

Kanalspülpläne auf Basis einer hydraulischen Berechnung Lassen sich Kanalablagerungen mittels Simulationsmodelle orten?

U. Haas, Stuttgart

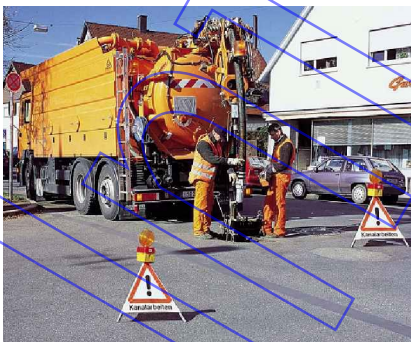
Inhalt

1. Einführung
2. Kanalablagerungen
 - 2.1. Herkunft
 - 2.2. Ursachen
 - 2.3. Entstehung
 - 2.4. Auswirkungen
3. Feststofftransport
4. Erkenntnisse aus der Kanalhydraulik
 - 4.1. Berechnungsmethode
 - 4.2. Eingaben und Ergebnisse
5. Entwicklung eines Kanalspülplans
 - 5.1. Ausgangssituation
 - 5.2. Statistische Auswertung
 - 5.3. Spülintervalle
 - 5.4. Weitergehende Überlegungen
 - 5.5. Visualisierung
6. Rechtlicher Bezug
7. Fazit

1. Einführung

Die Kommunen sind als Betreiber des öffentlichen Kanalnetzes verantwortlich für den ordnungsgemäßen Zustand und Betrieb des Entwässerungssystems. Voraussetzung für eine gute Funktionsfähigkeit ist eine entsprechende Wartung. Dies vor allem deswegen, weil die Eigenschaften des Abwassers und die Hydraulik im Netz oft dazu führen, dass es in der Kanalisation zu Ablagerungen kommt.

Um nach dem Prinzip der Schwemmkanalisation die Spülwirkung zu erhöhen und so Kanalablagerungen zu vermeiden, wurden früher oft gezielt Oberflächengewässer an die Anfangsstränge von Kanalnetzen angeschlossen. Diese Methode führt zu einem sehr unwirtschaftlichen Betrieb von fast allen Funktionseinheiten der Abwasserbehandlung. Mit Herausnahme der Fremdwasserzuleitungen gewann die technische Kanalreinigung immer mehr an Bedeutung und gehört heute unabdingbar zu einem ordnungsgemäßen Betrieb.



Die Präventivreinigung, also die Komplettreinigung des Kanalnetzes alle ein bis zwei Jahre ist am weitesten verbreitet. Um aus wirtschaftlichen Gründen die Reinigung des Netzes den tatsächlichen Erfordernissen entsprechend durchzuführen, d. h. besonders ablagerungsgefährdete

Betriebsleitertagung – Aktuelles zum Kanalbetrieb, 05. März 2009 in Heilbronn

Kanalspülpläne auf Basis einer hydraulischen Berechnung
Lassen sich Kanalablagerungen mittels Simulationsmodelle orten?

Bereiche regelmäßiger und weniger gefährdete Bereiche seltener zu spülen, sollten Kanalspülpläne vorliegen.

Bislang wurden die Kanalspülpläne auf Basis von Erfahrungswerten erstellt. Aber auch eine Kanalhydraulik, welche im Zuge einer Generalentwässerungsplanung erarbeitet wird, kann eine wichtige Grundlage zur weiteren Optimierung der Spülintervalle sein.

2. Kanalablagerungen

2.1. Herkunft

In den Abwasserkanälen werden mit dem abfließenden Abwasser auch Feststoffe transportiert. Diese Feststoffe gelangen über verschiedene Wege ins Abwassersystem. Der überwiegende Teil wird über die ans Kanalnetz angeschlossenen Haushalte eingeleitet. Dabei handelt es sich vorrangig um organische Bestandteile wie Nahrungsreste, Fette, Fäkalien, Haare, Papier etc. Aber auch mineralische Partikel gelangen über die Hausanschlussleitungen ins öffentliche Netz.

Ein weiterer Eintrag von primär mineralischen Feststoffen wird durch den Regenabfluss an der Oberfläche verursacht. Die Mineralien wie Sand, Kies, Winterstreu usw. werden bei Niederschlagsereignissen von Dächern, Straßen oder sonstigen befestigten und unbefestigten Flächen gespült und in die Kanäle eingetragen. Die eingetragene Menge variiert entsprechend der Dauer der Trockenperiode.

