 - 2340	43 - 172	43 - 703	7,2 - 25,1	0,17 - 1,9
Industriegebiete	409 - 1700				2,2 - 7,0
Fernstraßen	815 - 6289	90 - 172	181 - 3865	0,8 - 6,1	1,1 - 13,0

(EU-Projekt: Daywater)
Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2009 - Seite 26

Konzentrationen im Regenwasser

Location	BCD ₅ (mg/L)	Total solids (mg/L)	Suspended solids (SS) (mg/L)	Chloride (mg/L)	COD (mg/L)
East Bay Sanitation District, Oakland, CA					
Minimum	3	728	16	300	
Maximum	7.700		4.400	10.250	
Average	67	1.401	613	5.100	
Cincinnati, OH					
Maximum seasonal means	12	260			110
Average	17		227		111
Los Angeles County Average 1962-63	161	2.909		199	
Washington, DC catch-basin (rain)					
Minimum	6		26	11	
Maximum	623		36.230	190	
Average	106		2.100	42	
Seattle, WA	10 ^a				
Osney, England	100 ^b	2.045 ^c			
Meerom, U.S.S.R.	199-235	1.000-2.900 ^c			
Leningrad, U.S.S.R. ^c	36	14.541			
Stockholm, Sweden	17-60	30-8.000			18-3.100
Pretoria, South Africa ^c					
Residential	30				29
Business	34				28
Detroit, Michigan	96-234	310-914	162-213 ^c		

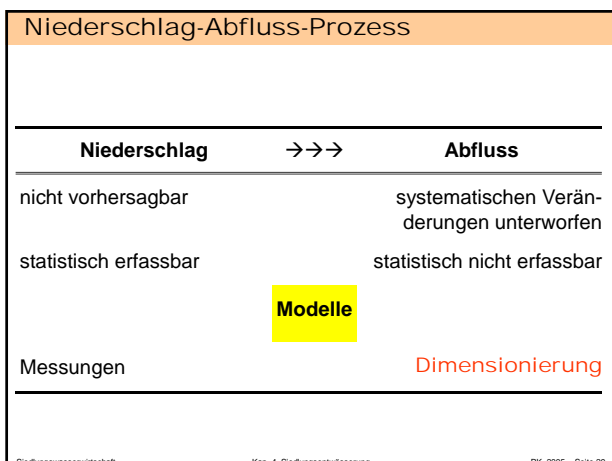
^a Maximum ^b Mean ^c Single value reported for study (value not designated as mean or maximum)

EPA, 1999
Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 - Seite 27

4 Siedlungsentwässerung

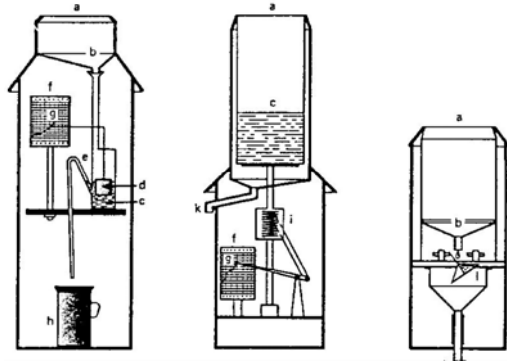
4.3 Regencharakterisierung

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 - Seite 28



- ### Bedeutung des Regenwassers
- Regenwasserabfluss → maßgebend für Kanaldurchmesser
 - Regenwasser nach Oberflächenabfluss kontaminiert
 - Wegen Regenwasser wird Schmutzwasser entlastet
 - Kanalsedimente werden erodiert
 - Kläranlagenbetrieb wird über das Regenereignis hinaus gestört
- Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 - Seite 30

Regenmessung



Syphon-Schreiber

Niederschlagswaage

Messwippe

Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK 2005 - Seite 31

Regenmessung

Definierte **Auffangfläche** von 200 cm²
Genormte Form im Vertikalschnitt

Messfehler abhängig von

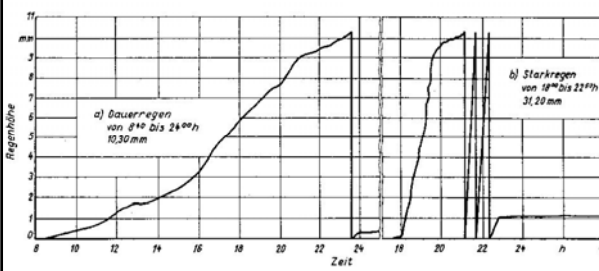
- Bäume, Bebauung, Topographie
- Windgeschwindigkeit (Windschutzschild)
- Regen oder Schnee

Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK 2005 - Seite 32

Beschreibung eines Regenereignisses



aus Dyck und Peschke (1989)

Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

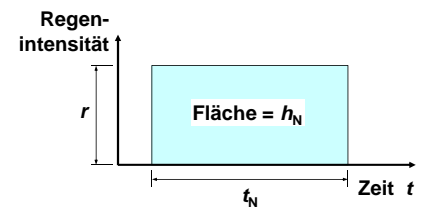
PK 2005 - Seite 33

Beschreibung des Regens

Regenhöhe h_N in mm

Regendauer t_N in min

Regenintensität $r = \frac{h_N}{t_N}$ in mm/min, l/(s·ha), $\mu\text{m/s}$



Blockregen

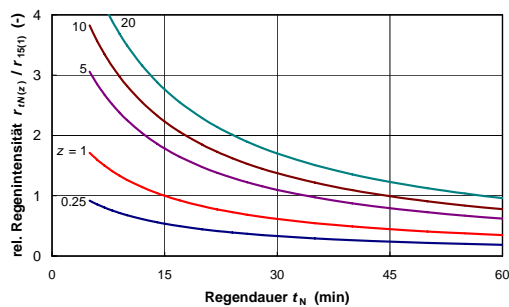
Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK 2005 - Seite 34

Regenhäufigkeit und Extremwerte

$$r_{t_N(z)} = r_{15(1)} \frac{38(\text{min})}{t_N + 9(\text{min})} (z^{1/4} - 0.369) \quad (\text{Reinhold, 1940})$$



Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK 2005 - Seite 35

Bezugsregenintensität $r_{15(1)}$ in l/(s·ha)

Baden-Baden	120	Göttingen	98	Oldenburg	108
Berlin	94	Hamburg	99	Osnabrück	150
Bonn	108	Hannover	100	Passau	123
Bremen	108	Köln	97	Saarland	135
Dortmund	120	Konstanz	150	Stuttgart	126
Dresden	102	Krefeld	112	Tübingen	200
Essen	96	Lübeck	106	Ulm (Donau)	140
Flensburg	100	Mainz	117	Wetzlar	122
Frankfurt/Main	120	München	135	Wilhelmshaven	85
Garmisch-Patenkirchen	200	Münster	100	Wolfsburg	112

Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK 2005 - Seite 36

Koetra-Atlas des DWD

- Raster: 8,5 km x 8,5 km
- Dauerstufen 5 min. – 72 h
- Wiederkehrintervall 0,5 a – 100 a

T	0,5 a		1 a		2 a		5 a	
	hN	RN	hN	RN	hN	RN	hN	RN
	[mm]	[L/(s ha)]	[mm]	[L/(s ha)]	[mm]	[L/(s ha)]	[mm]	[L/(s ha)]
5 min	4.7	158.2	7.3	244.6	9.9	331.1	13.4	445.4
10 min	6.1	102.2	9.2	153.3	12.3	204.5	16.3	272.1
15 min	7.1	79.0	10.5	116.7	13.9	154.3	18.4	204.0
20 min	7.9	65.8	11.5	96.1	15.2	126.4	20.0	166.4
30 min	9.2	50.9	13.2	73.1	17.2	95.4	22.5	124.8
45 min	10.6	39.3	15.0	55.6	19.4	72.0	25.3	93.7
60 min	11.8	32.7	16.5	45.8	21.2	59.0	27.5	76.4
90 min	13.6	25.3	18.7	34.7	23.8	44.1	30.6	56.6
2 h	15.1	21.0	20.5	28.5	25.9	35.9	33.0	45.

Wiederkehrperiode zur Kanaldimensionierung

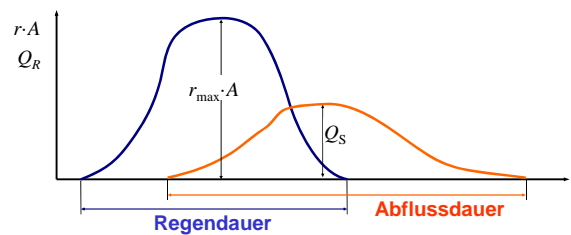
Gebiet	Jährlichkeit z (a)
Allgemeine Bebauungsgebiete	1 – 2
Stadtzentren, wichtige Gewerbe- und Industriegebiete	1 – 5
Straßen außerhalb bebauter Gebiete	1
Straßen-, Autobahnunterführungen, U-Bahn-Anlagen	5 – 20

4 Siedlungsentwässerung

4.4 Niederschlag-Abfluss-Prozess

Scheitelabflussbeiwert

$$\psi_s = \frac{Q_s}{r_{\max} \cdot A}$$



Scheitelabflussanteil und -beiwert

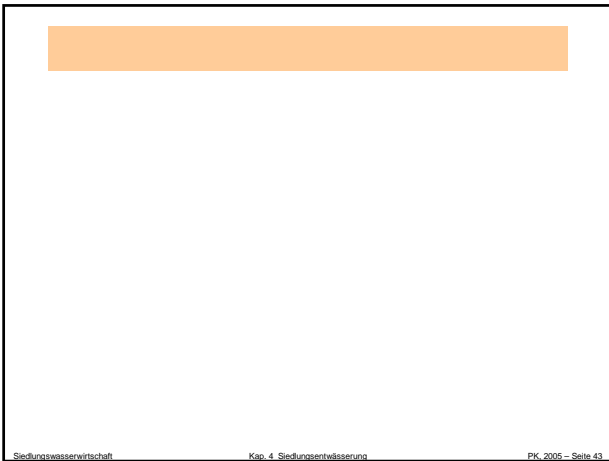
Oberfläche	α_s	Bebauung	ψ_s
Metall- und Schieferdächer	0,95		
Dachziegel und Dachpappe	0,90		
Holzement-, Flachdächer	0,50 – 0,70	Bauklasse I bei ca. 350 E/ha	0,8
Asphaltstraßen, -fußwege	0,85 – 0,90	Bauklasse II bei ca. 250 E/ha	0,60 – 0,65
Pflaster	0,75 – 0,85		
Reihenpflaster (offen)	0,25 – 0,60	Bauklasse III bei ca. 150 E/ha	0,40 – 0,52
Schotterstraßen	0,25 – 0,60		
Kieswege	0,15 – 0,30	Bauklasse IV bei ca. 100 E/ha	0,25 – 0,46
Unbefestigte Flächen	0,10 – 0,20		
Rasengittersteine	0,15	Bauklasse V ohne Bebauung	0,05 – 0,35
Park- und Gartenflächen	0,05 – 0,10		
Wiese, Wald	0		

