

Neue Entwicklungen bei der Abwasserableitung

M. Dohmann

Institut für Siedlungswasserwirtschaft RWTH Aachen

1 Einleitung

Unter Abwasserableitung wird die Sammlung und der Transport von Schmutz- und Niederschlagswasser vom Ort der Entstehung bis zum aufnehmenden Gewässer bzw. bis zur Abwasserbehandlungsanlage am Gewässer verstanden. Wegen ihrer Lage innerhalb der Ableitungssysteme werden aber auch die Anlagen zur Speicherung oder Behandlung von Misch- oder Niederschlagswässern zur Abwasserableitung gerechnet. Die heute auf dem Kontinent vorhandenen Anlagen zur Abwasserableitung wurden in einem Zeitraum von mehr als 100 Jahren geschaffen. Anders als die heutigen kommunalen Kläranlagen, die entweder erst in den letzten 20 Jahren entstanden oder in dieser Zeit wesentlich ausgebaut wurden, weisen die den Kläranlagen vorgelagerten Abwasseranlagen zum Teil ein erheblich höheres Alter auf. Daraus entstand aufgrund im Laufe der Zeit gewachsener Erkenntnisse im Bereich der Hydrologie, Bautechnik und Materialtechnik sowie durch gestiegene Anforderungen an den Gewässerschutz eine große Heterogenität der Anlagen.

Vornehmlich in den letzten 25 Jahren erweiterten sich die Aufgaben bei der Abwasserableitung. Vorher ging es fast ausschließlich um den schnellen Transport des Abwassers, um hygienische Probleme innerhalb der Siedlungsgebiete zu verhindern, oder um möglichst „frisches“ Rohabwasser den Kläranlagen zuzuleiten. Hinzu kamen Funktionen wie Regenwasserbehandlung oder zumindest -speicherung, Kanalnetzsteuerung und im Verbund mit einer

nachgeschalteten Kläranlage die Kanalnetzbewirtschaftung, die auch in Zukunft noch von besonderer Bedeutung sein werden.

Die künftige Bedeutung der Abwasserableitung und der damit verbundenen Entwicklungen läßt sich an den zu erwartenden investiven und betrieblichen Aufwendungen ablesen. In einer Studie /1/ wurden nach detaillierter Erhebung des gegenwärtigen deutschen Marktes die bis zum Jahr 2015 zu erwartenden Kosten der Abwasserentsorgung prognostiziert. Interessant erscheint dabei der Vergleich der Kosten für die Abwasserableitung mit den Aufwendungen für die Abwasserbehandlungsanlagen. Im Zeitraum von 1996 bis 2015 sind danach jährliche Betriebskosten für die Abwasserableitung einschließlich der Grundstücksentwässerungsanlagen und der Kläranlagen von je 5,5 bis 5,8 Mrd. DM zu erwarten. Die summierten Investitionen für diesen Zeitraum wurden mit Hilfe einer pessimistischen bzw. einer optimistischen Einschätzung ermittelt. Sie betragen für die

Abwasserbehandlungsanlagen	54,9 bzw. 83,60 Mrd. DM und
Abwasserableitung	130,8 bzw. 288,0 Mrd. DM

Daraus ergibt sich ein mittleres Verhältnis der erwarteten Investitionskosten von 1:3. In den kommenden 20 Jahren ist demnach in Deutschland gegenüber Kläranlagen mit dem Dreifachen an Investitionen im Bereich der Abwasserableitung zu rechnen. In dem Zusammenhang ist von Interesse, wie sich die erwarteten investiven Aufwendungen auf die Erhaltung bestehender Anlagen und auf den Anlagenneubau verteilen werden. Tabelle 1 zeigt für die eigentlichen Abwasserkanäle und Grundstücksentwässerungsleitungen die entsprechenden Prognosen. Danach werden die jährlichen Investitionen für den Neubau zwischen 2,0 und 7,7 Mrd. DM und für die Sanierung zwischen 2,3 und 5,5 Mrd. DM liegen. Damit entfielen etwa die Hälfte der Investitionen auf die Bestandserhaltung vorhandener Kanäle und Leitungen, was gegenüber den Erfahrungen der letzten Jahre eine erhebliche Steigerung bedeuten würde.

Tabelle 1: Abschätzung der Längen und Investitionskosten für deutsche Abwasserkanäle und -leitungen von 1996 bis 2015 /2/

		Längen		Investitionskosten	
		niedrig km km/a	hoch km km/a	niedrig Mrd. DM Mrd. DM/a	hoch Mrd. DM Mrd. DM/a
Kanäle	Neubau	20.928	81.312	31,392	121,968
		1.040	4.060	1,569	6,098
	Sanierung	19.760	42.850	34,600	70,000
		988	2.143	1,740	3,500
Leitungen	Neubau	32.992	127.152	9,188	31,788
		1.650	6.358	0,459	1,590
	Sanierung	75.000	250.000	12,000	40,000
		3.750	12.500	0,600	2,000

Entwicklungen bei der Abwasserableitung waren stets mit den angestrebten Zielen verbunden. Aspekte der Stadthygiene, der Trinkwasserversorgung und des Gewässerschutzes führten zwangsläufig zu neuen Erkenntnissen mit entsprechender Umsetzung in die Praxis. Aus heutiger Sicht standen bei Neuentwicklungen fast ausschließlich ökologische Verbesserungen im Vordergrund. Neuerdings werden dagegen ökonomische Zielvorstellungen stärker betont. Ausgeprägter als in anderen Technikbereichen ergeben sich für neue Entwicklungen bei der Abwasserableitung aufgrund der über viele Jahrzehnte gewachsenen und noch über weitere Jahrzehnte in Betrieb bleibenden Ableitungssysteme und -anlagen gewisse Randbedingungen und Grenzen. Veränderungen und Verbesserungen sind in der Ableitungspraxis deshalb niemals flächendeckend, sondern allenfalls partiell umsetzbar.