2.2. Ursachen

Als Ursachen für Kanalablagerungen sind zu nennen:

- bauliche Schwachpunkte
- die stoffliche Zusammensetzung des Abwassers
- planerische Zwänge

Bauliche Mängel können Tiefpunkte, Flachstrecken oder hydraulisch ungünstige Gegebenheiten sein. Letztere können entstehen z.B. durch Rückstauverhältnisse bei seitlichen Zuläufen und in Drosselbereichen an Regenüberläufen oder bei starken Gefällewechseln (Abstürze) sowie zu geringen Abflussmengen. Wurzeleinwüchse zählen nicht zu Ablagerungen, begünstigen aber diese und werden i.d.R. im Rahmen der Unterhaltungsreinigung nicht beseitigt.



Zu einem unplanmäßigen Feststoffeintrag zählen z.B. Sand, Kies oder auch Beton aus Baumaßnahmen und insbesondere herabgestürzte Schmutzfänger.

Misch- und Trennverfahren lassen sich durch die Abkopplung befestigter Flächen von Kanalnetzen modifizieren. Dies bietet sich vor allem dann an, wenn bestehende Kanäle überlastet sind. Ist dies nicht der Fall, ist vor einer Modifizierung zu prüfen, ob hierdurch Nachteile entstehen, da durch einen verminderten

Betriebsleitertagung – Aktuelles zum Kanalbetrieb, 05. März 2009 in Heilbronn

Kanalspülpläne auf Basis einer hydraulischen Berechnung
Lassen sich Kanalablagerungen mittels Simulationsmodelle orten?

Regenabfluss es weniger oft zu Spülereignissen kommt. Bei Maßnahmen, die auf eine Verringerung des Schmutzwasseranfalls abzielen z.B. Verwendung wassersparender Technologien, Kreislaufführung in Industriebetrieben sind die Auswirkungen auf das Ablagerungsverhalten vornehmlich in Anfangshaltungen zu prüfen. Beide Maßnahmen können wiederum zu einem höheren Wartungsaufwand führen.

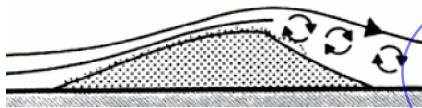
Besondere Berücksichtigung bedarf es auch für Realisierungsabschnitte, z.B. bei Baugebieten, welche erst nach einem längeren Zeitraum voll erschlossen/angesiedelt sind.

Verbleiben Ablagerungen über einen längeren Zeitraum im Kanal führt dies bei Trockenwetter und zunehmendem Alter zu Verfestigungen, welche nur mit erhöhtem Aufwand entfernt werden können.

2.3. Entstehung

Bei Trockenwetterabfluss setzen sich aufgrund der langsamen Fließgeschwindigkeiten und der entsprechend geringen Schleppspannungen Feststoffe im Kanalnetz ab. Die Menge der Schmutzablagerungen hängt dabei von der Abwasserzusammensetzung, der Bauweise des Kanals (Durchmesser, Material und Gefälle) und der Dauer des kritischen Trockenwetterabflusses ab.

Während des Ablagerungsvorgangs entstehen Dünen mit flach ansteigendem Luv- und steil abfallendem Leehang. Die Feststoffe werden den Luvhang hinauf transportiert und lagern sich teilweise am Leehang ab. Begünstigt wird die Ablagerungsbildung durch Hindernisse auf der Kanalsohle oder Unstetigkeiten im Sohlverlauf. Die Länge einer Düne kann bis zu 5 m betragen.



Kanalablagerungen sind während der Nachtstunden in Teilbereichen nahezu aller Mischwasserkanalisationen zu erwarten, vor allem in den Anfangshaltungen und Strecken mit geringem Gefälle.

2.4. Auswirkungen

Bei einsetzendem Regen kommt es durch den sprunghaften Anstieg des Zuflusses um das Mehrfache des Trockenwetterzuflusses zu einer Verdrängung von Schmutzwasser aus dem Kanal und zu einem Auswaschen von Kanalablagerungen. Zuerst kommt die Frachtspitze der gelösten Stoffe (Verdrängung von Schmutzwasser), gefolgt von der Spitze der organischen partikulären Stoffe (Kanalablagerungen) und schließlich der Spitze der mineralischen Partikel (Kanalablagerungen, Oberflächenverschmutzungen).

Die Auswirkungen bedingen die Notwendigkeit ihrer Reduzierung:

- reduzierter hydraulischer Querschnitt → reduzierte hydraulische Leistungsfähigkeit

Der hydraulische Querschnitt wird reduziert, die Rauigkeit der Rohrleitung erhöht und damit die hydraulische Leistungsfähigkeit der Kanäle vermindert. Dies kann im Extremfall bis zu einer Verstopfung bzw. Verklausung führen.