Trockenwetter- und Regenwetterabfluss

- Einwohnerdichte $e = 100 \text{ E/ha}$
- TW-Verbrauch $q = 100 \text{ l/(E·d)}$
- Regenintensität $r_{15(1)} = 100 \text{ l/(s·ha)}$
- Scheitelabflussbeiwert $\psi_s = 0,4$

$$TW \quad Q_{TW} = e \cdot q = 100 \cdot 100 \frac{\text{l}}{\text{ha} \cdot \text{d}} \cong 0,12 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{ha}}$$

$$RW \quad Q_{RW} = \psi_s \cdot r_{15(1)} = 0,4 \cdot 100 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{ha}} \cong 40 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{ha}}$$



Verfahren der Flächenbestimmung

- Schätzverfahren (Musterflächenauswertung, empirische Schätzverfahren)
- Ermittlung der Flächen aus analogen und digitalen Planunterlagen
- Luftbildauswertungen
- Kombinationen obiger Verfahren

Flächenbestimmung aus digitalen Liegenschaftskarten

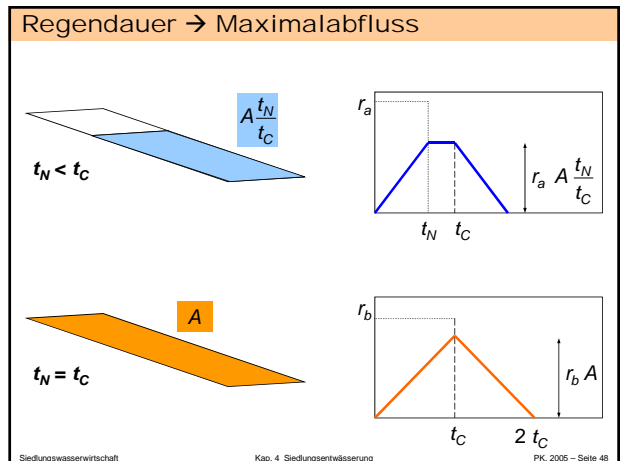
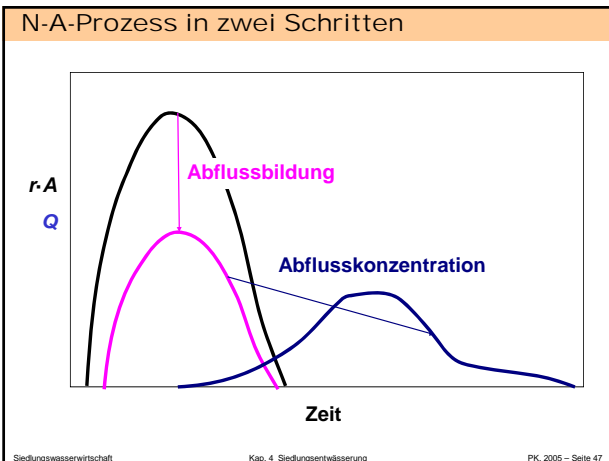
- enthalten
 - Flurstücke mit ihren Grenzen,
 - Gebäude,
 - Nutzungsarten und ihre Grenzen sowie
 - in einigen Bundesländern der topographischen Gegenstände und der Ergebnisse der Bodenschätzung
- Nicht enthalten
 - Dachflächen (lediglich die Hausumrisse sind dargestellt)
 - Sonstige befestigte Flächen im privaten Bereich (Zufahrten, Terrassen, etc.)
 - Grünflächen im öffentlichen Straßenraum

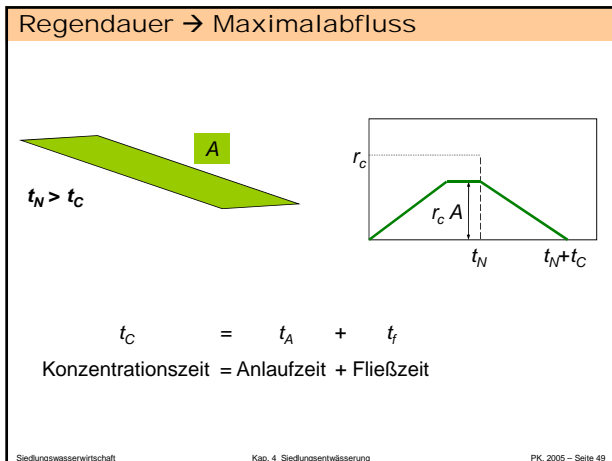
Flächenbestimmung aus Daten der Luftbildauswertung

- Differenzierung flurstückscharfe Flächenbefestigungen
- Zuordnung der Flächen über Hausanschlussleitungen (sofern Information vorliegt)
- Abweichungen zu terrestrischer Aufnahme +/- 5%

Zusammenfassung

- Flurbezugs (1:1)
- Flurbezugs (1:2)
- Flurbezugs (1:3)
- Flurbezugs (1:4)
- Flurbezugs (1:5)
- Flurbezugs (1:6)
- Flurbezugs (1:7)
- Flurbezugs (1:8)
- Flurbezugs (1:9)
- Flurbezugs (1:10)
- Flurbezugs (1:11)
- Flurbezugs (1:12)
- Flurbezugs (1:13)
- Flurbezugs (1:14)
- Flurbezugs (1:15)
- Flurbezugs (1:16)
- Flurbezugs (1:17)
- Flurbezugs (1:18)
- Flurbezugs (1:19)
- Flurbezugs (1:20)
- Flurbezugs (1:21)
- Flurbezugs (1:22)
- Flurbezugs (1:23)
- Flurbezugs (1:24)
- Flurbezugs (1:25)
- Flurbezugs (1:26)
- Flurbezugs (1:27)
- Flurbezugs (1:28)
- Flurbezugs (1:29)
- Flurbezugs (1:30)
- Flurbezugs (1:31)
- Flurbezugs (1:32)
- Flurbezugs (1:33)
- Flurbezugs (1:34)
- Flurbezugs (1:35)
- Flurbezugs (1:36)
- Flurbezugs (1:37)
- Flurbezugs (1:38)
- Flurbezugs (1:39)
- Flurbezugs (1:40)
- Flurbezugs (1:41)
- Flurbezugs (1:42)
- Flurbezugs (1:43)
- Flurbezugs (1:44)
- Flurbezugs (1:45)
- Flurbezugs (1:46)
- Flurbezugs (1:47)
- Flurbezugs (1:48)
- Flurbezugs (1:49)
- Flurbezugs (1:50)
- Flurbezugs (1:51)
- Flurbezugs (1:52)
- Flurbezugs (1:53)
- Flurbezugs (1:54)
- Flurbezugs (1:55)
- Flurbezugs (1:56)
- Flurbezugs (1:57)
- Flurbezugs (1:58)
- Flurbezugs (1:59)
- Flurbezugs (1:60)
- Flurbezugs (1:61)
- Flurbezugs (1:62)
- Flurbezugs (1:63)
- Flurbezugs (1:64)
- Flurbezugs (1:65)
- Flurbezugs (1:66)
- Flurbezugs (1:67)
- Flurbezugs (1:68)
- Flurbezugs (1:69)
- Flurbezugs (1:70)
- Flurbezugs (1:71)
- Flurbezugs (1:72)
- Flurbezugs (1:73)
- Flurbezugs (1:74)
- Flurbezugs (1:75)
- Flurbezugs (1:76)
- Flurbezugs (1:77)
- Flurbezugs (1:78)
- Flurbezugs (1:79)
- Flurbezugs (1:80)
- Flurbezugs (1:81)
- Flurbezugs (1:82)
- Flurbezugs (1:83)
- Flurbezugs (1:84)
- Flurbezugs (1:85)
- Flurbezugs (1:86)
- Flurbezugs (1:87)
- Flurbezugs (1:88)
- Flurbezugs (1:89)
- Flurbezugs (1:90)
- Flurbezugs (1:91)
- Flurbezugs (1:92)
- Flurbezugs (1:93)
- Flurbezugs (1:94)
- Flurbezugs (1:95)
- Flurbezugs (1:96)
- Flurbezugs (1:97)
- Flurbezugs (1:98)
- Flurbezugs (1:99)
- Flurbezugs (1:100)





Maßgebende Regendauer bei fehlenden Berechnungsgrundlagen

Gruppe	Gefälle	befestigter Anteil	t_N
1	< 1%	≤ 50%	15 min
1	< 1%	> 50%	10 min
2	1% - 4%	> 50%	
3	4% - 10%	> 50%	
4	> 10%	≤ 50%	
4	> 10%	> 50%	5 min