Neue Entwicklungen ergaben sich in jüngster Zeit auf verschiedenen Feldern der Abwasserableitung. Zu unterscheiden wären

- konzeptionelle,
- abwassertechnische,
- bautechnische und
- betriebstechnische

Entwicklungen. Dabei ist zu betonen, daß dabei vielfach ein Anknüpfen an frühere Überlegungen bzw. an praktische Maßnahmen aus der Vergangenheit erfolgte.

Über einige der Entwicklungen oder Entwicklungstendenzen in der letzten Zeit wird nachstehend berichtet.

2 Konzeptionelle Entwicklungen

Die Grundkonzeption der Abwasserableitung beruht weltweit auf der Schwemmkanalisation. Konkurrierend stehen sich dabei bekanntlich das Misch- und Trennsystem gegenüber. Hintergrund für die Konzeption ist die konsequente zentrale Abwasserableitung aus ganzen Städten oder Stadtteilen. In Abkehr von der Freispiegelentwässerung entwickelten sich als Sonderformen der Trennkanalisation die Druck- und Vakuumentwässerung. Diese bieten sich vornehmlich für eine Kanalisation bei ungünstigen topographischen Verhältnissen und in ländlichen Gebieten an. Gegenüber einer konventionellen Konzeption können damit in günstigen Fällen erhebliche Jahreskosten eingespart werden.

Die sehr teuren Maßnahmen zur hydraulischen Sanierung von Mischwasser bzw. Regenwasserkanälen infolge vergrößerter oberflächenabflußwirksamer Flächen und der noch anstehende weitere Ausbau von Anlagen zur Mischwasserbehandlung begünstigten die Entwicklung von Modifikationen der konventionellen Misch- und Trennsysteme. Dabei erfolgt eine zentrale Ableitung der behandlungsbedürftigen Niederschlagswässer und eine dezentrale Entsorgung in Form von Speicherung, Nutzung oder Versickerung der nicht behandlungsbedürftigen Niederschlagswässer. Für die konventionellen Kanalnetze bedeutet die Abkopplung von Niederschlagswasseranteilen natürlich eine entsprechende Entlastung, die auch bemessungstechnisch relevant ist. Tabelle 2 enthält eine Zusammenstellung der genannten konventionellen und neueren Konzepte zur Abwasserableitung.

Tabelle 2: Konzepte zur Abwasserableitung

konventionelle Konzepte	zentrale Abwasserableitung	Mischsystem, Trennsystem
	dezentrale Abwasserableitung	Regenwasserversickerung/ Kleinkläranlagen
neuere Konzepte	zentrale Schmutzwasserableitung und dezentrale Regenwasserableitung	Druckentwässerung, Vakuumentwässerung
	zentrale Schmutzwasserableitung und zentrale/dezentrale Regenwasserableitung	modifiziertes Mischsystem, modifiziertes Trennsystem

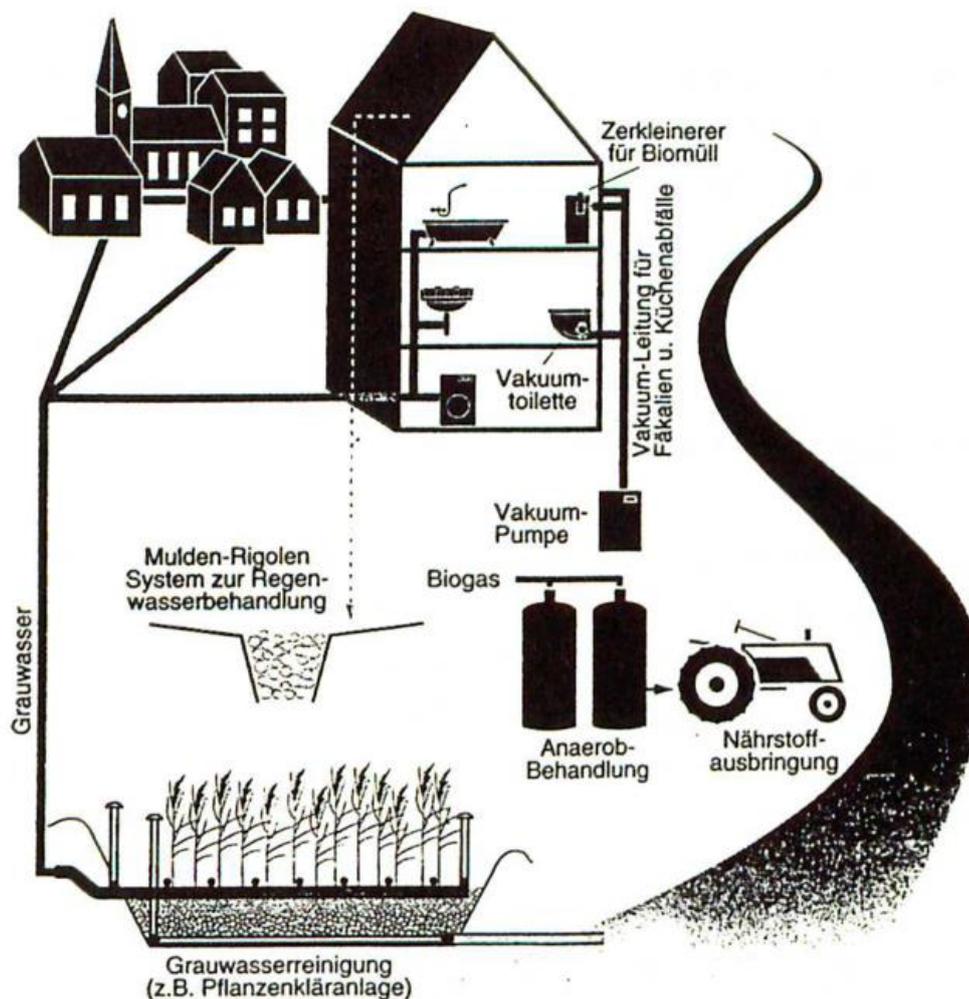


Bild 1: Prinzipskizze eines alternativen Sanitätskonzeptes aus /3/

Im Rahmen der jüngsten Diskussionen über Kostensenkungen bei der öffentlichen Abwasserentsorgung sind dezentrale Lösungen mehr in den Vordergrund gerückt. Die bisherige Auffassung, daß diese nur so lange hinzunehmen sind, bis eine zentrale Ableitung des Abwassers erfolgen kann, wird mehr und mehr verlassen. In zwei Bundesländern sind dezentrale Abwasseranlagen bereits gesetzlich als endgültige und nicht wie zuvor als Übergangslösungen anerkannt. Der Anschlußzwang an zentrale Ableitungssysteme ist damit gleichzeitig entfallen.