Betriebsleitertagung – Aktuelles zum Kanalbetrieb, 05. März 2009 in Heilbronn

Kanalspülpläne auf Basis einer hydraulischen Berechnung
Lassen sich Kanalablagerungen mittels Simulationsmodelle orten?

- häufigere Entlastung

Aufgrund des reduzierten Retentionsvolumens im Kanalnetz kommt es zu häufigeren Entlastungen, die eine erhöhte Gewässerbeeinträchtigung im Regenwetterfall durch Resuspension der Ablagerungen bewirken. Dies stellt einen hydraulischen und stofflichen Stress für das Gewässer dar.

- Schmutzstoßbelastung

Die Resuspension im Regenwetterfall stellt für die Kläranlage eine unerwünschte Stoßbelastung dar.

- Geruchsbelästigung und Korrosionsgefahr

Schwefelwasserstoff, der bei biologischen Umsetzungsprozessen gebildet wird, kann zu einer Geruchsbelästigung führen und Korrosionserscheinungen begünstigen.

3. Feststofftransport

Ablagerungen werden vermieden, wenn eine erforderliche Mindestwandschubspannung τ_{\min} erreicht oder überschritten wird. Sie ist abhängig von der Volumenkonzentration an absetzbaren Feststoffen C_T . Unabhängig vom Durchmesser und Gefälle der betrachteten Leitung gilt für Q in m^3/s :

$$\tau_{\min} = 4,1 Q^{1/3} \text{ in N/m}^2 \text{ für Regen und Mischwasserkanäle } (C_T = 0,05 \text{ ‰})$$

$$\tau_{\min} = 3,4 Q^{1/3} \text{ in N/m}^2 \text{ für Schmutzwasserkanäle } (C_T = 0,03 \text{ ‰})$$

Die jeweils vorhandene Wandschubspannung τ_{vorh} wird berechnet nach:

$$\tau_{\text{vorh}} = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot J_R$$

ρ ... Dichte in kg/m^3

g ... Erdbeschleunigung in m/s^2

r_{hy} ... hydraulischer Radius in m

J_R ... Reibungsgefälle

Für ablagerungsfreien Betrieb gilt:

$$\tau_{\text{vorh}} \geq \tau_{\min}$$

Die Abflüsse unterliegen einer Tagesganglinie und sind nicht konstant. Für den maßgebenden Abfluss Q muss gelten, dass er mindestens 8 h/d vorherrscht.

Die Tabelle zeigt verschiedene Grenzwerte für teilgefüllte Kreisprofile. Sie gelten mit ausreichender Genauigkeit für k_b -Werte zwischen 0,25 und 1,5 mm.

Betriebsleitertagung – Aktuelles zum Kanalbetrieb, 05. März 2009 in Heilbronn

Kanalspülpläne auf Basis einer hydraulischen Berechnung
Lassen sich Kanalablagerungen mittels Simulationsmodelle orten?

Kreisquer- schnitt	$h/d \geq 0,10$			$h/d \geq 0,20$			$h/d \geq 0,30$			$h/d \geq 0,50$		
	$J_{So,min}$	V_{min}	τ_{min}	$J_{So,min}$	V_{min}	τ_{min}	$J_{So,min}$	V_{min}	τ_{min}	$J_{So,min}$	V_{min}	τ_{min}
d	‰	m/s	N/m ²	‰	m/s	N/m ²	‰	m/s	N/m ²	‰	m/s	N/m ²
200	)	)	)	4,23	0,43	1,00	2,98	0,46	1,00	2,04	0,48	1,00
250	)	)	)	3,38	0,45	1,00	2,39	0,47	1,00	1,63	0,49	1,00
300	5,35	0,43	1,00	2,82	0,46	1,00	1,99	0,49	1,00	1,48	0,53	1,09
350	4,59	0,44	1,00	2,42	0,47	1,00	1,70	0,50	1,00	1,45	0,58	1,24
400	4,02	0,44	1,00	2,11	0,48	1,00	1,61	0,51	1,05	1,42	0,63	1,39
450	3,57	0,45	1,00	1,88	0,49	1,00	1,53	0,55	1,15	1,40	0,67	1,54
500	3,21	0,46	1,00	1,69	0,50	1,00	1,50	0,59	1,26	1,38	0,71	1,69
600	2,68	0,47	1,00	1,61	0,54	1,14	1,47	0,66	1,48	1,34	0,79	1,97
700	2,29	0,48	1,00	1,59	0,61	1,32	1,43	0,71	1,68	1,31	0,86	2,25
800	2,01	0,49	1,00	1,55	0,64	1,47	1,40	0,77	1,88	1,29	0,93	2,52
900	1,88	0,51	1,05	1,52	0,68	1,62	1,38	0,82	2,08	1,26	0,99	2,79
1000	1,84	0,54	1,15	1,50	0,73	1,78	1,36	0,87	2,28	1,24	1,05	3,05

