



Kurzbericht zum Forschungsvorhaben

Leitfaden

zur

Planung und Anwendung von Schwallspül- einrichtungen in Mischwasserkanalisationen

im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen



Kurzbericht zum Forschungsvorhaben

Leitfaden

zur

Planung und Anwendung von Schwallspül- einrichtungen in Mischwasserkanalisationen

im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Joachim Dettmar

Aachen, im Juni 2003



Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Dohmann
(Institutsdirektor)

1 Veranlassung

Seit einigen Jahren kommt die Schwallspülung bei der Reinigung von Abwasserbauwerken wieder verstärkt zur Anwendung. In Mischwasserkanalisationen - insbesondere in Regenüberlaufbecken - werden schon seit über zehn Jahren neuere Schwallspüleinrichtungen erfolgreich eingesetzt, wodurch umfangreiche betriebliche Erfahrungen gewonnen werden konnten. Auch in Stauraumkanälen und Anfangshaltungen werden neu entwickelte Schwallspüleinrichtungen in jüngster Zeit betrieben. Eine praxisorientierte Zusammenstellung über die unterschiedlichen Betriebs- und Funktionsweisen, die Einsatzrandbedingungen sowie die Investitions- und Betriebskosten der verschiedenen Einrichtungen gab es bis heute nicht.

2 Aufgabenstellung und Ziele

Aufgabe des Vorhabens war es, Kenntnisse und Erfahrungen über Schwallspüleinrichtungen in Mischwasserkanälen und Mischwasserbehandlungsanlagen zusammenzutragen und zu analysieren. Das ausgewertete Datenmaterial wurde in einem praxisorientierten Leitfaden gebündelt und bietet Planern und Betreibern eine umfassende Arbeitshilfe.

3 Vorgehensweise

Im Rahmen einer gezielten Umfrage bei Herstellern, Betreibern und Planern wurden umfangreiche Kenntnisse und Erfahrungen über Schwallspüleinrichtungen in Mischwasserkanalisationen zusammengetragen und hinsichtlich verschiedener Parameter analysiert. Im Einzelnen wurden 14 Hersteller und 15 kommunale Betreiber aus ganz Deutschland sowie 11 Wasser- und Abwasserverbände und 6 Planungsbüros aus Nordrhein-Westfalen kontaktiert. Des Weiteren wurden Informationen aus der klassischen und neueren Fachliteratur sowie aus Produktkatalogen der Hersteller gesammelt und ausgewertet. Informationen zu Reinigungseinrichtungen aus dem Regenbeckenkataster (REBEKA) des Landes Nordrhein-Westfalen sowie relevante Angaben des Statistischen Bundesamtes wurden in die Betrachtungen mit einbezogen.

4 Ergebnisse des Vorhabens

4.1 Stand der Schwallspülung

Eine Abschätzung derzeit in Betrieb befindlicher Schwallspüleinrichtungen macht deutlich, dass in Nordrhein-Westfalen mehr als 200 Mischwasserbehandlungsanlagen (MWBA), das sind etwa 7 %, mit automatischen Schwallspüleinrichtungen gereinigt werden. In Deutschland werden zur Zeit in rund 1.900 MWBA Schwallspüleinrichtungen betrieben. Das sind fast 8 % aller Regenüberlaufbecken und Stauraumkanäle (SK). In begehbaren und nicht begehbaren Mischwasserkanälen (ohne SK) werden automatische Schwallspüleinrichtungen selten eingesetzt.

4.2 Gegenüberstellung und Bewertung

Im Rahmen einer Gegenüberstellung und Bewertung einzelner Firmenprodukte wurden die vornehmlichen Einsatzbereiche sowie technische, betriebliche und wirtschaftliche Merkmale dargestellt. Die Vielzahl unterschiedlicher Schwallspüleinrichtungen wurde in vier Kategorien unterteilt:

- Spüleinrichtung mit Spülbehälter,
- Kammerspüleinrichtung,
- Schachtspüleinrichtung und
- Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtung.

Bei der Klassifizierung standen konstruktive und funktionstechnische Kriterien im Vordergrund. Die genaue Beschreibung aller Einrichtungen ist der Langfassung des Schlussberichtes zu entnehmen.