Eine in den vergangenen Jahren entwickelte, ökologisch begründete dezentrale Entsorgungslösung wird als alternatives Sanitärkonzept bezeichnet und zur Zeit in mehreren Pilotgebieten umgesetzt. Bild 1 gibt einen Einblick in dieses Konzept. Das Niederschlagswasser wird dabei versickert. In den Gebäuden erfolgt eine Trennung der fäkalen Anteile vom übrigen Schmutzwasser. Während erstere allein oder gemeinsam mit Bioabfällen vergoren werden, bietet sich für das relativ nährstoffarme übrige Schmutzwasser eine naturnahe Kleinkläranlage mit anschließender Versickerung an.

Alle neueren Ableitungskonzepte können nur gewisse Anwendungsschwerpunkte haben, weil im Einzelfall die vorhandenen Abwasseranlagen ganz entscheidenden Einfluß auf die jeweils beste konzeptionelle Lösung nehmen können.

3 Abwassertechnische Entwicklungen

Die meisten abwassertechnischen Entwicklungen bei der Abwasserableitung betreffen das Mischsystem, d.h. die Ableitung von Schmutz- und Regenwässern in einem gemeinsamen Kanalsystem. Dabei geht es im wesentlichen um Verbesserungen des Ableitungssystems bei Mischwasserabflußereignissen. Zu nennen wären dabei:

- leistungsmäßige Verbesserungen von Speicher- und Behandlungsanlagen,
- mechanische Einrichtungen an Regentlastungen und
- weitergehende Ausnutzung von Kanalvolumen.

Zur Speicherung von Mischwasser werden in Deutschland verstärkt Stauraumkanäle eingesetzt. Exemplarisch für Entwicklungen im Bereich der Mischwasserbehandlung soll deshalb über einen hoffnungsvollen Ansatz bei Stauraumkanälen berichtet werden. Wenn die Entlastungsstelle dieser Speicher unten, d.h. im Bereich des gedrosselten Abflusses liegt, wird neben der Speicherwirkung noch ein Absetzeffekt ähnlich dem eines Durchlaufbeckens geboten. In umfangreichen Untersuchungen /4, 5/ wurden die Leistungsfähigkeit und die Optimierungsmöglichkeiten für derartige Stauraumkanäle ermittelt. Die Konzentrationsprofile am Ende eines Stauraumkanals gem. Bild 2 lassen erkennen, daß der Drosselabfluß nahe der Sohle des Kanalrohres wesentlich höhere Konzentrationen aufweist als der im Bereich des Scheitels abgenommene Entlastungsabfluß. Eine deutliche Verringerung der Feststoffkonzentration des Entlastungsabflusses ist durch eine strömunglenkende Maßnahme vor der Entlastungsstelle möglich.

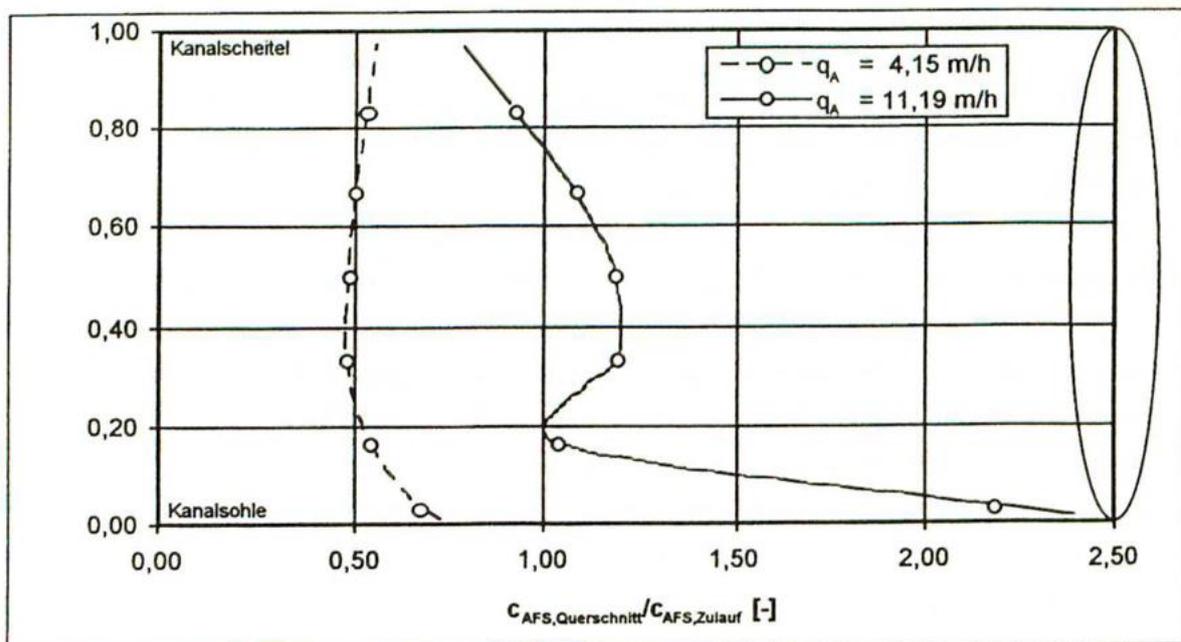


Bild 2: Konzentrationsprofile der abfiltrierbaren Stoffe am Ende eines Stauraumkanals mit unten liegender Entlastung bei unterschiedlichen Belastungen gem /4/

Dazu bietet sich der Einbau von Lamellenprofilen oberhalb des bei Trockenwetter zu erwartenden Wasserspiegels an. Bild 3 zeigt Vorschläge für derartige Einbauten. Vergleichende Untersuchungen ergaben deutliche

Leistungsverbesserungen des Stauraumkanals nach Lamelleneinbau. Bei der Bemessung von Stauraumkanälen bietet sich eine entsprechende Reduzierung des bisher für erforderlich gehaltenen Stauraumvolumens an.