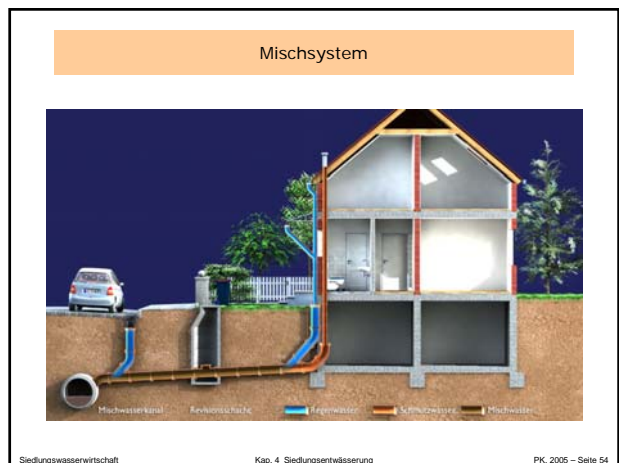
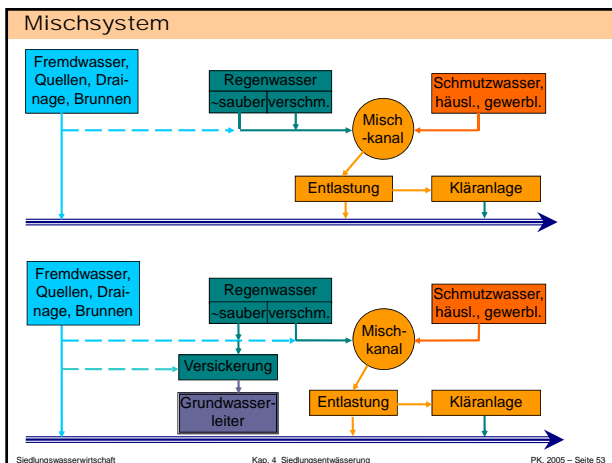
Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 – Seite 50

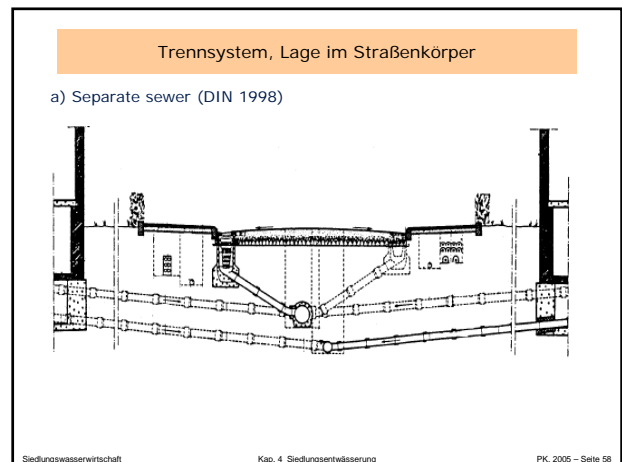
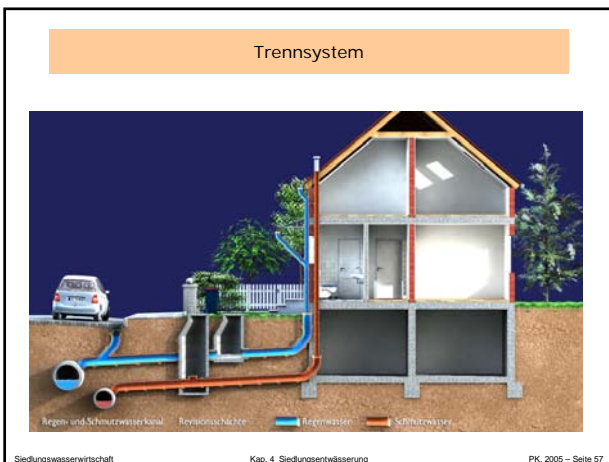
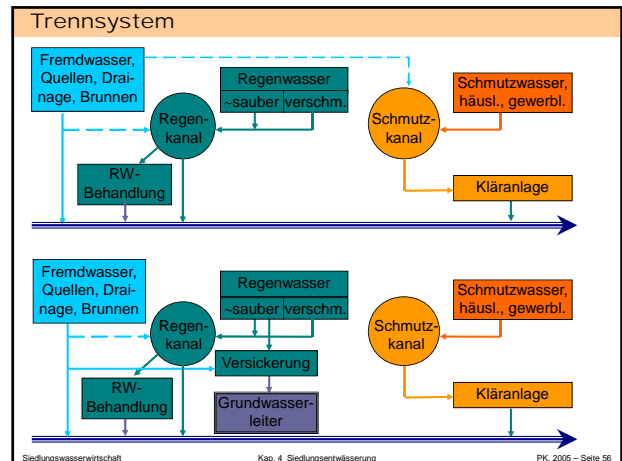
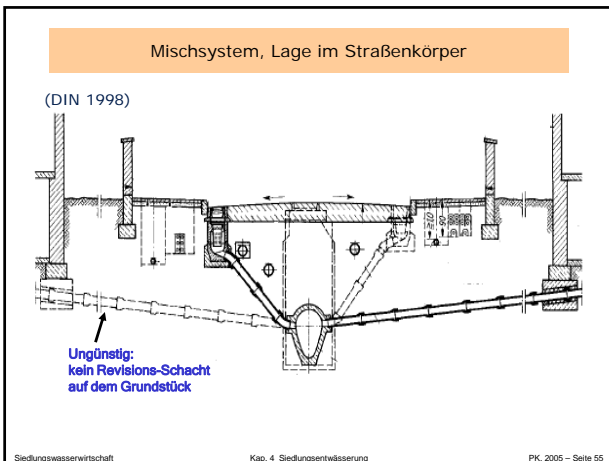
- ### Anwendungsbereich von N-A-Modellen
- Zeitbeiwertverfahren**
- Maximalabfluss
 - Extremregen als Input
 - Dimensionierung von Kanalquerschnitten
- Detaillierte numerische Simulationen**
- Abfluss als Funktion der Zeit an allen wichtigen Punkten
 - Gemessene Regenereignisse als Input
 - Überprüfung der Funktion des Kanalnetzes
 - Optimierung des Betriebs und der Steuerung
 - Abschätzung der Gewässerbelastung
- Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 – Seite 51

4 Siedlungsentwässerung

4.3 Misch- und Trennsystem

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 – Seite 52





Vergleich von Misch- und Trennsystem (I)

Randbed.	Mischsystem	Trennsystem
Kläranlage	<ul style="list-style-type: none"> Belastungsschwankungen Regenbecken erforderlich Höhere Bemessungswerte, teurer 	<ul style="list-style-type: none"> gleichmäßigere Belastung in Bezug auf Volumenstrom und Fracht
Vorfluter	<ul style="list-style-type: none"> Entlastung von Mischwasser und damit teilweise des Schmutzwassers Durch Mischwasserbecken Verzögerung der Einleitung 	<ul style="list-style-type: none"> Regenwasser wird ungeklärt eingeleitet Kein Schmutzwasseranteil Ohne Retention schnellere Einleitung
Kanalnetz	<ul style="list-style-type: none"> Geringere Baukosten großer Platzbedarf im Bereich von Mischwasserbecken 	<ul style="list-style-type: none"> Zwei Kanäle, höhere Baukosten größerer Platzbedarf im Baugrund Keine Mischwasserbecken

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 – Seite 59

Vergleich von Misch- und Trennsystem (II)

Randbed.	Mischsystem	Trennsystem
Ablagerungen	<ul style="list-style-type: none"> Spülwirkung bei Regenwetter Gefälle kann geringer sein 	<ul style="list-style-type: none"> Schmutzwasserkanal anfällig rel. Hohes Gefälle nötig
Unterhalt	<ul style="list-style-type: none"> weniger Reinigungsaufwand gute Lüftung 	<ul style="list-style-type: none"> Mehr Reinigungsaufwand gesamte Kanallänge größer
Hausanschluss	<ul style="list-style-type: none"> keine Fehlanschlüsse Kellerrückstau 	<ul style="list-style-type: none"> Problem Fehlanschlüsse kein Kellerrückstau
Pumpen	<ul style="list-style-type: none"> große Pumpenleistung nötig, die nur selten genutzt wird 	<ul style="list-style-type: none"> häufig nur Pumpen für Schmutzwasser nötig

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 – Seite 60

4 Siedlungsentwässerung

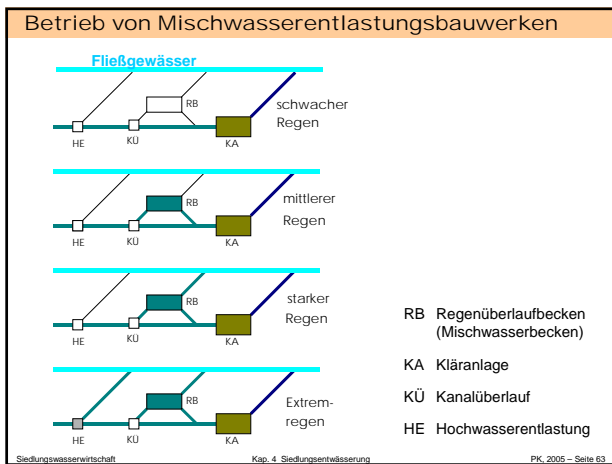
4.4 Mischwasserentlastung und -rückhalt

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 – Seite 61

Elemente der Regenwasserbehandlung

Funktion	Element	Verwendung
Entlastung	<ul style="list-style-type: none"> Hochwasserentlastung Kanalüberlauf 	Mischsystem
Regenüberlaufbecken (Mischwasserbecken)	<ul style="list-style-type: none"> Fangbecken Durchlaufbecken Verbundbecken Stauraumkanal 	Mischsystem
Regenklärbecken		Trennsystem
Regenrückhaltebecken		vor Mischsystem, Trennsystem
Schmutzstoffrückhalt	<ul style="list-style-type: none"> Schmutzwasserspeicher Gully 	Vor Mischsystem Misch-, Trennsystem

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 – Seite 62



Überlauf mit hochgezogenem Wehr

Entlastung bei $r_{krit} = \frac{120 \text{ (min)}}{t_r + 120 \text{ (min)}} \cdot 15 \left(\frac{l}{s \cdot ha} \right)$