4.2.1 Einsatzbereiche von Schwallspüleinrichtungen

Alle untersuchten Schwallspüleinrichtungen werden möglichen Einsatzbereichen zugeordnet. In die Zuordnung fließen konstruktive, funktionstechnische, betriebliche und wirtschaftliche Kriterien ein. Dabei erfolgt eine Klassifizierung in drei Kategorien:

- geeignet (●): effiziente Reinigung ist langfristig gewährleistet,
- bedingt geeignet (◦): örtliche Gegebenheiten oder wirtschaftliche Gründe beeinträchtigen einen langfristig effizienten Reinigungsbetrieb und

- nicht geeignet (-): ein langfristig effizienter Reinigungsbetrieb kann nicht gewährleistet werden oder die Konstruktion der Einrichtung erlaubt keine Installation.

Aufgrund der konstruktiven und funktionstechnischen Unterschiede bei den Einrichtungen wird eine Unterteilung der zu reinigenden Abwasserbauwerke in Regenbecken und Mischwasserkanäle vorgenommen. Tabelle 4.1 liefert eine differenzierte Eignungszuordnung der einzelnen Schwallspüleinrichtungen zu möglichen Einsatzbereichen. Die Regenbecken werden getrennt nach Rund- und Rechteckbecken betrachtet. Für beide Beckenformen erfolgt eine weitere Unterteilung in große und kleine Becken. Die Grenze zwischen kleinen und großen Rechteckbecken wird in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten (z. B. Abmessungen) bei einem Beckenvolumen von 500 bis 1000 m³ angenommen. Bei Rundbecken liegt die Trennung zwischen kleinen und großen Becken bei einem Speichervolumen von 1000 bis 5000 m³. Die Mischwasserkanäle werden in begehbare (> DN 800) und nicht begehbare Kanäle (≤ DN 800) unterteilt. Begehbare Mischwasserkanäle sind nochmals nach ihrer Anordnung im Haupt- und Nebenschluss aufgeteilt. Hiermit soll eine Trennung zwischen den Kanälen erreicht werden, die ständig von Abwasser durchflossen und denen, die ausschließlich bei Niederschlagsabflussereignissen mit Abwasser gefüllt werden. Die den nicht begehbaren bzw. den begehbaren im Nebenschluss angeordneten Mischwasserkanälen zugeteilten Schwallspüleinrichtungen können auch für den Einsatz in Schmutzwasser- bzw. Regenwasserkanälen geeignet sein. Es ist ersichtlich, dass sich zur Reinigung von Regenbecken Spüleinrichtungen mit Spülbehältern und Kammerspüleinrichtungen eignen. Aus technischer und wirtschaftlicher Sicht sind Spülkippen und Kammerspüleinrichtungen als gleichwertig einzustufen. Spültöpfe sind vornehmlich auf eine Reinigung von Rundbecken ausgelegt. Über Spültrommeln liegen keine näheren Informationen vor. Einsatzkriterien, die für einen dieser Anlagentypen vorteilhaft und für einen anderen nachteilig sein können, sind z. B. Beckenart, Beckenabmessungen, Befüllungsmöglichkeiten, Zuflussverhältnisse, Anordnung des Klärüberlaufes oder ästhetische Gründe. Spülkippen benötigen eine Mindestfallhöhe von 2 - 2,5 m und erreichen aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Spülwassermenge Spülstrecken bis maximal 80 m. Vorteilhaft gegenüber den Kammerspüleinrichtungen ist der kleinere Spülsumpf und die größere Spülstreckenbreite. Dadurch kann gegebenenfalls auf eine Errichtung von Leit-

wänden verzichtet werden. Kammerspüleinrichtungen erreichen in Regenbecken Spülstrecken bis 160 m und in Abwasserkanälen bis 250 m.