Bild 3: Vorschläge für die Anordnung von Lamellenprofilen zur Leistungsverbesserung von Stauraumkanälen

In jüngster Zeit werden wieder Untersuchungen zur Verbesserung der Mischwasserbehandlung mit Hilfe der Fällung/Flockung durchgeführt. Entsprechende Arbeiten vor einigen Jahren /6/ zeigten die grundsätzliche Eignung der chemisch-physikalischen Verfahrenstechnik in Verbindung mit Durchlaufbecken. Aufgrund der außerordentlich großen qualitativen und quantitativen Schwankungen des Mischwasserzuflusses dieser Becken sind die dadurch erreichbaren zusätzlichen Eliminationswirkungen doch sehr begrenzt. Aus wirtschaftlichen Gründen verbietet sich gewöhnlich eine für diese Verfahrenstechnik sinnvolle Erhöhung der Beckendurchflußzeit. Eine chemisch-physikalische Behandlung erscheint deshalb nur dann in Frage zu kommen, wenn eine deutliche Reduzierung der Phosphatfrachten in den Entlastungsabflüssen unumgänglich ist.

Der Einsatz von Bodenfiltern in Verbindung mit Regenüberlaufbecken bietet sich unter günstigen Randbedingungen zur weitergehenden Mischwasserbehandlung an /7/. Wegen des großen Flächenbedarfs können dabei aber nur kleine Entlastungsabflüsse behandelt werden.

In den vergangenen Jahren wurden verschiedene mechanische Einrichtungen an Regenentlastungen entwickelt. Nachdem schon vor Jahrzehnten große Siebanlagen vor Entlastungsstellen zum Einsatz kamen, sich aber aus betriebstechnischen Gründen nicht dauerhaft bewährten, bieten sich heute vor allem moderne

- Rechen, Siebe oder Filtertücher und
- hydrodynamische Abscheider

an. Diese Einrichtungen sind grundsätzlich immer dann sinnvoll, wenn Gewässer und Flußauen vor unästhetischen Grobstoffen aus den Entlastungsabflüssen zu schützen sind. Einige von ihnen lassen sich auch nachträglich noch in eine Entlastungs- oder Mischwasserbehandlungsanlage einbauen. Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit dieser Einrichtungen können die nachstehenden geschätzten Rückhalteraten dienen.

	CSB-Rückhalt	AFS-Rückhalt
Rechen	10 %	10 - 20 %
Siebe	10 - 20 %	20 %
Filtertücher	10 - 20 %	30 %
hydrodynamische Abscheider	30 - 70 %	40 - 80 %

Von besonderem Interesse erscheinen aufgrund ihrer hohen Leistungen die hydrodynamischen Abscheider. Eine Zusammenstellung der Gestaltungsmerkmale verschiedener solcher Abscheider wurde in Tabelle 3 vorgenommen.

Tabelle 3: Gestaltungsmerkmale und Betriebsbedingungen hydrodynamischer Abscheider

Bauweise, Typ	<i>VortexConcentrator</i>	<i>SwirlConcentrator</i>	<i>StormKing</i>	<i>FluidSep</i>	<i>Regenüberlaufzyklon</i>
h/D	0,25	0,1 - 0,5 (0,25)	0,5	0,3 - 1,0	0,75 (0,38)
D/d	6,0	4,5 - 12,0	6,0	3,0 - 5,5	4,0
Zulauf	Am Kammerboden, unter Druck, mit Deflektor	Am Kammerboden, unter Druck, mit Deflektor	Auf halber Höhe der Kammer, unter Druck	Im Kammerbodenbereich, unter Druck	Im Kammerbodenbereich, unter Druck
Ablauf zur Kläranlage	Sammelrinne um Fallrohr angeordnet, geht über in horizontales Rohr	Sammelrinne um Fallrohr angeordnet und vertikales Rohr	Sammelrinne auf halbem Radius des Bodens, geht über in Schlitz und horizontales Rohr	Zentral über Ablaufkonus, weiter in horizontales Rohr	Sammelrinne weiter in horizontales Rohr
Überlauf zum Vorfluter	Kreisförmiges Wehr und Fallrohr	Kreisförmiges Wehr, horizontale Platte und Fallrohr	Ringschlitz im Deckel und Rampe	Ringschlitz im Deckel und Rampe	Kreisförmiges Wehr mit Lamellen-feinsieb
Schwimmstoffrückhalt	Kreisförmige Tauchwand	Kreisförmige Tauchwand, Schwimmstofffalle	Kreisförmige Tauchwand	Kreisförmige Tauchwand	Lamellen-feinsieb, 45°-60°geneigt
Oberflächenbeschickung	190 m/h	137,0 m/h - 177,0 m/h	23,0 m/h - 466,8 m/h	243,0 m/h - 337,6 m/h	keine Messungen
mittlere Verweilzeit [s]	20	43 - 53	30 - 230	21 - 39	keine Messungen
Abflußverhältnis [%]	6	4,5 - 50	5 - 55	1,3 - 3,7	2,33
spezielle Einbauten			Kegel im Zentrum	Leitblech	Kegel im Zentrum

Das bei Mischsystemen zur Speicherung bzw. Behandlung der Mischwasserabflüsse erforderliche Volumen wird gewöhnlich durch den Bau von Becken oder Stauraumkanälen geschaffen. In vielen bestehenden Kanalnetzen kann aber auch nichtgenutztes Kanalvolumen aktiviert werden. Das aktivierbare Volumen ist abhängig

- von Kanalgefälle
- von der Kanalgröße
- von einer oberhalb liegenden Entlastungsstelle und
- von der zulässigen Rückstauenebene.