Drosselabfluss $Q_d = Q_{t24} + r_{krit} \cdot A_u + \sum Q_{d,i}$

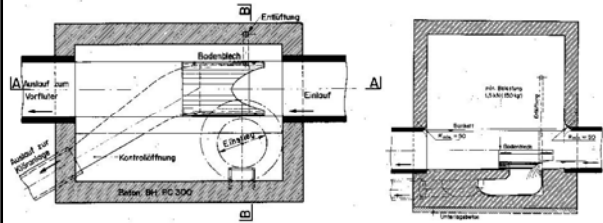
Mischungsverhältnis $m_{RÜ} = \frac{Q_d - Q_{t24}}{Q_{t24}} \geq 7$

bzw. $m_{RÜ} = \frac{c_t - 180 \text{ (mg/l)}}{60 \text{ (mg/l)}}$ bei $c_t > 600 \text{ mg/l}$

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 – Seite 64



„Leaping Weir“ mit Bodenöffnung



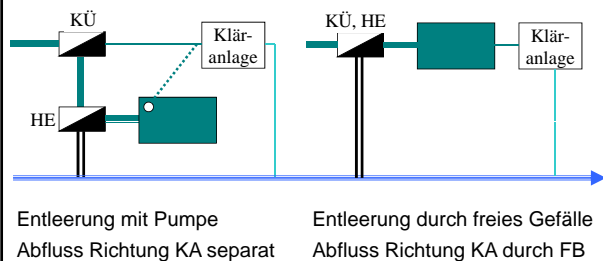
Mischwasserbecken („Regenüberlaufbecken“)

- Fangbecken**
 - Schmutzstoß
 - kurze Konzentrationszeit (< 15 min)
 - mittleres Gefälle
- Durchlaufbecken**
 - kontinuierliche Klärung bzgl. suspendierter Stoffe
- Verbundbecken**
 - Kombination
 - Fangteil plus Klärteil

Fangbecken

Nebenschluss

Hauptschluss

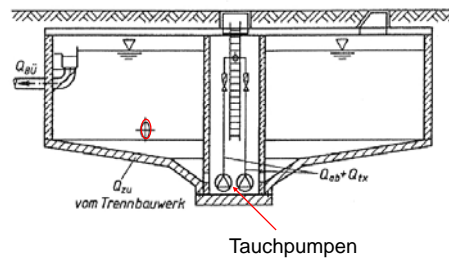


Entleerung mit Pumpe
Abfluss Richtung KA separat

Entleerung durch freies Gefälle
Abfluss Richtung KA durch FB

Der gesamte Fangbecken-Inhalt fließt durch die Kläranlage!

Fangbecken im Nebenschluss

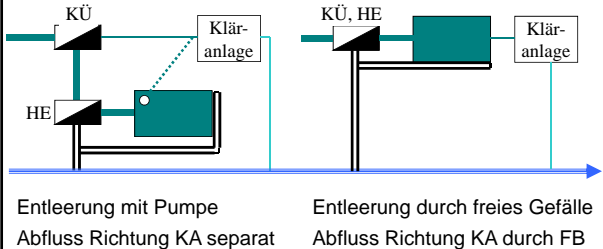


Hosang & Bischof,

Durchlaufbecken

Nebenschluss

Hauptschluss



Entleerung mit Pumpe
Abfluss Richtung KA separat

Entleerung durch freies Gefälle
Abfluss Richtung KA durch FB

Ein wesentlicher Teil der Entlastung fließt durch das Durchlaufbecken!

Dimensionierung von Regenüberlaufbecken (ATV A128)

Ziel für CSB-Jahresfracht

$$SF_e + SF_k \leq SF_r$$

„Entlastung + Kläranlagenablauf ≤ Regenwasser“

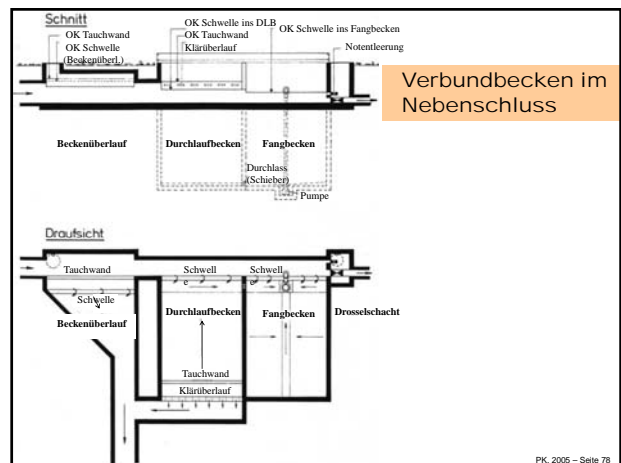
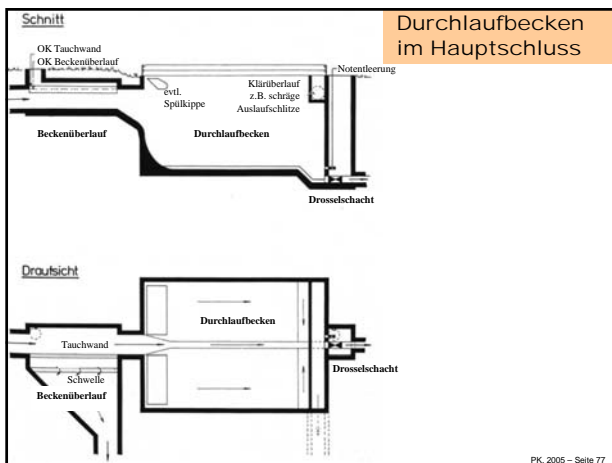
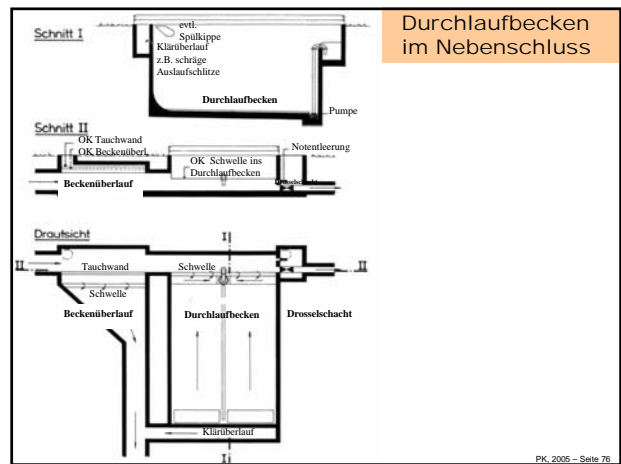
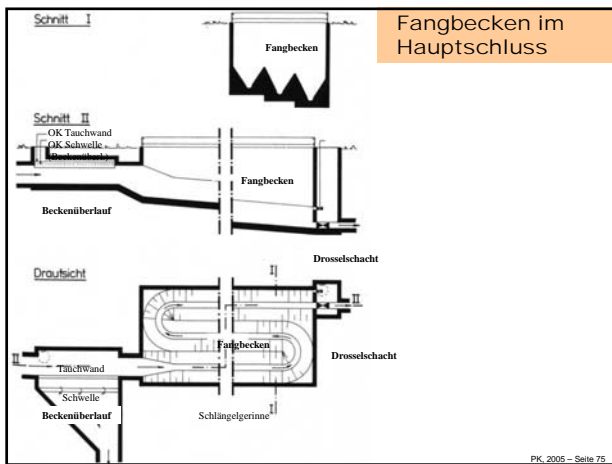
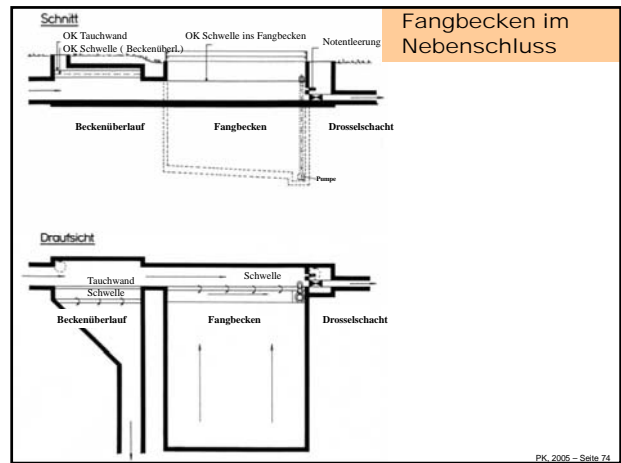
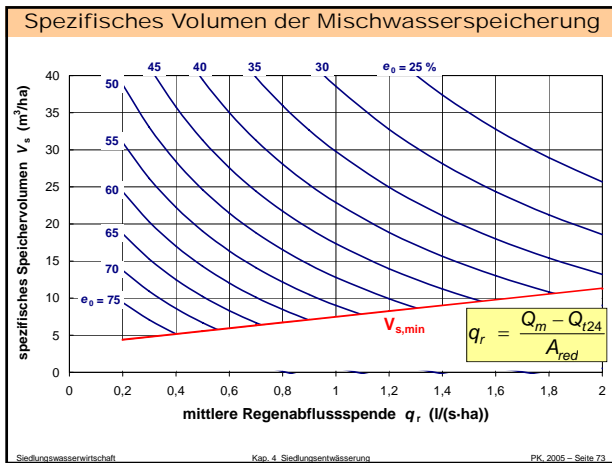
$$VQ_r e_0 c_e + VQ_r (1 - e_0) c_k \leq VQ_r c_r \quad \begin{matrix} c & \text{CSB-Konzentration} \\ e_0 & \text{Jahresentlastungsrate} \end{matrix}$$