Tabelle 4.1: Einsatzbereiche von Schwallspüleinrichtungen

			Regenbecken				Mischwasserkanäle		
			kleine Rechteckbecken	große Rechteckbecken	kleine Rundbecken	große Rundbecken	nicht begehbare Kanäle	begehbare Kanäle im Hauptschluss	begehbare Kanäle im Nebenschluss
	Produktname	Hersteller							
Spülbehälter	FluidFlush	UFT GmbH	●	●	-	●	-	○	○
	HST-AWS	HST GmbH	●	●	-	●	-	○	○
	Spülkippe	Niehues GmbH	●	●	-	●	-	○	○
	Spülkippe	Vollmar GmbH	●	●	-	●	-	○	○
	SST System Kraus	BGU GmbH	●	●	-	-	-	-	○
	HydroSelf RBS	Steinhardt GmbH	●	-	●	●	-	-	-
Kammerspüleinrichtung	Typ MF	Biogest AG	●	●	●	●	-	○	●
	Typ OF	Biogest AG	●	○	●	○	-	○	○
	Klappenlose SSP	Vollmar GmbH	●	●	●	●	-	○	●
	Schwallspülung	Niehues GmbH	●	●	●	●	-	○	●
	Typ KS	Biogest AG	●	●	-	●	-	○	●
	Typ KS-OF	Biogest AG	●	○	-	○	-	○	○
	Schlitzklappe	Liwatech PG	●	●	-	●	-	○	●
	HydroSelf KS	Steinhardt GmbH	●	●	-	●	-	○	●
	HydroSelf KS (OF)	Steinhardt GmbH	●	○	-	○	-	○	○
	Hydro-Schwall	Vollmar GmbH	●	●	-	●	-	○	●
SAS	HydroFlush KSP	Steinhardt GmbH	-	-	-	-	●	-	-
	Fabekun-Spülschacht	Funke GmbH	-	-	-	-	●	-	-
Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtung	Berliner Klappe	PBB PG	-	-	-	-	○	●	-
	Stau- und Spülklappe	Rotaria PG	-	-	-	-	-	●	-
	Pulsator	Liwatech PG	-	-	-	-	○	●	-
	Universal	Liwatech PG	-	-	-	-	-	●	-
	SD-Schieber	ASA GmbH	-	-	-	-	●	○	-
	Spülwehr	ASA GmbH	-	-	-	-	-	●	-
	Spül- und Regelschieber	Rotaria PG	-	-	-	-	●	○	-
	Spülschieber	Passavant GmbH	-	-	-	-	●	●	-
	HydroFlush GSP	Steinhardt GmbH	-	-	-	-	○	●	-
	HydroGuard	Steinhardt GmbH	-	-	-	-	-	●	-
	Spülschütz	Passavant GmbH	-	-	-	-	●	●	-

● = geeignet; ○ = bedingt geeignet; - = nicht geeignet; SD = Schwall-Drossel; SST = Schwallspültrommel; KS = Kammer-Klappen-Anlage; OF / MF = ohne / mit Fremdenergie; AWS = automatisch wirkende Spülkippe; GSP = Giehlspüler; KSP = Kanalspüler; RBS = Rundbeckenspülung; SSP = Schwallspülung; SAS = Schachtspüleinrichtung

Eine Anwendung von Spülkippen in Kanälen ist nur in Ausnahmefällen empfehlenswert, da häufig die Voraussetzungen (Fallhöhe, Spülwassermenge, Bauwerksbreite, Sohlprofilierung, Befüllung) für einen effizienten Spülbetrieb nicht gegeben bzw. zu aufwendig für eine Erstellung sind (UFT, 2002). Des Weiteren verursachen die im Sohlbereich zu installierenden Umlenkbleche zusätzliche Reinigungsarbeiten. Kammerespüleinrichtungen können auch in begehbaren Abwasserkanälen, die im Nebenschluss angeordnet sind und aus reinigungstechnischer Sicht den Rechteckbecken entsprechen, eingesetzt werden. Bei einer Anwendung in Kanälen, die im Hauptschluss liegen, muss aufgrund von Wasserpolstern mit einer verminderten Reinigungsleistung gerechnet werden. Fremdenergiefrei arbeitende Kammerespüleinrichtungen sind aus funktionstechnischen Gründen für größere Abwasserbauwerke nur bedingt geeignet.

Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtungen (KAS) wie Klappen, Schieber, Schütze und Wehre eignen sich ausschließlich für eine Anwendung in Abwasserkanälen. Dort erreichen sie aufgrund ihrer enormen Spülwasservolumina von manchmal mehreren 100 m³ Spülstrecken von einigen 100 m. Unter günstigen Voraussetzungen, wie z. B. geradliniger Trassenverlauf und keine nennenswerten Wasserpolster, können Spülstrecken von über 1.000 m erzielt werden. Je nach Bauart sind sie für nicht begehbare und/oder begehbare Kanäle geeignet. Voraussetzung für die Anwendung einiger KAS in nicht begehbaren Abwasserkanälen ist ein ausreichend großer Trockenwetterabfluss. Für einen Einsatz in Abwasserkanälen die im Nebenschluss angeordnet sind kommen KAS üblicherweise nicht in Frage, ausgenommen, wenn Bewirtschaftungsziele im Vordergrund stehen. Wirtschaftliche Aspekte schränken den Einsatzbereich einiger Einrichtungen auf begehbare Abwasserkanäle ein.

Schachtspüleinrichtungen eignen sich aus konstruktiven Gründen und wegen ihrer kleinen Spülwassermengen ausschließlich für die Reinigung von nicht begehbaren Abwasserkanälen.

Die Reinigungsleistung von in Regenbecken installierten Spülkippen und Kammerespüleinrichtungen wird von allen befragten Betreibern als gut bis sehr gut bezeichnet. Die Bewertung der Reinigungsleistung von in Mischwasserkanälen installierten Spüleinrichtungen durch befragte Betreiber beruhen vornehmlich auf Annahmen, da, abgesehen von wenigen gezielten Untersuchungen (z. B. DOHMANN & DETTMAR, 2002; KRAUTH et al., 2001), keine Ablagerungsmessungen oder Sichtkontrollen entlang der

Spülstrecken durchgeführt worden sind. Die Untersuchungsergebnisse weisen allerdings gute Reinigungsleistungen für im Nebenschluss von Mischwasserkanälen installierten Vakuum-Kammer-Einrichtungen sowie für verschiedene Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtungen im Hauptschluss aus.

Der Planungsaufwand für Spülkippen, Kammer- und Schachtspüleinrichtungen wird von den befragten Ingenieurbüros als gering eingestuft. Es ist anzunehmen, dass dies auch für Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtungen gilt.

4.2.2 Technische und betriebliche Aspekte

Im Folgenden werden verschiedene technische und betriebliche Merkmale von Schwallspüleinrichtungen aufgeführt und näher erläutert:

- Betrieb mit und ohne Fremdenergie,
- Art der Steuerung,
- Nachrüstung in bestehenden Abwasserbauwerken,
- Art des Spülmediums,
- bewegliche Bauteile und
- Verschmutzungsgefahr.

Fremdenergiefrei arbeitende Spüleinrichtungen sind aus betrieblicher und funktionstechnischer Sicht mit mehreren Vor- und Nachteilen verbunden. Vorteilhaft ist die von der Energieversorgung unabhängige Standortwahl. Des Weiteren sind die geringen Anschaffungskosten sowie die fehlenden Aufwendungen für die Energieversorgung positiv zu bewerten. Nachteilig ist, dass die Anwendung fremdenergiefrei arbeitender Einrichtungen aus funktionstechnischen Gründen eingeschränkt sein kann, wie beispielsweise das Fehlen einer Vakuumpumpe zur Aufrechterhaltung der Stauhöhe in Vakuum-Kammer-Anlagen. Des Weiteren ist eine Fernüberwachung fremdenergiefreier Einrichtungen und die damit mögliche Vereinfachung von Kontrollmaßnahmen nicht gegeben.

Alle in Tabelle 4.2 aufgeführten Schwallspüleinrichtungen sind selbsttätig arbeitende Aggregate. Diejenigen, die mit einer entsprechenden steuerungstechnischen Ausrüstung versehen sind, können im Verbund oder zentral von einer Leitwarte aus betrieben werden. Die Datenfernübertragung erlaubt den Transfer von Zustandsinfor-

mationen zur Leitstelle, wodurch Vorortinspektionen verringert und Störfälle frühzeitig erkannt werden können.