Zwei technische Lösungen wurden bisher näher untersucht, der Drehbogen /9/ und das Kaskadenwehr /10/. Der Drehbogen ist ein aus 3 Rohrkrümmern zusammengesetztes drehbares Rohrstück gem. Bild 4 zu verstehen. Ein Drehen des Rohrstückes löst einen Rückstau im Oberwasser aus, der durch ein Zurückdrehen beliebig weit aufhebbar ist. Im Falle der Anlage in Dresden-Leuben lassen sich damit trotz des ungünstigen größeren Kanalgefälles 720 m^3 Kanalraum aktivieren /9/. Das aufgestaute Abwasservolumen ist dabei im Sinne einer Schwallspülung zur Reinigung im Unterwasserbereich verwendbar.

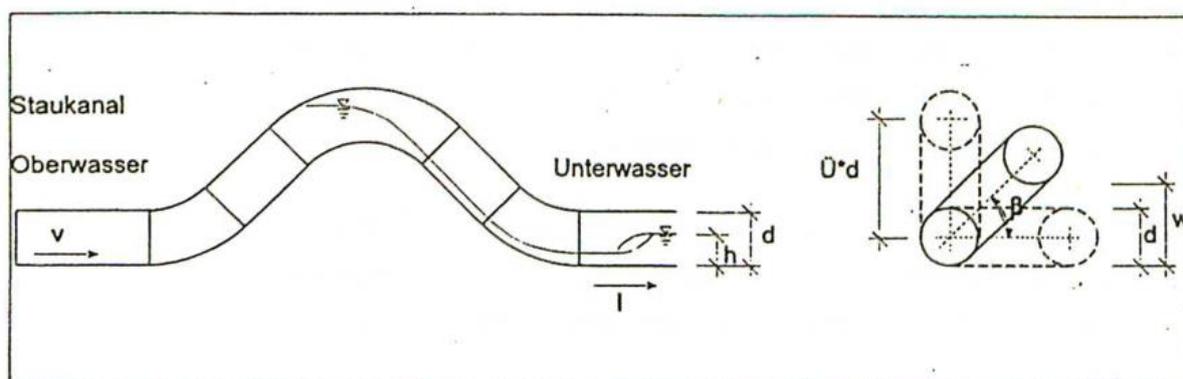


Bild 4: Funktionsprinzip des Drehbogens aus /9/

Die Kaskadenlösung sieht den Einsatz von höhenverstellbaren und steuerbaren Stauwehren vor, die bis zur Kanalsohle abgesenkt werden können, Bild 5 zeigt das Prinzip eines Kaskadenwehrbauwerks.

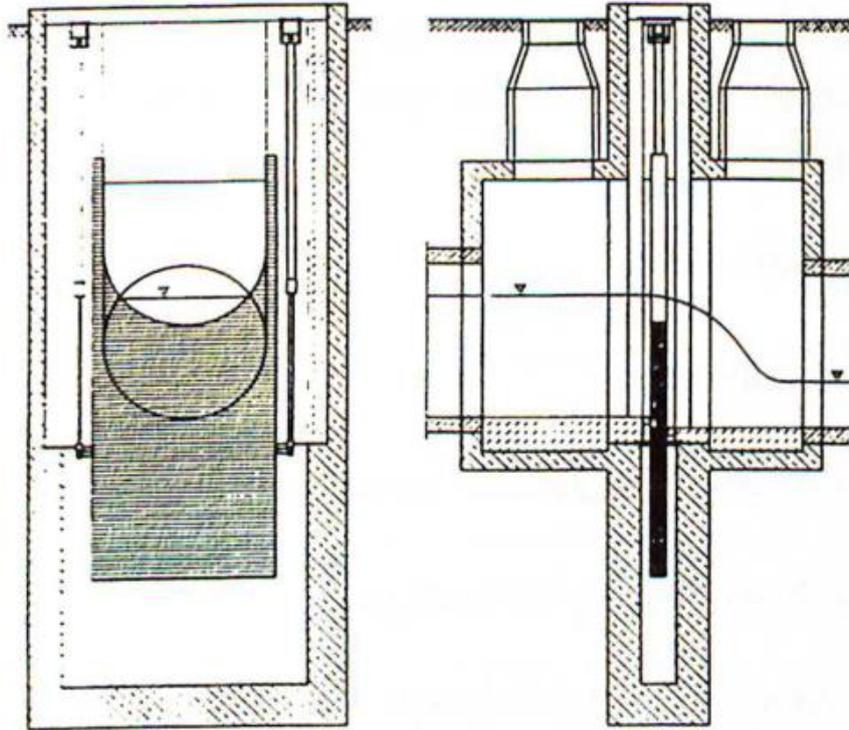


Bild 5: Prinzipskizze eines Kaskadenbauwerkes nach /10/

Durch das Hintereinanderschalten mehrerer solcher Wehre entsteht eine Staukaskade mit der Möglichkeit, Stauvolumen über lange Kanalstrecken zu aktivieren. Die Höhensteuerung der Wehre erfolgt über Wasserstandsmessungen im Kanal im Bereich der jeweiligen Stauwurzel. Unter günstigen Randbedingungen erscheint es dabei möglich, auf separate Speichervolumina in Form von Regenüberlaufbecken zu verzichten. Wie beim Drehbogen kann das gestaute Abwasservolumen auch zu Trockenwetterzeiten zur gezielten Spülung im Unterwasserbereich eingesetzt werden.

Zur Zeit wird noch an anderen Entwicklungen mit ähnlichen Effekten gearbeitet, so daß künftig im Rahmen von Kanalbewirtschaftungsmaßnahmen und zur automatisierten Kanalreinigung verschiedene technische Entwicklungen verfügbar sein werden.