Grenzwerte für ablagerungsfreien Betrieb von Regen- und Mischwasserkanälen

4. Erkenntnisse aus der Kanalhydraulik

4.1. Berechnungsmethode

Für den hydraulischen Nachweis wird die hydrodynamische Berechnungsmethode angewandt. Sie baut direkt auf den physikalisch-hydraulischen Gesetzmäßigkeiten des Fließvorgangs in Kanälen auf, mathematisch beschrieben durch die Saint-Venantschen Differentialgleichungen. Bei Lösung des vollständigen Gleichungssystems behält die hydrodynamische Berechnungsweise, durch die permanente Verknüpfung von Abfluß und Wasserstand sowie, über die Gerinnegeometrie, auch der Fließgeschwindigkeit, ihre Gültigkeit für unterschiedliche Fließzustände und Systemgegebenheiten. Überlastungszustände wie Druckabfluß und Rückstau bis hin zur Fließumkehr werden unmittelbar berücksichtigt und wirklichkeitsnah wiedergegeben.

4.2. Eingaben und Ergebnisse

Im Rahmen der Kanalberechnungen werden alle bauwerks-/leitungsrelevanten Daten erfaßt und in den Computer eingegeben. Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die Kopfzeilen einer Bestandsdatenliste.

BESTANDSDATEN (TEIL 1) DES KANALNETZES: *y

NR	HALTUNG	SCHACHT OBEN	SCHACHT UNTEN	TEZG	GELAENDEHOEHE		SOHLHOEHE		LAENGE GEFAELE		HALTUNGSFLAECHE GESAMT	WEIG. UNDURCHL. KL.	ZUFLUESSE		
					OBEN	UNTEN	OBEN	UNTEN	M	%			HA	HA	L/S	L/S
					M	NN	M	NN	M	%	HA	HA	L/S	L/S	
1	W10	W10	W9	TE	335.16	335.20	332.67	332.50	6.78	2.507	0.1280	0.0448	2	0.09	0.00
2	W14	W14	W13	TE	348.60	345.00	346.84	342.84	39.84	10.040	0.5674	0.1986	2	0.39	0.00
3	W13	W13	W12	TE	345.00	339.60	342.84	337.41	34.32	15.822	0.0000	0.0000	2	0.00	0.00
4	W12	W12	W11	TE	339.60	335.36	337.41	333.36	11.65	34.764	0.0000	0.0000	2	0.00	0.00
5	W11	W11	W9	TE	335.36	335.20	333.36	332.50	7.34	11.717	0.0000	0.0000	2	0.00	0.00
6	W9	W9	W8	TE	335.20	334.71	332.50	331.79	40.53	1.752	0.2463	0.0862	2	0.17	0.00
7	W8	W8	W7	TE	334.71	333.33	331.79	330.50	51.52	2.504	0.4141	0.1449	2	0.29	0.00
8	W7	W7	W6	TE	333.33	332.05	330.50	329.23	50.68	2.506	0.4341	0.1519	2	0.30	0.00
9	W6	W6	W5	TE	332.05	330.78	329.18	327.96	48.04	2.540	0.3376	0.1182	2	0.23	0.00
10	W5	W5	W4	TE	330.78	329.47	327.96	326.54	47.86	2.967	0.3412	0.1194	2	0.24	0.00

Betriebsleitertagung – Aktuelles zum Kanalbetrieb, 05. März 2009 in Heilbronn

Kanalspülpläne auf Basis einer hydraulischen Berechnung
Lassen sich Kanalablagerungen mittels Simulationsmodelle orten?

BESTANDSDATEN (TEIL 2) DES KANALNETZES: xy

NR	HALTUNG	PROFIL		1. TRAPEZ		RAUHEIT KB ODER KST	DOPPELTRAPEZ				RAUHEIT KB ODER KST	PROFIL		QUER SCHNITT	Q VOLL (STATIONÄR)	V VOLL	
		TYP	BREITE	HOEHE	LI.		RE.	BREITE	HOEHE	LI.		RE.	BREITE MAX				HOEHE MAX
		MM	MM	M/LM	M/LM	MM	MM	MM	M/LM	M/LM	MM	MM	MM	QM	CBM/S	M/S	
1	W10	1	250	250									250	250	0.049	0.096	1.95
2	W14	1	250	250									250	250	0.049	0.192	3.91
3	W13	1	250	250									250	250	0.049	0.241	4.91
4	W12	1	250	250									250	250	0.049	0.357	7.28
5	W11	1	250	250									250	250	0.049	0.207	4.22
6	W9	1	250	250									250	250	0.049	0.080	1.63
7	W8	1	250	250									250	250	0.049	0.096	1.95
8	W7	1	250	250									250	250	0.049	0.096	1.95
9	W6	1	300	300									300	300	0.071	0.156	2.21
10	W5	1	300	300									300	300	0.071	0.169	2.39

Von besonderer Bedeutung sind hier die Angaben zu Gefälle, Neigungsklasse, Leitungsquerschnitt und betrieblicher Rauheit.