Tabelle 4.2: Technische und betriebliche Kenngrößen von Schwallspüleinrichtungen

	Produktname	Hersteller	fremdenergiefreier Betrieb	Steuerung	einfache Nachrüstung	SpülmEDIUM	bewegliche Teile im Abwasser	Verschmutzungsgefahr
Spülbehälter	FluidFlush	UFT GmbH	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A/B/T	Nein	keine
	HST-AWS	HST GmbH	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A/B/T	Nein	keine
	Spülkippe	Niehues GmbH	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A/B/T	Nein	keine
	Spülkippe	Vollmar GmbH	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A/B/T	Nein	keine
	SST System Kraus	BGU GmbH	Ja	S	Ja/Nein ^{*)}	A	Ja	mittel
	HydroSelf RBS	Steinhardt GmbH	Ja	S	Ja/Nein ^{*)}	A	Ja	mittel
Kammerspüleinrichtung	Typ MF	Biogest AG	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A/B/T	Nein	keine
	Typ OF	Biogest AG	Ja	S	Ja/Nein ^{*)}	A	Nein	keine
	Klappenlose SSP	Vollmar GmbH	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A/B/T	Nein	keine
	Schwallspülung	Niehues GmbH	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A	Nein	keine
	Typ KS	Biogest AG	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A/B/T	Ja	mittel
	Typ KS-OF	Biogest AG	Ja	S	Ja/Nein ^{*)}	A	Ja	mittel
	Schlitzklappe	Liwatech PG	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A/B/T	Ja	mittel
	HydroSelf KS	Steinhardt GmbH	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A/B/T	Ja	mittel
	HydroSelf KS (OF)	Steinhardt GmbH	Ja	S	Ja/Nein ^{*)}	A	Ja	mittel
Hydro-Schwall	Vollmar GmbH	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A/B/T	Ja	mittel	
SAS	HydroFlush KSP	Steinhardt GmbH	Ja	S	Ja	R/B/T	Nein	mittel
	Fabekun-Spülschacht	Funke GmbH	Ja	S	Nein	R/B/T	Ja	gering
Kanallvolumen aktivierende Spüleinrichtung	Berliner Klappe	PBB PG	Ja	S	Ja	A	Ja	hoch
	Stau- und Spülklappe	Rotaria PG	Nein	S/LG M	Nein	A	Ja	mittel
	Pulsator	Liwatech PG	Nein	S/LG M	Ja	A	Ja	hoch
	Universal	Liwatech PG	Nein	S/LG M	Ja	A	Ja	hoch
	SD-Schieber	ASA GmbH	Nein	S/LG M	Nein	A	Ja	mittel
	Spülwehr	ASA GmbH	Nein	S/LG M	Nein	A	Ja	gering
	Spül- und Regelschieber	Rotaria PG	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A	Ja	mittel
	Spülschieber	Passavant GmbH	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A	Ja	mittel
	HydroFlush GSP	Steinhardt GmbH	Ja	S	Ja/Nein ^{**)}	A	Ja	hoch
	HydroGuard	Steinhardt GmbH	Nein	S/LG M	Nein	A	Ja	mittel
	Spülschütz	Passavant GmbH	Nein	S/LG M	Ja/Nein ^{*)}	A	Ja	mittel

*) nur in offenen Becken; **) nur in ausreichend großen Schachtbauwerken
SD = Schwall-Drossel; SST = Schwallspültrommel; KS = Kammer-Klappen-Anlage; OF / MF = ohne / mit Fremdenergie;
AWS = automatisch wirkende Spülkippe; GSP = Giehlspüler; KSP = Kanalspüler; RBS = Rundbeckenspülung;
SSP = Schwallspülung; S = selbsttätig; S/LG = selbsttätig / lokal oder global; M = manuell; SAS = Schachtspüleinrichtung;
A = Abwasser; B = Brauch-, Oberflächen- bzw. Grundwasser; T = Trinkwasser; R = Regenwasser