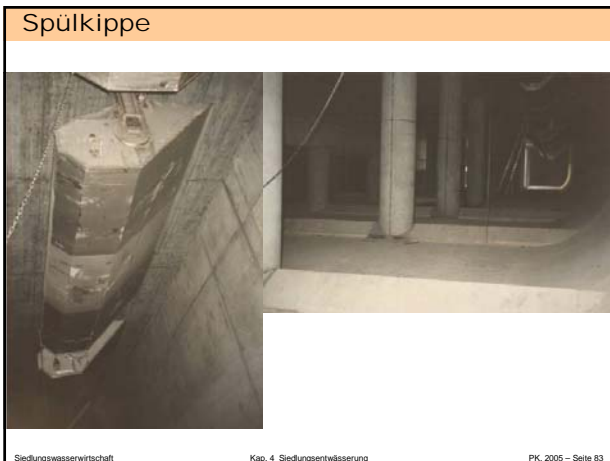
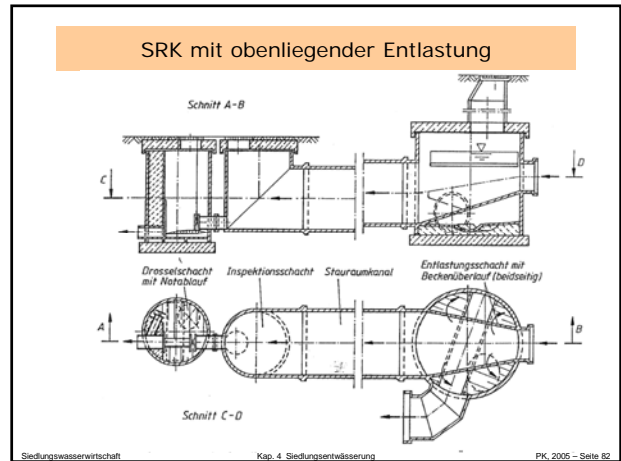
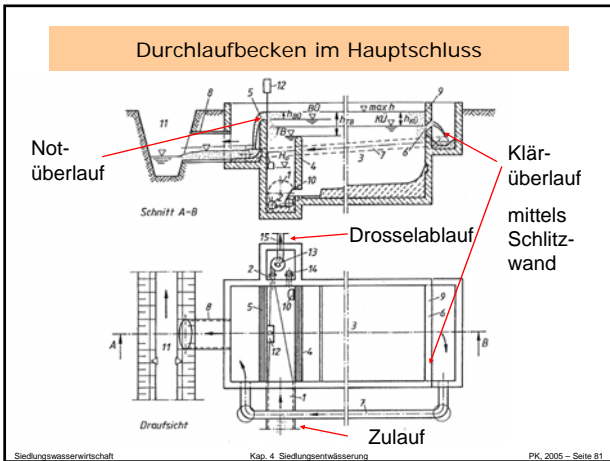
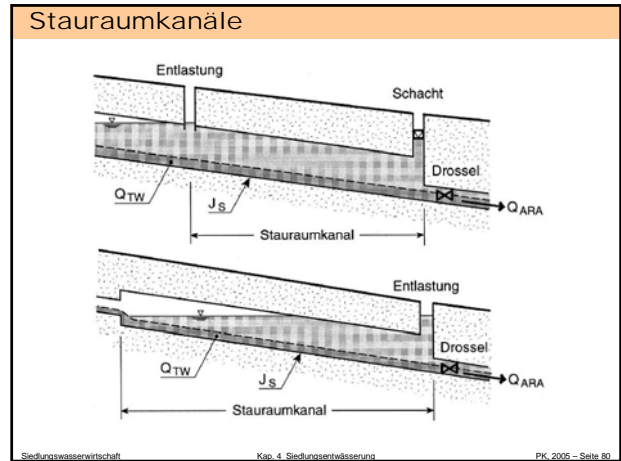
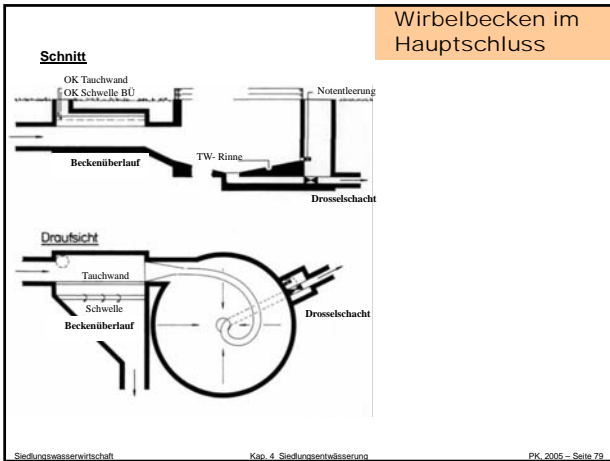
$$e_0 \leq \frac{c_r - c_k}{c_e - c_k} \quad \text{mit } c_i : c_r : c_k = 600 : 107 : 70$$

$$c_e = \frac{m c_r + c_b}{m + 1} \quad m \text{ Mischungsverhältnis}$$

$$c_b = c_i (a_c + a_n + a_a)$$

c Verschmutzung, h Niederschlagshöhe, a Ablagerungen

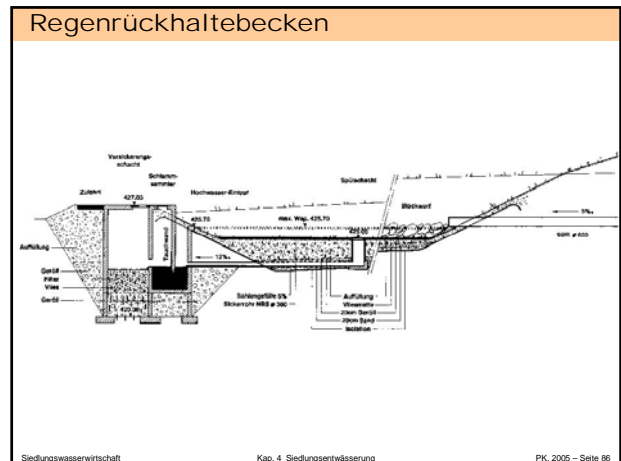
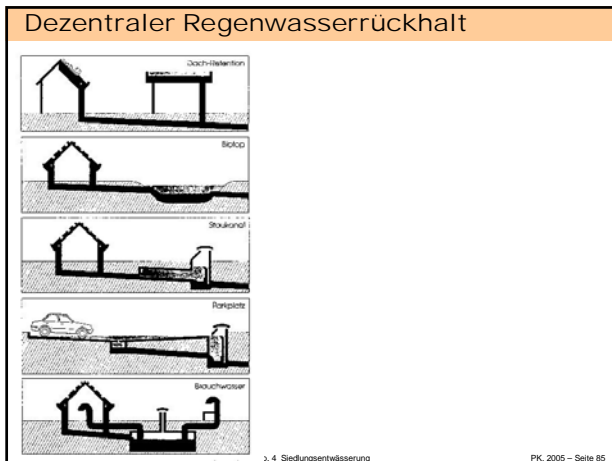




4 Siedlungsentwässerung

4.5 Retention und Versickerung von Regenwasser

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 – Seite 84



Dimensionierung Regenrückhaltebecken

Abschätzung mit Blockregen

Intensität $r = r_{15(1)} \frac{38(\text{min})}{t_N + 9(\text{min})} (z^{1/4} - 0,369)$
 Jährlichkeit $z = 5 \text{ a}$
 red. Fläche $A_{\text{red}} = 3 \text{ ha}$
 Dauer $t_N = \text{gesucht}$

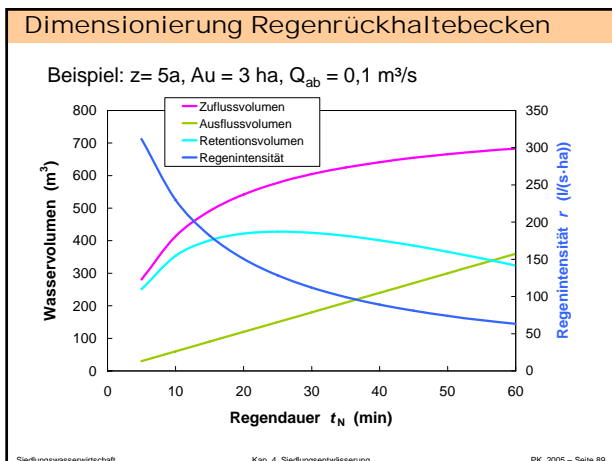
Zuflussvolumen $V_Q = r_{\text{IN}} \cdot A_{\text{red}} \cdot t_N$
 Ausflussvolumen $V_{\text{aus}} = Q_{\text{aus}} \cdot t_N = 0,1 (\text{m}^3/\text{s}) \cdot t_N$
 Speichervolumen $V_{\text{RRB}} = \max(V_Q - V_{\text{aus}}) = f(t_N, z)$

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentsässerung PK, 2005 – Seite 87

Dimensionierung Regenrückhaltebecken

- ATV-Arbeitsblatt A 117
- Grundidee: $V_{\text{RRB}} = \max(V_{\text{Zufluss}} - V_{\text{Abfluss}})$
- Zuflussvolumen: $V_{\text{zu}} = r_{\text{IN}} \cdot A_{\text{red}} \cdot t_N$
- Blockregen: $r = r_{15(1)} \frac{38(\text{min})}{t_N + 9(\text{min})} (z^{1/4} - 0,369)$
- Abflussvolumen $V_{\text{ab}} = Q_{\text{aus}} \cdot t_N$
- Sicherheitsfaktor: 1,2, Abschläge bei langen Fließzeiten

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentsässerung PK, 2005 – Seite 88



Retentionsbecken als Biotop



Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 91

Versickerung

Mittel

- Entsiegeln von Oberflächen
- Ableiten von z.B. Dachwasser in eine Versickerungsanlage

Bedingungen

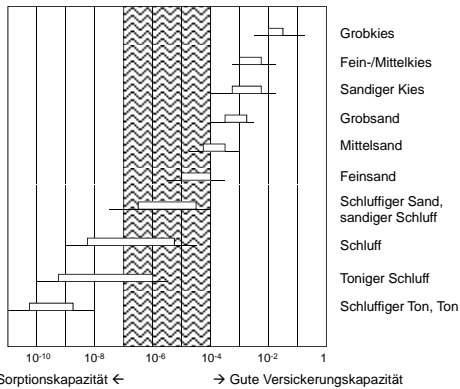
- Nutzung des entsprechenden Teileinzugsgebietes
- Beschaffenheit des Bodens
- Distanz zur Trinkwasserfassung