Neben den Stammdaten werden Gebietsdaten erfasst. Diese beinhalten z.B. die Einwohnerzahl, den Schmutzwasseranfall, die zu erwartenden tageszeitlichen Schwankungen, den Fremdwasseranteil, u.a.. Aus Ihnen berechnet sich der Trockenwetterabfluss.

Die Berechnungsergebnisse werden in Listen ausgegeben. In ihnen finden sich alle Informationen, um sie mit den kritischen Werten einer ausreichenden Wandschubspannung vergleichen zu können.

Trockenwetterwerte für Haltungen des Kanalnetzes: xy

Nr	Hal tung	Schacht oben	Schacht unten	Pro- fil- höhe	Q		V		relativ		Wassertiefe unter Gelände		absolut		Auslastung Wasserstand	
					voll (stationär)	voll	trocken (stationär)	voll	oben	unten	oben	unten	oben	unten		
				mm	cbm/s	m/s	cbm/s	m/s	m	m	m	m	m	MM	m	MM
1	2001	002800003	164600040	200	0.135	4.31	0.001	1.08	0.01	0.01	1.92	3.29	397.88	385.01	0.05	0.07
2	2002	003800003	003800005	300	0.269	3.80	0.001	0.99	0.01	0.01	2.95	3.73	359.35	352.27	0.04	0.03
3	2003	003800005	244200001	300	0.325	4.60	0.000	0.89	0.01	0.01	3.73	3.83	352.27	343.87	0.03	0.04
4	2004	009600001	009600400	450	0.863	5.42	0.011	1.49	0.04	0.05	4.23	4.56	298.07	282.04	0.08	0.11
5	2005	009600400	009600403	900	3.016	7.29	0.016	2.25	0.85	0.04	4.56	3.60	282.04	271.90	0.05	0.05
6	2006	009600403	090600408	1050	3.814	6.78	0.007	1.50	0.04	0.04	3.60	2.41	271.90	269.29	0.04	0.04
7	2007	015400008	069000406	1050	6.311	11.21	0.008	0.05	0.00	0.04	2.98	3.73	341.02	339.37	0.00	0.04
8	2008	015400013	015400008	300	0.456	6.45	0.000	1.68	0.01	0.00	3.86	2.98	378.44	341.02	0.03	0.02
9	2009	020800002	020800400	450	1.339	8.42	0.001	1.70	0.01	0.01	2.99	4.77	301.91	286.23	0.02	0.02
10	2010	020800005	020800002	300	0.398	5.62	0.001	1.47	0.01	0.01	2.97	2.99	324.53	301.91	0.04	0.03

Maximalwerte für Haltungen (Teil 1) des Kanalnetzes: xy

Nr	Hal tung	Schacht oben	Schacht unten	Pro- fil- höhe	Q		V		relativ		Wassertiefe unter Gelände		absolut		Auslastung Wasserstand	
					voll (stationär)	max	max	max	oben	unten	oben	unten	oben	unten		
				mm	cbm/s	m/s	cbm/s	m/s	m	m	m	m	m	MM	m	MM
1	2001	002800003	164600040	200	0.135	4.31	0.075	2.83	0.11	0.25	1.82	3.05	397.98	385.25	0.53	
2	2002	003800003	003800005	300	0.269	3.80	0.077	3.26	0.12	0.10	2.84	3.64	359.46	352.36	0.40	0.34
3	2003	003800005	244200001	300	0.325	4.60	0.081	3.36	0.10	0.13	3.64	3.71	352.36	343.99	0.34	0.45
4	2004	009600001	009600400	450	0.863	5.42	0.894	5.62	1.75	0.58	2.52	4.03	299.78	282.57		
5	2005	009600400	009600403	900	3.016	7.29	1.012	5.75	0.58	0.29	4.03	3.35	282.57	272.15	0.65	0.32
6	2006	009600403	090600408	1050	3.814	6.78	0.520	4.80	0.29	0.32	3.35	2.13	272.15	269.57	0.27	0.31
7	2007	015400008	069000406	1050	6.311	11.21	0.097	1.93	0.09	0.42	2.89	3.35	341.11	339.75	0.09	0.40
8	2008	015400013	015400008	300	0.456	6.45	0.094	5.11	0.09	0.09	3.78	2.89	378.52	341.11	0.31	0.30
9	2009	020800002	020800400	450	1.339	8.42	0.084	4.14	0.08	0.09	2.92	4.69	301.98	286.31	0.17	0.20
10	2010	020800005	020800002	300	0.398	5.62	0.046	3.54	0.07	0.08	2.91	2.92	324.59	301.98	0.23	0.25

5. Entwicklung eines Kanalspülplans

5.1. Ausgangssituation

Zunächst wird das Einzugsgebiet einer allgemeinen Beurteilung unterzogen. Dies beinhaltet die Prüfung nach dem Entwässerungsverfahren und der Topographie.