In Tabelle 4.2 sind technische und betriebliche Kenngrößen der verschiedenen Spüleinrichtungen gegenübergestellt. Unter einer einfachen Nachrüstung ist die zuvor nicht geplante Installation von Schwallspüleinrichtungen in vorhandene Abwasserbauwerke ohne wesentliche bauliche Veränderungen zu verstehen. Sie ist für Spüleinrichtungen mit Spülbehälter und Kammerspüleinrichtungen bei offenen Regenbecken möglich. Bei geschlossenen Regenbecken greift die einfache Nachrüstung nur in Ausnahmefällen, wenn die vorhandenen Zugangsmöglichkeiten eine nachträgliche Installation erlauben. In bestehenden Abwasserkanälen lassen sich lediglich vier Spüleinrichtungen einfach nachrüsten, nämlich die Berliner Klappe (Physiker Büro Berlin PG), der Pulsator und die Klappe Universal (Liwatech PG) sowie der HydroFlush Kanalspüler (Steinhardt GmbH). Erfordert die Installation oder der spätere Betrieb ein besonderes Bauwerk, kann man nicht mehr von einer einfachen Nachrüstbarkeit ausgehen.

Der Betrieb von Schwallspüleinrichtungen mit Abwasser bedingt insbesondere bei beweglichen Bauteilen, die mit Abwasser in Kontakt kommen, einen erhöhten Inspektions- und Reinigungsaufwand. Die Beschaffenheit des Abwassers spielt eine wesentliche Rolle.

Art, Umfang und Häufigkeit durchzuführender Unterhaltsmaßnahmen spielen neben den Energiekosten eine entscheidende Rolle für die Höhe entstehender Betriebskosten.

Eine Verschmutzungsgefahr ist dann gegeben, wenn Bauteile von Spüleinrichtungen von Schmutzmaterialien wie Faserstoffen, Hygieneartikeln oder Fetten belegt werden und dadurch ihre Funktionsfähigkeit (z. B. Dichtigkeit) beeinträchtigt wird. Bei Spülkippen und Vakuum-Kammer-Anlagen (VKA) ist diese Gefahr in der Regel nicht gegeben. Obgleich für Spülkippen bei einem Betrieb mit Abwasser ein erhöhter Reinigungsbedarf entstehen kann. Eine Verschmutzung von VKA ist ausgeschlossen, da keine beweglichen Bauteile mit Abwasser in Berührung kommen. Bei Kammerklappen-Anlagen und Kanalvolumen aktivierenden Spüleinrichtungen ist konstruktionsbedingt mit einer Verschmutzung einzelner Komponenten zu rechnen. Bei Schachtspüleinrichtungen ist die Gefahr der Verschmutzung gering bis mittelmäßig hoch einzustufen.

In Tabelle 4.3 sind die von den Herstellern empfohlenen Intervalle für Unterhaltsmaßnahmen und die von Betreibern angegebenen Inspektionsintervalle (i. d. R.

Sichtkontrollen) aufgeführt. Die von den Herstellern angegebenen Intervalle beziehen sich vornehmlich auf Funktionskontrollen, Wartungs- und Reinigungsarbeiten.