4 Bautechnische Entwicklungen

In den vergangenen Jahren wurde mehr und mehr deutlich, daß die Nutzungsdauer bestehender Anlagen zur Abwasserableitung, eine besondere Aufmerksamkeit verlangt. Aufgrund einer repräsentativen ATV-Umfrage bei 1182 Städten und Gemeinden im Jahr 1994 mit Angaben über Aufwendungen für die Erneuerung und Sanierung von Abwasserkanälen in den Jahren 1988 bis 1992 wurde die in Bild 6 aufgetragene Abschätzung der betriebsüblichen Nutzungsdauer von Abwasserkanälen vorgenommen. Abzulesen ist daraus, daß bei einer längstens üblichen Abschreibungsdauer von 100 Jahren für mehr als 75 % der Kanäle keine entsprechenden Erneuerungsmaßnahmen ergriffen wurden. Wenn man der Ermittlung in Bild 6 eine entsprechende Aussagekraft beimißt, wurde in den Jahren so wenig für die Bestandserhaltung der erfaßten Abwasserkanäle aufgewendet, daß sich für etwa die Hälfte dieser Kanäle eine Nutzungsdauer von mehr als 500 Jahren ergibt. Daraus wäre für die Zukunft die Notwendigkeit einer wesentlichen Verstärkung der Aufwendungen im Bereich der Kanalsanierung bzw. der Bestandserhaltung abzuleiten. Die unter Punkt 1 genannte entsprechende Prognose trägt diesem Umstand Rechnung.

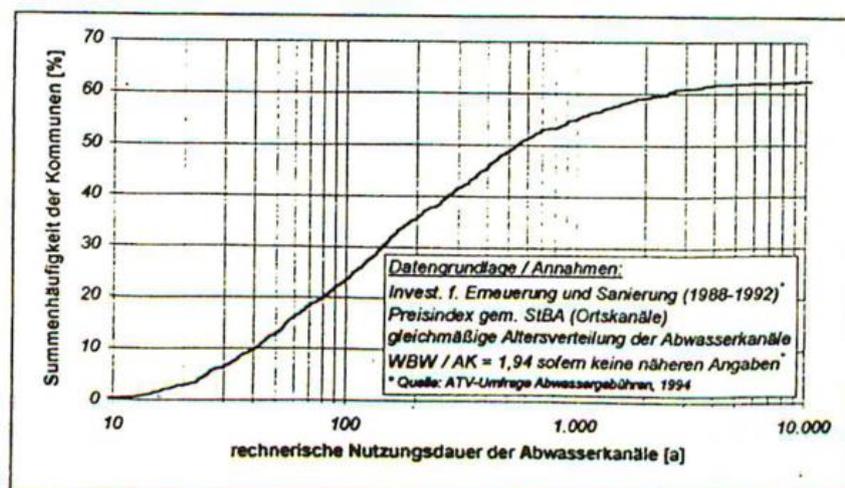


Bild 6: Betriebsübliche Nutzungsdauer von Abwasserkanälen aus /11/

Da der überwiegende Teil der Abwasserkanäle und alle privaten Abwasserleitungen nicht begehbare Querschnitte aufweisen, wurden bestandserhaltende Maßnahmen auf derartige Verhältnisse zu konzentrieren sein. In den vergangenen Jahren wurde eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung entwickelt. Die **Tabellen 4 und 5**

enthalten eine Aufzählung der am Markt vertretenen Verfahren zur Instandhaltung und Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen.

Tabelle 4: Verfahren zur Instandsetzung von Abwasserkanälen nach /12/

<p>Instandsetzungsverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> Roboterfahren partielle Inliner-Verfahren Kunstharz-Injektionsverfahren <p>Injektionspacker-Gel-Verfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> Penetryen/Posatryn - Verfahren Seal-/-Tryn-Verfahren Rausch- - Tryn-Verfahren Cherne - Verfahren

Tabelle 5: Verfahren zur Sanierung von Abwasserkanälen nach /12/

Beschichtungsverfahren

- Auspreßverfahren
- Anschleuderverfahren

Reliningverfahren

- Rohrstrangverfahren
- Kurzrohrrelining
- Close-Fit-Verfahren
- Wickelrohrverfahren
- Troliningverfahren

Schlauchreliningverfahren

- Insituform - Techniken
- Phoenix-Verfahren
- KM-Inliner-II-Verfahren
- Inpipe-Verfahren
- Züblin-Verfahren

Die Erneuerung von Abwasserkanälen wird derzeit in Deutschland noch zu ca. 85 % in konventioneller d.h. offener Bauweise durchgeführt /13/. In Berlin beträgt der Anteil der davon abweichend in grabenloser bzw. geschlossener Bauweise erneuten Kanäle allerdings schon über 40 %. Als Verfahren zur geschlossenen Bauweise kommen

- das Berstlining
- das Pipe-Eating und
- der Mini-Stollen

in Frage. Es wurde verschiedene Ansätze für eine Bewertungsmethodik entwickelt, um bei Anwendungsfällen außer den reinen Investitionskostenvergleichen zwischen der konventionellen Bauweise und grabenlosen Bauverfahren auch andere Kriterien wie Auswirkungen des Baus auf

- andere bauliche Anlagen
- das Grundwasser
- die Inanspruchnahme von Transportwegen und Deponiekosten für Bodenaushub bzw. Straßenaufbruch sowie
- die Straßenverkehrsabläufe

berücksichtigen zu können /13/. So besteht die Möglichkeit neben rein ökonomischen Aspekten auch ökologische, rechtliche und sicherheitstechnischen Bedingungen zu bewerten.