5.2. Statistische Auswertung

In einem ersten Schritt werden auf Basis der hydraulischen Berechnung die Fließgeschwindigkeiten bei Trockenwetter ausgewertet. Haltungen, bei denen die kritische Geschwindigkeit unterschritten wird, werden im Plan "Statistische Auswertung" farblich gekennzeichnet.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Name:	Schacht oben	Schacht unten	Gefälle	Profiltyp	Höhe	Breite	V trocken	Geschwindigkeit	Gefälle
2	100057	215050045M	215050040M	4.18	1	250	250	0,24	Achtung	
3	100083-1	215050040M	215050035M	1.39	1	250	250	0,08	Achtung	Achtung
95	1	205000160M	205000155M	17.80	1	300	300	0,51	Achtung	
96	10	205000125M	205000120M	5.57	1	400	400	0,28	Achtung	
97	100048-1	RUE_Doeff3	RUE_Doeff4	30.55	1	1500	1500	0,70	Achtung	
98	100058a	RUEB_Leis4	RUEB_Zehn3	0,00	1	500	500	0,37	Achtung	Achtung
99	100073-1	105000010M	RUE_Oelm1	15.84	1	500	500	0,48	Achtung	
100	100079-1	135050005R	135000050R	10.67	1	200	200	0,00	Achtung	

Dann werden die Daten des Kanalkatasters unter dem Aspekt bestehendes Sohlgefälle und dem dazugehörigen Mindestsohlgefälle in Abhängigkeit von der Nennweite untersucht. Dabei werden Haltungen, die das kritische Gefälle unterschreiten,

ausgefiltert und nochmals gesondert im Plan "Statistische Auswertung" dargestellt. Diese Information dient dazu die Häufigkeit der Reinigung festzulegen, da bei flachem Gefälle mit erhöhter Akkumulation auch bei kleineren Regenereignissen zu rechnen ist.

Die sehr einfach durchzuführende Datenbankabfrage allein nach dem Gefälle, wäre eine zu ungenaue Sichtweise. Besser ist die Beurteilung der Ablagerungsgefährdung, durch die Berechnung der Wandschubspannung bzw. der kritischen Geschwindigkeit, welche sich im Kanal einstellt.

Unverzichtbar bei der Erstellung des Kanalspülplans ist, über die Auswertung von Kanaldaten hinaus, die Berücksichtigung betrieblicher Erfahrungen. Erkenntnisse des Betriebspersonals, welche auf den vorgeschriebenen, regelmäßigen optischen Kontrollen sowie auf der Beseitigung etwaiger Betriebsstörungen basieren, müssen ergänzend in den Spülplan eingearbeitet werden.

5.3. Spülintervalle

Auf Basis der vorgenannten statistischen Auswertungen wird eine Einordnung von Kanalabschnitten in regelmäßige Spülintervalle vorgenommen. Wichtig an dieser Stelle ist, dass dies nicht automatisiert über Abfragen aus der Datenbank erfolgt. Vielmehr ist hier ingenieurtechnisches Wissen und Erfahrung gefragt.

Um die nunmehr gefundenen Erkenntnisse auf eine breitere, abgesicherte Basis zu stellen wird ein Abgleich mit den Erfahrungen des Kanalbetriebs durchgeführt. Hierzu sollten

Betriebsleitertagung – Aktuelles zum Kanalbetrieb, 05. März 2009 in Heilbronn

Kanalspülpläne auf Basis einer hydraulischen Berechnung
Lassen sich Kanalablagerungen mittels Simulationsmodelle orten?

Befragungen der Mitarbeiter, Begleitungen der Kanalreinigung sowie eine Auswertung von vorhandenem Datenmaterial erfolgen.

Als Intervalle für eine Spülung werden die folgenden Wiederholungszeiträume gewählt:

Priorität 1	→ Spülintervall 0,5 a	→ Wiederholung halbjährlich
Priorität 2	→ Spülintervall 1,5 a	→ Wiederholung anderthalbjährlich
Priorität 3	→ Spülintervall 3 a	→ Wiederholung dreijährlich
Priorität 4	→ Spülintervall 5 a	→ Wiederholung fünfjährlich

Die betroffenen Haltungen werden im „Prioritätenplan“ farblich gekennzeichnet. Dieser dient dann als Datengrundlage für die Präventivstrategie, bei welcher die Reinigung nach festen, vorgegebenen Intervallen erfolgt.