Tabelle 4.3: Intervalle für Unterhaltsmaßnahmen von Schwallspüleinrichtungen

	Produktname	Hersteller	Intervalle für Unterhaltsmaßnahmen (Herstellerangaben)	Inspektionsintervalle (Betreiberangaben)
Spülbehälter	FluidFlush	UFT GmbH	halbjährlich	jährlich
	HST-AWS	HST GmbH	halbjährlich	wöchentlich
	Spülkippe	Niehues GmbH	halbjährlich	k. A.
	Spülkippe	Vollmar GmbH	halbjährlich	monatlich
	SST System Kraus	BGU GmbH	k. A.	k. A.
	HydroSelf RBS	Steinhardt GmbH	jährlich	k. A.
Kammerspüleinrichtung	Typ MF	Biogest AG	vierteljährlich	wöchentlich
	Typ OF	Biogest AG	vierteljährlich	k. A.
	Klappenlose SSP	Vollmar GmbH	vierteljährlich	k. A.
	Schwallspülung	Niehues GmbH	jährlich	k. A.
	Typ KS	Biogest AG	vierteljährlich	wöchentlich
	Typ KS-OF	Biogest AG	vierteljährlich	k. A.
	Schlitzklappe	Liwatech PG	monatlich	k. A.
	HydroSelf KS	Steinhardt GmbH	jährlich	zweiwöchentlich
	HydroSelf KS (OF)	Steinhardt GmbH	jährlich	jährlich
	Hydro-Schwall	Vollmar GmbH	vierteljährlich	k. A.
SAS	HydroFlush KSP	Steinhardt GmbH	jährlich	jährlich
	Fabekun-Spülschacht	Funke GmbH	jährlich	monatlich
Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtung	Berliner Klappe	PBB PG	wöchentlich	zweiwöchentlich
	Stau- und Spülklappe	Rotaria PG	jährlich	wöchentlich
	Pulsator	Liwatech PG	monatlich	wöchentlich
	Universal	Liwatech PG	monatlich	wöchentlich
	SD-Schieber	ASA GmbH	nur bei Störung	k. A.
	Spülwehr	ASA GmbH	nur bei Störung	zweimonatlich
	Spül- und Regelschieber	Rotaria PG	jährlich	wöchentlich
	Spülschieber	Passavant GmbH	vierteljährlich	k. A.
	HydroFlush GSP	Steinhardt GmbH	vierteljährlich	k. A.
	HydroGuard	Steinhardt GmbH	jährlich	k. A.
	Spülschutz	Passavant GmbH	vierteljährlich	k. A.

k. A. = keine Angabe; SD = Schwall-Drossel; SST = Schwallspültrommel; KS = Kammer-Klappen-Anlage; OF / MF = ohne / mit Fremdenergie; AWS = automatisch wirkende Spülkippe; GSP = Giehlspüler; KSP = Kanalspüler; RBS = Rundbeckenspülung; SSP = Schwallspülung; SAS = Schachtspüleinrichtung

Die örtlichen Gegebenheiten sowie Konstruktion, Funktions- und Betriebsweise der Schwallspüleinrichtungen haben großen Einfluss auf die erforderlichen Unterhaltsmaßnahmen.

4.2.3 Wirtschaftliche Aspekte

Anschaffung und Betrieb von Schwallspüleinrichtungen sind mit Investitions- und Betriebskosten verbunden. Die Investitionen beinhalten neben den reinen Produktkosten, monetäre Aufwendungen für besondere Bauwerke (z. B. Kammern), bauliche Veränderungen sowie Kosten für die Installation der Einrichtungen. Die Betriebskosten setzen sich aus den Kosten für den Betrieb (Energiekosten) und den Unterhalt der Einrichtungen zusammen. Die für den Betrieb erforderlichen Energiekosten umfassen den Stromverbrauch von Antriebsaggregaten, Pumpen, Mess- und Steuerungseinrichtungen sowie von Schaltschrankheizungen. Energiekosten fallen nur bei mit Fremdenergie betriebenen Einrichtungen an. Sie sind abhängig von der Anzahl der durchgeführten Spülvorgänge und der elektrischen Anschlussleistung verwendeter Aggregate. Die Energiekosten der mit Fremdenergie betriebenen Reinigungseinrichtungen sind nach Angaben von Betreibern gering. Die Kosten für eine Schaltschrankbeheizung machen häufig den größten Anteil aus. Die Energiekosten bleiben im Folgenden daher unbeachtet.

Da die Produktkosten einer Schwallspüleinrichtung sehr stark von den örtlichen Gegebenheiten, wie z. B. Einsatzort, Reinigungsaufgabe oder Betriebsweise, abhängig sind, werden die betrachteten Einrichtungen fünf Kostengruppen zugeordnet. Folgende Kostengruppen wurden gebildet:

- Kostengruppe 1: < 7.500 €,
- Kostengruppe 2: 7.500 - 25.000 €,
- Kostengruppe 3: 25.000 - 50.000 €,
- Kostengruppe 4: 50.000 - 100.000 € und
- Kostengruppe 5: > 100.000 €.