Beim Neubau bzw. der Erneuerung von Abwasserkanälen und -leitungen geht es zunehmend um ein instandhaltungsgerechtes Bauen. Dabei verdienen die folgenden Punkte eine besondere Aufmerksamkeit /14/:

1. Die unter Gebäuden bisher verlegten Leitungen einer Grundstücksentwässerungsanlage(Grundleitungen) sollten durch im Kellergeschoß verlegte Sammelleitungen ersetzt werden.
2. Im Sinne einer Systementflechtung sollte im Bereich nichtbegehrbarer Abwasserkanäle das Abwasser aus Grundstücksentwässerungsanlagen nur noch in Schächten eingeleitet werden.

3. Nach Möglichkeit sollen alle Abwasserkanäle begehbar ausgeführt werden, wobei betriebliche Nachteile in Form von Ablagerungen durch die Wahl hydraulisch günstiger Kanalquerschnittsformen und durch feststoffabscheidende Straßenabläufe reduziert werden können.
4. Bei nicht begehbaren Abwasserkanälen sind zur Gewährleistung einer langfristigen Dichtheit bzw. zur Reduzierung des Instandhaltungsaufwandes redundante Systeme zu bevorzugen.
5. In innerstädtischen Bereichen mit räumlich beengten Verhältnissen und verschiedenen Ver- und Entsorgungsleitungssystemen sollte bei Erneuerungs- oder Neuverlegungsmaßnahmen im Sinne einer instandhaltungsgerechten Lösung auch die Anordnung eines Infrastrukturkanals, auch Leitungsgang genannt, mit überlegt werden.

Die Diskussionen um mögliche Reduzierungen von Abwassergebühren haben in jüngster Zeit den Blick auf kostengünstige und einfache Methoden der Verlegung von Abwasserkanälen und -leitungen gerichtet /15,16,17/. In dem Zusammenhang stehen vor allem die folgenden Aspekte im Vordergrund:

- Verringerung der Verlegetiefe
- Rohrbettung mit Hilfe des Aushubmaterials
- Vergrößerung der Kanalschachtabstände und
- mechanisierte Rohrverlegung.

Als Beispiel für viele interessante Entwicklungen auf diesem Gebiet ist in Bild 7 eine Grabenfräse mit Einrichtungen zur vollmechanischen Rohrverlegung dargestellt. Unter entsprechenden Randbedingungen (keine innerstädtische Verlegung, lange Trassen) kann eine damit vorgenommene Rohrverlegung wirtschaftlich vorteilhaft sein.

5 Betriebstechnische Entwicklungen

Der Betrieb von Anlagen zur Abwasserableitung stand in der Vergangenheit häufig im Schatten der Planung und des Baus dieser Anlagen. In den vergangenen Jahren haben sich aber mit dem Bestreben nach einem sachgerechten, effektiven und wirtschaftlichen Betrieb verschiedene neue Entwicklungen ergeben. Diese betreffen sowohl die konventionellen Aufgaben der Instandhaltung der Anlagen als auch neu auf die Abwasserableitung zugekommene Funktionen wie Kanalnetzsteuerung oder -bewirtschaftung.

Im Bereich der Kanalreinigung hat sich mit der Entwicklung der Hochdruckspülung eine technische Vervollkommnung ergeben. Gleiches gilt für die Inspektion durch das Kanalfernsehen, unterirdische Erkundungsmethoden und Dichtheitsuntersuchungsverfahren. Das besondere Augenmerk des Betriebes der Abwasserableitung richtet sich zunehmend auf Strategien zur optimierten Anwendung dieser neuen Entwicklungen. Im Vorfeld von Maßnahmen der Bestandserhaltung hat der Betrieb der Anlagen eine Zustandserfassung der Anlagen zu liefern, wobei neben seinen bautechnischen Aspekten sinnvollerweise auch die jeweilige Abwasserbeschaffenheit und die Gefährdung von Grundwasserressourcen zu berücksichtigen sind.

Tabelle 6: Instandhaltungsstrategien für Anlagen der Abwasserableitung

Feuerwehrstrategie <ul style="list-style-type: none">• keine regelmäßige Inspektion und Wartung• Störbeseitigung mit Hilfe von Noteinsatzgruppen
Präventivstrategie <ul style="list-style-type: none">• Wartung und Instandhaltung in festen, vorgegebenen Intervallen (nicht bedarfsorientiert)
Inspektionsstrategie <ul style="list-style-type: none">• regelmäßige Inspektion• Wartung und Instandhaltung aufgrund ausgewerteter Befunde (bedarfsorientiert)

Bei der Instandhaltung von Abwasserableitungssystemen sind zunehmend gesetzliche und verordnungsrechtliche Anforderungen im Rahmen der Eigenüberwachung zu erfüllen. Es stehen sich dabei unterschiedliche strategische Ansätze gegenüber /17, 19/. In **Tabelle 6** sind diese Strategien mit

ihren Merkmalen aufgeführt. Aufgrund effektiver und wirtschaftlicher Ergebnisse ergab sich in jüngster Zeit ein deutlicher Trend zur Anwendung inspektionsstrategischer Ansätze.

Die herkömmlichen Entwässerungssysteme werden "statisch" betrieben. Mit dem Ausbau von Speicheranlagen in Mischsystemen und der Aktivierung von Kanalvolumen bieten sich auch "dynamische" Betriebsweisen an /20,21/. Diese zielgerichteten Eingriffe in die Abfluß- und Speichervorgänge werden als Abflußsteuerung bezeichnet. Dabei werden mit Hilfe von fernübertragenen Meßergebnissen (z. B. Wasserstand, Abfluß) während des Abflußvorgangs Steuerungselemente (z. B. Wehre, Pumpen, Schieber) so betrieben, daß die Ziele einer zugrundeliegenden Steuerstrategie (minimale Gewässerbelastung, optimale Auslastung der Kläranlage, Verbindung von Überflutungen) erreicht werden. Dazu ist gewöhnlich eine Verbundsteuerung unter Einbindung der nachgeschalteten Kläranlage notwendig.