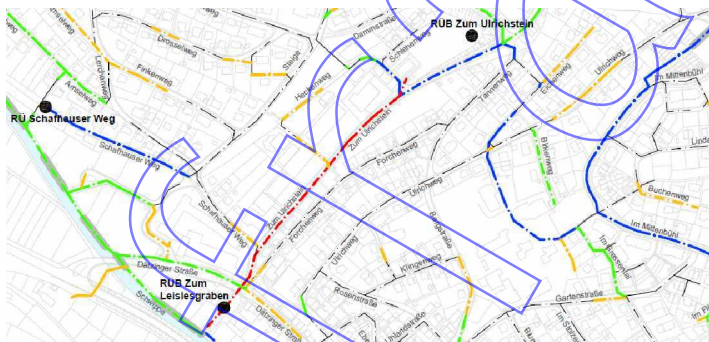
Eine unrepräsentative Auswertung zweier bislang durchgeführter Projekte hat ergeben, dass die geforderten Grenzwerte in bis zu 60 % der untersuchten Haltungen nicht eingehalten wurden. Die Spülintervalle lagen zu 30 % in Prio 1, 20 % in Prio 2 und 10 % in Prio 3.

5.4. Weitergehende Überlegungen

Im Zuge der Entwicklung eines Kanalspülplans bietet es sich an, zusätzlich zu dem für die Nachweisrechnung erforderlichen Starkregen, mit wesentlich kleineren Regen zu simulieren, um besonders ablagerungsgefährdete Bereiche lokalisieren zu können. Mit dieser Methode lässt sich schließlich die Regenintensität und -häufigkeit finden, bei welcher theoretisch ablagerungsfreier Betrieb herrscht.

5.5. Visualisierung

Die Informationen aus der statistischen Auswertung der Ergebnislisten fließen in einen Kanalplan als eingefärbte Haltungen ein.







Betriebsleitertagung – Aktuelles zum Kanalbetrieb, 05. März 2009 in Heilbronn

Kanalspülpläne auf Basis einer hydraulischen Berechnung
Lassen sich Kanalablagerungen mittels Simulationsmodelle orten?

Der Kanalspülplan selbst wird wie folgt dargestellt:



	Priorität 1 (T = 0,5 a)
	Priorität 2 (T = 1,5 a)
	Priorität 3 (T = 3 a)
	nicht eingefärbt Priorität 4 (T = 5 a)

6. Rechtlicher Bezug

Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG), 01.01.1999 ff, in § 83 Absatz 2 heißt es:

Wer Abwasseranlagen betreibt, hat diese regelmäßig zu überprüfen und mit Überwachungseinrichtungen auszurüsten, mit denen er die Leistung der Anlagen und die Beschaffenheit und Menge des Abwassers feststellen kann (Eigenkontrolle)...

Eigenkontrollverordnung (EKVO) Baden-Württemberg, 20.02.2001:

Nach Anhang 1 sind Kanalisationen regelmäßig daraufhin zu überprüfen, ob sie den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Die Überprüfungen und erforderliche Sanierungen sind nach wasserwirtschaftlichen Dringlichkeiten durchzuführen...

DIN 752-7 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Teil 7: Betrieb und Unterhalt, Juni 1998, in Abs. 5.1 Zielsetzungen heißt es:

Der Betrieb und der Unterhalt müssen sicherstellen, dass das Entwässerungssystem die Anforderungen nach EN 752-2 erfüllt, wie:

a) Verstopfungsfreier Betrieb...

In Abs. 5.2 Betrieb heißt es:

Der Betrieb schließt ein, dass die oben genannten Ziele durch Überwachung, Steuerung oder Umverteilung des Abwasserflusses erreicht werden, z.B. durch: ...

- regelmäßige Inspektionen.

In Abs. 5.3 Unterhalt heißt es:

Der Unterhalt umfasst eine Kombination von vorausschauend geplanten Maßnahmen und ereignisabhängigen Reaktionen, die das System in einem Zustand erhalten, der die Betriebsfähigkeit zufriedenstellend sichert. Beispiele solcher Maßnahmen sind: ...

- Beseitigung von Ablagerungen, Hindernissen usw., um die hydraulische Leistungsfähigkeit wiederherzustellen; ...

In Abs. 5.4 Anforderungen heißt es:

Ein wirkungsvoller Betrieb und Unterhalt eines Entwässerungssystems erfordert: ...