Effekt

- Verminderung des Abflusses
- Verminderung von Frachten in Mischwasserentlastungen
- Speisung des Grundwasserleiters

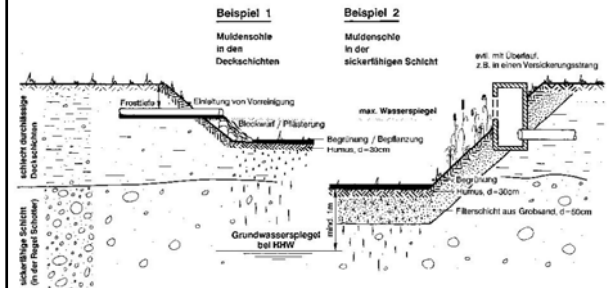
Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 92

Optimaler Bereich zur Versickerung



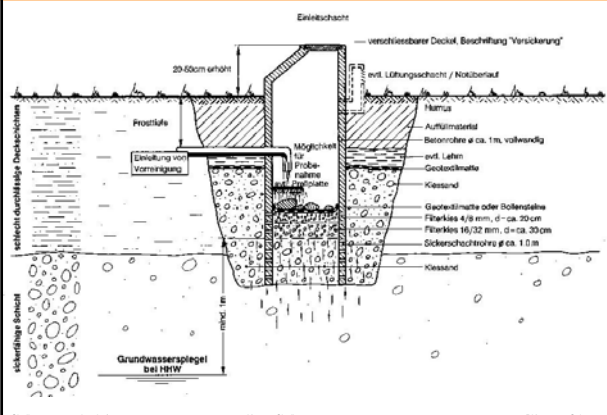
Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 93

Versickerungsmulde



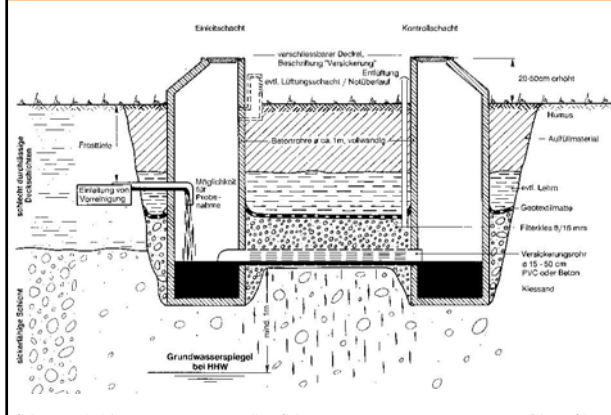
Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 94

Versickerungsschacht



Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 95

Versickerungsrohr resp. Strang



Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK. 2005 – Seite 96

Bemessung (ATV A 138)

- Bilanz von Zufluss und Versickerung

$$Q_{zu} = r_{D,5} \cdot A_{red}$$

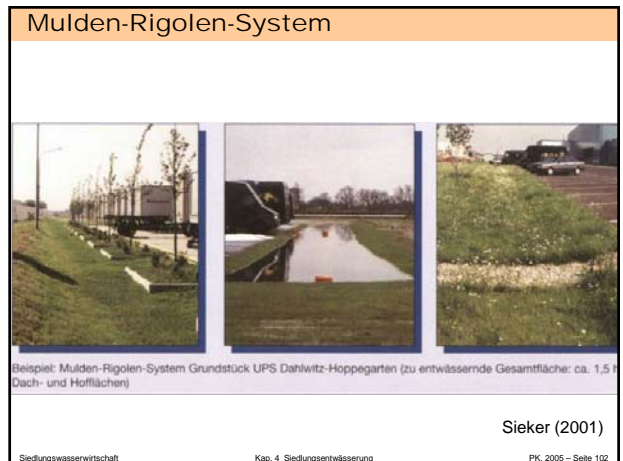
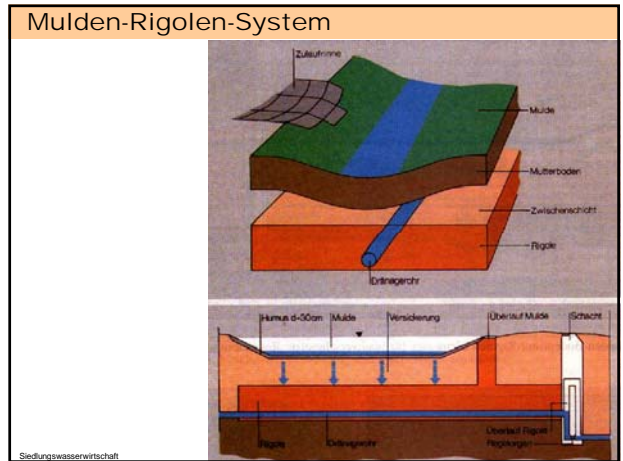
$$Q_s = k_{f,u} \cdot l \cdot A_s$$

$$V_s = (Q_{zu} - Q_s) \cdot D \cdot f_s \cdot f_a$$

$$k_{f,u} = \frac{k_f}{2}$$

$$l = \frac{l_s + z_f/2}{l_s}$$

Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 – Seite 97



Retentions- und Versickerungsbecken



Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 - Seite 103

Regenwasserableitung an der Oberfläche



Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 - Seite 104

Sickersteine



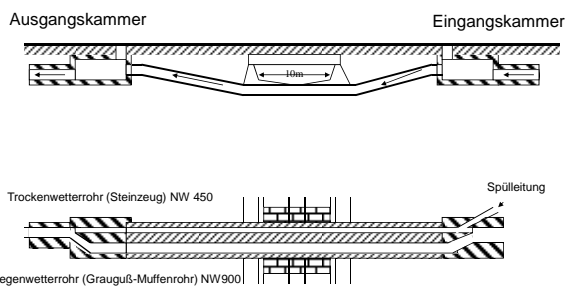
Siedlungswasserwirtschaft

4 Siedlungsentwässerung

4.6 Sonderbauwerke und Hausanschlüsse

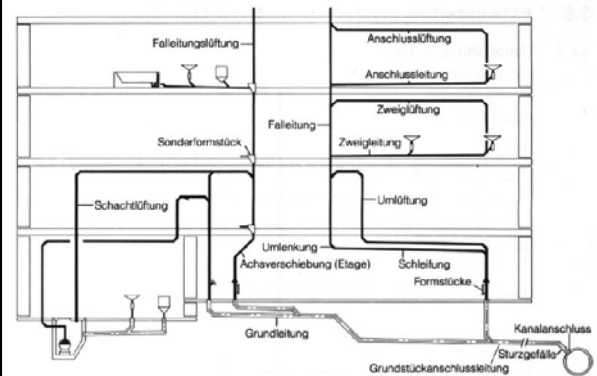
Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 - Seite 106

Abwasserdüker



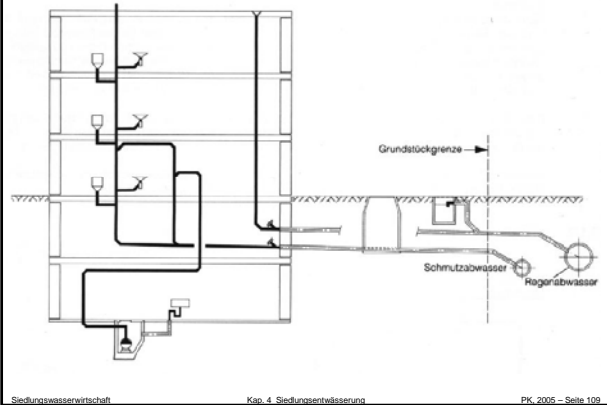
Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 - Seite 107

Hausanschlüsse, Mischsystem

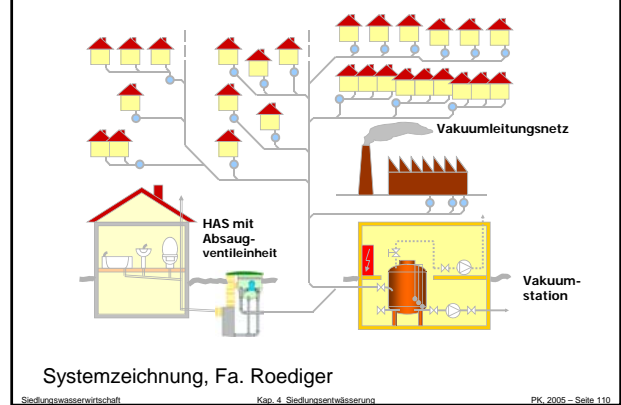


Siedlungswasserwirtschaft Kap. 4 Siedlungsentwässerung PK, 2005 - Seite 108

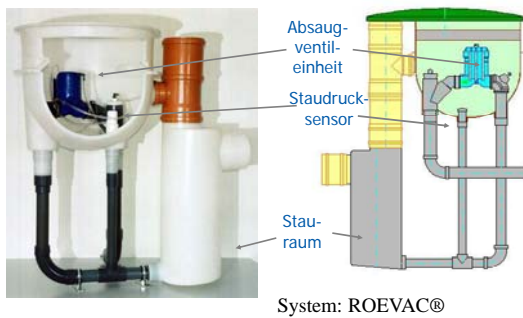
Hausanschlüsse, Trennsystem



Unterdruckentwässerung

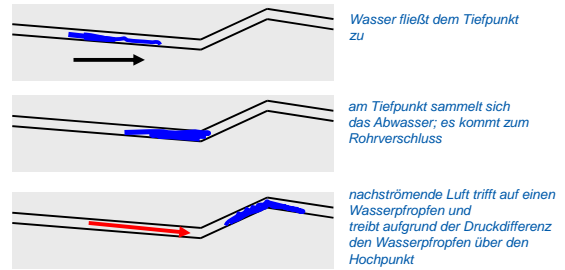


Vakuumkanalisation - Hausanschlussschacht



Verfahrensprinzip des Abwassertransports

Vakuuleitungen werden mit Hoch- und Tiefpunkten verlegt
 Abwasser wird in kleine Portionen aufgeteilt
 → geringe Druckverluste, hohe Geschwindigkeit