6 Zusammenfassung

Der Abwasserableitung sind in den vergangenen 25 Jahren neben der früher angestrebten Sammlung und des schnellen Transports des Abwassers Aufgaben der Speicherung und der Abflußsteuerung zugewachsen. Aspekte der leistungsmäßigen, wirtschaftlichen und technischen Optimierung der Anlagen zur Abwasserableitung führten zu vielen interessanten und zukunftsweisenden Entwicklungen. Diese betreffen konzeptionelle abwassertechnische, bautechnische und betriebstechnische Belange. Eine Voraussetzung bei den zahlreichen Entwicklungen war die enge Zusammenarbeit verschiedenener fachlicher Disziplinen im Bereich der Wissenschaft und der Praxis. Zu nennen sind dabei vor allem Fachleute der Hydrologie, Abwassertechnik, Bautechnik, Maschinentechnik, Werkstofftechnik und Betriebswirtschaft.

Trotz aller in den vergangenen Jahren erfolgten Anstrengungen und Aufwendungen im Bereich der Ableitung wird hier auch in Zukunft ein großes Aufgabenfeld mit hohen Kosten zu bearbeiten sein. Die Anwendung neuer Entwicklungen kann dabei einen Beitrag im Sinne eines verbesserten Gewässerschutzes und größerer Wirtschaftlichkeit leisten.

7 Literatur

- /1/ Dohmann, M.; Ewringmann, D.: Die Entwicklung der Marktnachfrage nach Abwasserentsorgungsleistungen in Deutschland
unveröffentlichte Studie für den BDE (1997)
- /2/ Dohmann, M.: Abschätzung des zukünftigen Marktes bei der Neuverlegung und Instandhaltung von Abwasserkanälen und -leitungen
Vortrag beim 10. Lindauer Seminar „Praktische Kanalisationstechnik“ am 7.3.1997
- /3/ Lange, J./
Otterpohl, R.: Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft
Mall-Beton-Verlag (1997)
- /4/ Dohmann, M.; Pecher, K.H.: Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit von Stauraumkanälen mit unten liegender Entlastung
Schlußbericht zum Forschungsvorhaben des MURL NW, Aachen 1995
(unveröffentlicht)
- /5/ Pecher, K.H.: Optimierung des Stoffrückhaltes in Stauraumkanälen
Dissertation an der RWTH Aachen 1997 (unveröffentlicht)
- /6/ Dohmann, M.; Schweer, F.; Weyand, M.: Dezentrale Mischwasserbehandlung - Fällung / Flockung / Filtration
Schlußbericht eines BMFT-Forschungsvorhabens, Aachen 1994 (unveröffentlicht)
- /7/ Brunner, P.G.: Bodenfiltersystem für die weitergehende Mischwasserbehandlung
Schriftenreihe Wasser-Abwasser-Abfall Bd. 7, Kassel (1991)
- /8/ Dohmann, M.; Pecher, K.H.; Geurts, S.: Möglichkeiten und Wirkung der Rückhaltung von Feststoffen durch mechanische Einrichtungen an Regenentlastungen
Studie für ATV-Forschungsfonds, Aachen 1996 (unveröffentlicht)
- /9/ Lützner, K./
Barth, M.: Drehbogen Pilotprojekt Dresden-Leuben
Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Dresden 1996 (unveröffentlicht)
- /10/ Weikopf, M. Das Mischsystem mit seinen bisherigen Unzulänglichkeiten und Trendwende zur MSR-Kaskaden- und Entlastungstechnik
Korresp. Abwasser, 7/95 42. Jg., S. 1155 - 1166
- /11/ Pecher, K.H. Betriebsübliche Nutzungsdauer von Abwasseranlagen
Vortrag auf ATV-Bundestagung in Leipzig,
ATV-Schriftenreihe, Hennef, Okt. 1996, S. 201-217

- /12/ Gerdes, K. et al: Grabenlose Verfahren zur Schadensbehebung in nicht begehbaren Abwasserleitungen
GSTT-Informationen Nr. 1, 2. Aufl., Dez. 1996
- /13/ Bielecki, R./ Schreyer, J.: Leitfaden zur Auswahl von Bauverfahren erdverlegter Leitungen unter umweltrelevanten und ökonomischen Gesichtspunkten
Dokumentation Grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen in Deutschland
Bertelsmann GmbH, Gütersloh 1997, S. 143-146
- /14/ Stein, D./ Niederehe, W.: Instandhaltung von Kanalisationen
2. Aufl., Verlag Ernst & Sohn, Berlin (1992)
- /15/ Treunert, E.: Ansätze zur Kostenreduzierung bei der Planung von Abwasseranlagen
GWA Band 147, Aachen (1994), S. 10/1-10/18
- /16/ Dohmann, M. Kostensenkungspotentiale bei der Planung und der Bauausführung von Kanalisationen
Vortrag Halberger Hütte 1.2. 1996
- /17/ Selle, O.: Bau und Betrieb von Abwasserkanälen
Vortrag auf ATV-Bundestagung in Leipzig,
ATV-Schriftenreihe, Hennef, Okt. 1996, S. 21-31
- /18/ Haußmann,R.: Optimierung des Betriebes von Entwässerungsnetzen
GWA Band 148, Aachen (1995)
- /19/ Hemer, U.: Leistungs- und kostenmäßige Auswirkung von Betriebsstrategien
Vortrag auf Tagung Entwicklungen in der Kanalisationstechnik am 6.11. 1996 in Düsseldorf
- /20/ Weyand, M.: Kanalnetzbewirtschaftung - ein Mittel zur Optimierung der Abwasserentsorgung
GWA-Band 132, Aachen (1992)
- /21/ Schilling, W.: Abflußsteuerung im Kanalnetz zur Entlastung der Kläranlage?
Schriftenreihe ISWW Karlsruhe, Band 78 (1996), S. 129-139

Univ. Prof. Dr.-Ing. Dohmann

Institut für Siedlungswasserwirtschaft
Rhein.-Westf. Techn. Hochschule Aachen

Mies-van-der-Rohe-Strasse 1
D-52056 Aachen

Fax: (++49) (0)241 / 88 88-285