- ausreichende Aufzeichnungen und Untersuchungen.

Arbeitsblatt DWA-A 147, Betriebsaufwand für die Kanalisation Betriebsaufgaben und Häufigkeiten, April 2005, in Abs. 1 Anwendungsbereich heißt es:

Betriebsleitertagung – Aktuelles zum Kanalbetrieb, 05. März 2009 in Heilbronn

Kanalspülpläne auf Basis einer hydraulischen Berechnung
Lassen sich Kanalablagerungen mittels Simulationsmodelle orten?

Das vorliegende Arbeitsblatt behandelt die Betriebsaufgaben und Häufigkeiten für den Betrieb von Kanalisationsanlagen nach DIN EN 752-7 in der Zuständigkeit des jeweiligen Betriebes...

In Abs. 3.1 Inspektion heißt es:

Normalfall: 0,05-0,2/Jahr

Sonderfall: 0,5/Jahr, z. B. bei

Kreuzungen mit Eisenbahngleisanlagen...

Andere Häufigkeiten können sich aufgrund örtlicher Gegebenheiten, z. B. in Bergsenkungsgebieten oder aufgrund des Alters, aufgrund der Verkehrsbelastung sowie aufgrund festgestellter Schäden ergeben.

In Abs. 3.2 Reinigung heißt es:

Die Häufigkeit der Kanal- und Schachtreinigung hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, z.B.:

- der Art des Entwässerungsverfahrens,
- der Gefälle- und Abflussverhältnisse,
- der Abwasserzusammensetzung,
- der Art der Ablagerungen und
- den Rückstauverhältnissen...

Erfahrungsgemäß können Reinigungsintervalle zwischen 2/Jahr und 0,1/Jahr liegen. Bei günstigen Abflussverhältnissen ohne Ablagerungen kann auch ganz auf eine Reinigung verzichtet werden. Bei kleineren Profilen bis etwa DN 800 kann eine gebietsweise Festlegung von Reinigungsintervallen zweckmäßig sein (periodische Reinigung). ...

Bei der periodischen Reinigung kann für die Ermittlung von Betriebskosten folgendes angenommen werden: Häufigkeit: 0,33/Jahr.

7. Fazit

Verschiedene Projektbeispiele zeigen, dass die Ortung von ablagerungsgefährdeten Bereichen mittels einer weitergehenden mathematisch-statistischen Auswertung der Ergebnisse von Kanalnetzrechnungen erfolgversprechend ist. Verbunden mit einem Informations- und Datenabgleich aus der Betriebsdokumentation und regelmäßig durchzuführender Inspektionen wird es möglich sein an vielen Stellen die bislang vorherrschende Präventivstrategie durch eine höherwertige bedarfsorientierte Reinigung zu ersetzen. Dies birgt mehrere Vorteile:

- Kostensenkung für die Kanalreinigung
- Vereinfachter Betriebsablauf
- Werthaltung der Bausubstanz
- Schonung der Umwelt.

Frei werdende Kapazitäten sollten in keinem Fall abgebaut werden (!), sondern insbesondere für die häufigere Reinigung der Straßeneinläufe sowie für die Wartung der Bachverrohrungen genutzt werden. Dadurch wird der Eintrag von Schwermetallen vermindert und die Überflutungsgefahr gesenkt.

Die Betrachtung des Ablagerungsverhaltens im Kanalnetz mittels Rechenmodellen gibt wichtige Hinweise für die technische und wirtschaftliche Optimierung des Reinigungsprozesses.

Betriebsleitertagung – Aktuelles zum Kanalbetrieb, 05. März 2009 in Heilbronn

Kanalspülpläne auf Basis einer hydraulischen Berechnung
Lassen sich Kanalablagerungen mittels Simulationsmodelle orten?

Anschrift des Verfassers

Ulrich Haas
InfraConsult GmbH
Schaiblestraße 1
70499 Stuttgart

Tel. 0711 8822870
Fax 0711 8822879
ulrich.haas@infraconsult.de
www.infraconsult.de

Literatur- und Quellennachweis

- [1] DIN 752-7 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
- [2] Arbeitsblatt DWA-A 110, Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen, August 2006
- [3] Arbeitsblatt DWA-A 147, Betriebsaufwand für die Kanalisation Betriebsaufgaben und Häufigkeiten, April 2005
- [4] Entwicklung von Kanalreinigungsstrategien am Beispiel der Stadt Frankfurt am Main, Roland Kammerer, 2006
- [5] Kanäle „intelligent“ reinigen, IKT-eNewsletter Februar 2008
- [6] Einsatz und Anwendungsgrenzen von Schwallspülungen in Abwasserkanälen, Fa. Steinhardt