Regenwassernutzung



4 Siedlungsentwässerung

4.9 Kanalnetzentwurf

Schritte der Entwurfsbearbeitung

1. Wahl des Entwässerungssystems (A 105)
2. Abstimmung des Generalentwässerungsplans
3. Einzeichnen des Leitungsverlaufs im Lageplan
4. Bestimmung der Gebietsparameter
5. Maßnahmen zur Verminderung des Abwasseranfalls
6. Unterteilung des Entwässerungsgebietes
7. Dimensionierung der Rohrleitungen
 - Bestimmung des Durchflusses
 - Dimensionierung
 - Sohlhöhe der Schächte → Gefälle
 - Profil und Dimension
 - Abflussverhältnisse (Wasserstand, Geschwindigkeit)
8. Entwurf von Sonderbauwerken
9. Detaillierte Entwurfszeichnungen (Grundriß, Längsschnitt, Details)

Siedungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedungsentwässerung

PK, 2005 – Seite 115

Kriterien zur Wahl des Entwässerungssystems

- **Vorhandenes Entwässerungssystem:** Typ, baulicher Zustand, hydraulische Leistungsfähigkeit
- **Fließgewässer:** räumliche Lage, Hydraulik (Jahresgang von Q, Wasserstand; Sensitivität)
- **Abwasserzusammensetzung:** Gefahrstoffe
- **Infrastruktur:** Versiegelungsgrad, Bevölkerungsdichte,...
- **Bodenverhältnisse:** Infiltrationskapazität, Bodenklasse
- **Schutzgebiete** Wasserschutzzonen, Überflutungsgebiete
- **Topographie, Grundwasserverhältnisse**
- **Kläranlage:** Typ, Kapazität, Lage
- **Kosten**

Siedungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedungsentwässerung

PK, 2005 – Seite 116

Abstimmung des Entwässerungskonzepts

- Zulässige Belastung des Fließgewässers (Einlaufstellen, max. Q, Frachten, Konzentrationen,...)
- Leitungsverlauf
- Art und Lage von Einzelelementen
 - Kläranlage
 - Regenüberläufe, RÜB, RRB
 - Pumpstationen
 - Infiltrationsanlagen
- Weitere Maßnahmen
 - z.B. Ausgleichsmaßnahmen, Reduzierung von Beeinträchtigungen benachbarter Wohngebiete

Siedungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedungsentwässerung

PK, 2005 – Seite 117

Bestimmung der Gebietsparameter

Siedungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedungsentwässerung

PK, 2005 – Seite 118

Leitungsverlauf

- Ziel: Minimierung von Invest- und Betriebskosten durch intelligente Nutzung der Topographie und vorhandener oder geplannter Infrastruktur
 - kurze Leitungslängen
 - Minimale Verlegetiefe
 - Minimale Nutzung von Fremdenergie
 - Vermeidung von Sedimentbildung, Geruch, Korrosion
 - Zugänglichkeit für KN-Reinigung, TV-Inspektion, Baufahrzeuge
- KN-Planung immer in Abstimmung mit komm. Entwicklungsplan
→ Zusammenarbeit von Raumplaner und KN-Planer

Siedungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedungsentwässerung

PK, 2005 – Seite 119

Leitungsverlauf

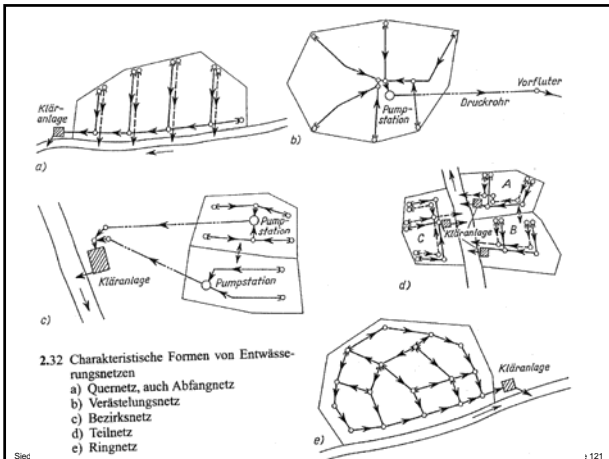
Prinzipien:

- KN und Straße folgen Talverlauf oder virtueller Verbindung von Senken
- Wasserscheiden zwischen den Sammlern
- Keine Umwege für den Wasserfluss
- Kanäle neben Straßen (Fußwege, Radwege)
- Kanäle in öffentlichem Baugrund (ansonsten Leitungsrechte sichern)
- Schächte bei:
 - Richtungswechsel
 - Querschnittswechsel
 - Gefällewechsel
 - Einmündung von Seitenkanälen (nicht bei Hausanschlüssen, Straßeneinläufen)
 - Abstand < 100 m

Siedungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedungsentwässerung

PK, 2005 – Seite 120



Hinweise zur Unterteilung des Entwässerungsgebiets

- Topographie → Fließrichtung des Wassers
- Natürliche und künstliche Abfluss- oder Bauhindernisse (Pläne, Luftbilder, GIS, Laser-Scan, **Begehung**)
- Abfluss wird berechnet über Bevölkerungsdichte
- Nur industrielle (gewerbliche) Einleiter und Einzelgrundstücke werden als Einzelabfluss gerechnet
- Abfluss wird der gesamten Leitungslänge zugewiesen (obwohl Q erst am Leitungsende erreicht wird) → Sicherheit
- Teilgebiete bzw. Leitungsabschnitte ≤ 200 – 300 m (DN-Gruppen möglichst nicht überspringen)

Unterteilung des Entwässerungsgebiets

- Räumlich: Abfluss-relevante Fläche den zugehörigen Kanalnetzabschnitten zuweisen
- Abflusstyp: Gliederung nach einheitlichen Abflussbeiwerten
- Einfache Methode für flache EG: Flächenzuordnung über Winkelhalbierende

Bsp. Bemessung mit Zeitbeiwertverfahren (I)

$$t_N(1) = t_A(1) + t_F(1)$$

$$t_N(2) = t_A(1) + t_F(1) + t_F(2)$$

$$t_N(3) = t_A(3) + t_F(3) \quad \text{für Punkt 3}$$

$$t_N(3, 4) = t_N(2) \quad \text{für Punkt 4}$$

$$Q_4 = Q_2 + Q_3(3, 4)$$

$$Q_5 = Q_{krit}$$

$$Q_6 = f(t_A(6) + t_F(6))$$

$$Q_{6,tot} = Q_6 + Q_5$$

Iteration mit effektiven Fließzeiten t_F

Zeitbeiwertverfahren (II)

Querschnitt	1	2	3	4	5	6	Bem.
L Kanal (m)	120	180	60			180	
v (m/s)							
Fließzeit (min)							
$t_N = t_A + t_F$ (min)							$t_A = 5$ min
$r(t_N, z)$ (l/(s-ha))							R (Reinhold, 1940)
A_i (ha)	2	3	1			3	
ψ_S (-)	0,4	0,6	0,6			0,5	
$A_{red,i}$ (ha)							
$\Sigma A_{red,i}$ (ha)							
Q_R (m ³ /s)							$Q_R = r \cdot \Sigma A_{red,i}$
konst. Q (m ³ /s)							
$Q_{R,tot}$ (m ³ /s)							
Q_i (m ³ /s)	0,015	0,02	0,008				
Q_m (m ³ /s)							

Zeitbeiwertverfahren (II) $z = 2, r_{15(1)} = 102 \text{ l/(s-ha)}$

Querschnitt	1	2	3	4	5	6	Bem.
L Kanal (m)	120	180	60			180	
v (m/s)	1	1	1			1	
Fließzeit (min)	2	3	1			3	
$t_N = t_A + t_F$ (min)	7	10	6	10		8	$t_A = 5$ min
$r(t_N, z)$ (l/(s-ha))	199	167	212	167	30	187	R (Reinhold, 1940)
A_i (ha)	2	3	1			3	
ψ_S (-)	0,4	0,6	0,6			0,5	
$A_{red,i}$ (ha)	0,8	1,8	0,6			1,5	
$\Sigma A_{red,i}$ (ha)	0,8	2,6	0,6	3,2	3,2	1,5	
Q_R (m ³ /s)	0,16	0,43	0,13	0,53		0,28	$Q_R = r \cdot \Sigma A_{red,i}$
konst. Q (m ³ /s)					0,1		
$Q_{R,tot}$ (m ³ /s)						0,38	
Q_i (m ³ /s)	0,015	0,02	0,008			0,003	$Q_s + Q_t$
Q_m (m ³ /s)	0,175	0,45	0,138	0,581	0,1	0,383	$Q_R + Q_t$

Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe

- Vermeidung von Sedimentbildung
- Vermeidung von Abrasion
- Faustwerte:
 - $v_{min} > 0,5 \text{ m/s}$
 - $h_{min} > 50 \text{ mm}$
 - $v_{max} < 3 \text{ m/s}$ (Trennsystem)
 - $v_{max} < 8 \text{ m/s}$ (Mischsystem)

Tiefenlage und Gefälle

- **Minimaltiefe: Schutz vor Frost und mechanischer Belastung**

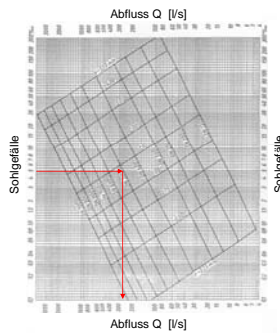
sewer	sanitary	storm	combined
wide city streets	3,0 m	2,5 m	3,0 m
small streets	2,5 m	2,0 m	2,5 m
villages	2,5 m	2,0 m	2,5 m

- Trinkwasser liegt bei 1,5 m !
- Trennsystem: RW ca. 0.5 m über SW (Anfangshaltung)

Gefälle

DN	Minimal	Maximal	Optimal
Hausanschluss	1:100	1:10	1:50
200 - 300	1:200 - 1:300	1:10 - 1:15	1:50 - 1:200
300 - 600	1:300 - 1:600	1:20	1:100 - 1:300
600 - 1000	1:600 - 1:800	1:30	1:200 - 1:400
1000 - 2000	1:1000	1:50	1:300 - 1:800

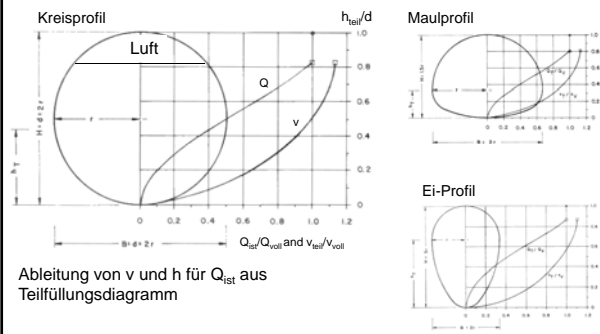
Bemessung Kanalrohr: Auswahl DN und I



Vorgabe DN und Gefälle
Q and v für Vollfüllung
Integraler k-Wert $k_0 = 1,5 \text{ mm}$

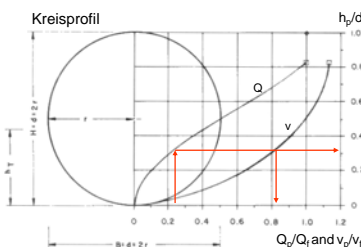
Beispiel:
DN 500, $I = 5 \text{ ‰}$
Nomogramm:
 $Q_t = 260 \text{ l/s}$
 $v_t = 1.4 \text{ m/s}$

Bemessung Kanalrohr: Teilfüllungsverhältnisse



Ableitung von v und h für Q_{ist} aus Teilfüllungsdiagramm

Bemessung Kanalrohr: Teilfüllungsverhältnisse



Beispiel:
DN 500, $I = 5 \text{ ‰}$
 $Q_{voll} = 260 \text{ l/s}$ $v_t = 1.4 \text{ m/s}$

gesucht: v_{teil} and h_{teil}
für $Q_t = 65 \text{ l/s}$

$Q_t/Q_{voll} = 65/260 = 0,25$

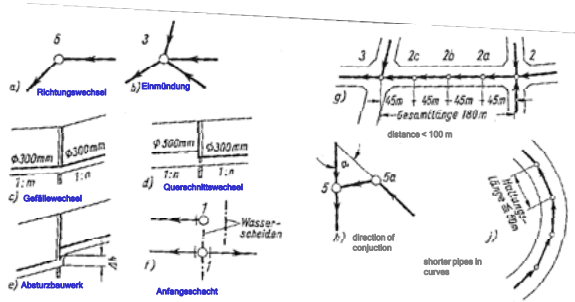
$\Rightarrow h_{t/d} = 0,31$ $h_t = 500 \cdot 0,31 = 155 \text{ mm}$
 $\Rightarrow v_t/v_{voll} = 0,82$ $v_t = 1,4 \cdot 0,82 = 1,15 \text{ m/s}$

Listenrechnung

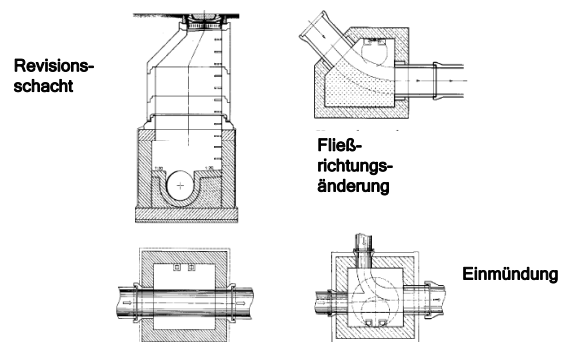
Schacht oben	Schacht unten	Höhendifferenz	Länge	Fläche A_{ij}					Spitzenabflussbeiwert			Einwohner		
				einzel	zus.	beliebiger Anteil in %			mittlere Gefällesteilung		Dichte	Anzahl		
i	j	h	l	1	2	3	4	5	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Zufuss von Schacht-Nr.	Schmutzwasserabfluss					Zahl der Wert	Regenabfluss		Fließzeit	Mischwasserabfluss	Sohlgefälle	Querschnitt	Querschnitt	Drehmoment
	natürlich	gewerblich	Fremdwasser	Trockenwasser	Zahl der Wert		einzel	zusammen						
i	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

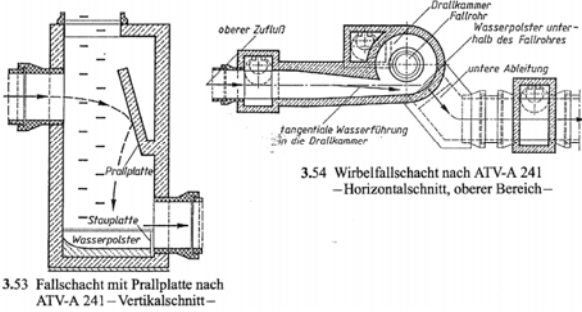
Anordnung von Schächten



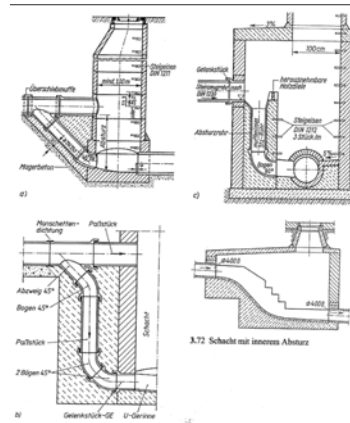
Schächte



Absturz-Bauwerke



Außen-
liegender
Absturz

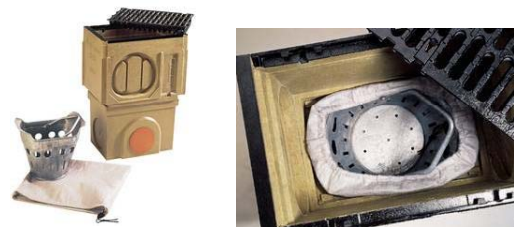


innen-
liegender
Absturz

Straßeneinläufe

- Zweck: schnelle Aufnahme des Niederschlagswassers von Straßen
- Teilreinigung
- Bemessung:
 - Richtlinien für die Anlage für Straßen,
 - Teil: Entwässerung – RAS-Ew
 - Herstellerangaben
- Ausführung als Linien oder Punktentwässerung

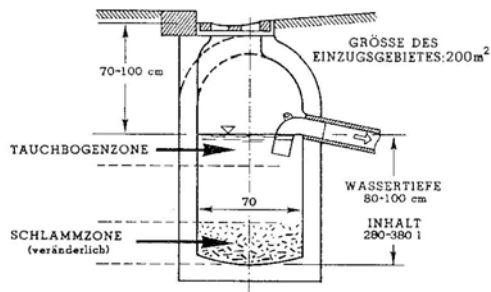
Straßeneinlauf



Straßeneinlauf mit Sinkkasten und Filtersack (Fa. Passavant)

Verminderung von Frachten bei Regenwetter

Nassgully



Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK, 2005 - Seite 139

Leitungsplan

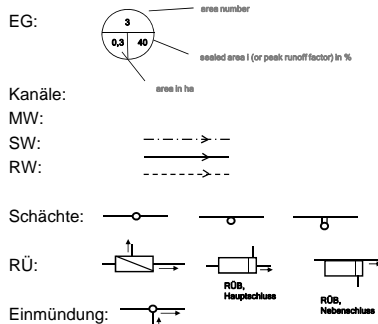
- Maßstab: 1:2000 - 1:500
- Kanäle mit Fließrichtung
- Profil, DN, Länge, Gefälle, (Material)
- Sonderbauwerke
- Kläranlage
- Auslaufbauwerke
- Nummerierung von Haltung und Schacht
- Teil-EG: Nr., A, A_{red} (oder Abflussbeiwert)
- Legende, Maßstabsangabe
- Symbole: DIN 2425

Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK, 2005 - Seite 140

Map - symbols (DIN 2425 part 4)

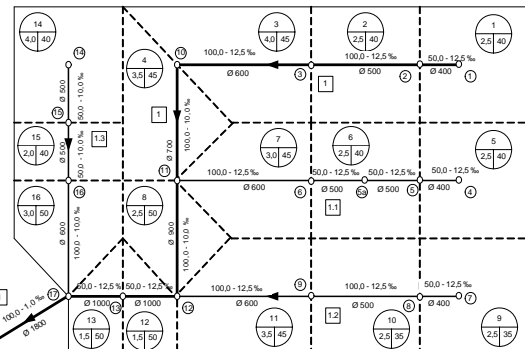


Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK, 2005 - Seite 141

Beispiel Lageplan



Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK, 2005 - Seite 142

Längsschnitt

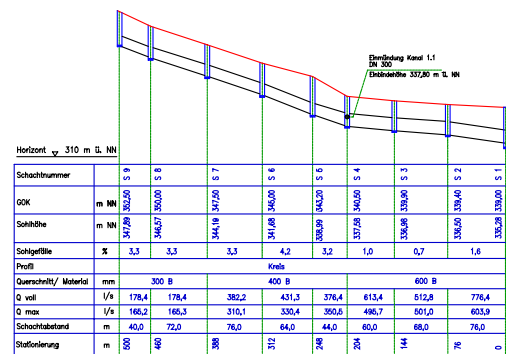
- Höhenmaßstab zehnfach überhöht
- Sohlhöhe [m NN]
- GOK [m NN]
- DN
- Material
- Gefälle
- Max. Q
- Q (TK: Q_r bzw. Q_s MW: Q_t und Q_m)
- Schächte und Sonderbauwerke
- Haltungslänge
- sewer conjunctions (arrows)
- station

Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK, 2005 - Seite 143

Beispiel: Längsschnitt



Siedlungswasserwirtschaft

Kap. 4 Siedlungsentwässerung

PK, 2005 - Seite 144