Um das breite Kostenspektrum abdecken zu können, sind keine linearen Gruppeneinteilungen gewählt worden, sondern mit steigenden Produktkosten zunehmende Intervalle. Die Produktkosten beruhen auf Angaben der Hersteller. Die Kosten für besondere Bauwerke, Sohlausrundungen, Spülsümpfe oder notwendige bauliche Änderungen sind aufgrund der Vielfalt örtlicher Gegebenheiten nicht berücksichtigt worden. In Tabelle 5.4 sind Produktkosten nach Kostengruppen, qualitative Unterhaltsaufwendungen, Primärfunktionen und Nutzungsdauern der Spüleinrichtungen zusammengestellt.

Tabelle 4.4: Produktkosten, Primärfunktion und Nutzungsdauern von Schwallspüleinrichtungen

	Produktname	Hersteller	Kostengruppe	Unterhaltsaufwand	Primärfunktion		Nutzungsdauer [a]
					Kanalnetzbe-wirtschaftung	Reinigung	
Spülbehälter	FluidFlush	UFT GmbH	2	gering		•	20
	HST-AWS	HST GmbH	2	gering		•	20
	Spülkippe	Niehues GmbH	2	gering		•	k. A.
	Spülkippe	Vollmar GmbH	2	gering		•	20
	SST System Kraus	BGU GmbH	2	mittel		•	k. A.
	HydroSelf RBS	Steinhardt GmbH	2 - 3	mittel		•	20
Kammerspüleinrichtung	Typ MF	Biogest AG	2	gering		•	20
	Typ OF	Biogest AG	2	gering		•	20
	Klappenlose SSP	Vollmar GmbH	2	gering		•	20
	Schwallspülung	Niehues GmbH	4 ^{*)}	gering		•	k. A.
	Typ KS	Biogest AG	2	mittel		•	20
	Typ KS-OF	Biogest AG	2	mittel		•	20
	Schlitzklappe	Liwatech PG	2	mittel		•	k. A.
	HydroSelf KS	Steinhardt GmbH	2	mittel		•	20
	HydroSelf KS (OF)	Steinhardt GmbH	2	mittel		•	20
	Hydro-Schwall	Vollmar GmbH	2	mittel		•	20
	SAS	HydroFlush KSP	Steinhardt GmbH	1	mittel		•
Fabekun-Spülschacht		Funke GmbH	1	gering		•	20
Kanalvolumen aktivierende Spüleinrichtung	Berliner Klappe	PBB PG	1 - 2	hoch		•	5 - 10
	Stau- und Spülklappe	Rotaria PG	4	mittel	•		25
	Pulsator	Liwatech PG	3	hoch	•	•	k. A.
	Universal	Liwatech PG	3	hoch	•	•	k. A.
	SD-Schieber	ASA GmbH	4	mittel	•	•	25
	Spülwehr	ASA GmbH	5	gering	•		25
	Spül- und Regelschieber	Rotaria PG	3	mittel	•	•	25
	Spülschieber	Passavant GmbH	3 - 4	mittel	•	•	20/50
	HydroFlush GSP	Steinhardt GmbH	2	hoch		•	20
	HydroGuard	Steinhardt GmbH	4	mittel	•		k. A.
	Spülschütz	Passavant GmbH	3 - 4	mittel	•	•	20/50

Kostengruppen: 1 = bis 7.500 Euro, 2 = 7.500 bis 25.000 Euro, 3 = 25.000 bis 50.000 Euro, 4 = 50.000 bis 100.000 Euro, 5 = über 100.000 Euro

*) inklusive Speicherbauwerk; k. A. = keine Angabe; SD = Schwall-Drossel; SST = Schwallspültrommel; KS = Kammer-Klappen-Anlage; OF / MF = ohne / mit Fremdenergie; AWS = automatisch wirkende Spülkippe; GSP = Giehlspüler; KSP = Kanalspüler; RBS = Rundbeckenspülung; SSP = Schwallspülung; SAS = Schachtspüleinrichtung

Die Aufwendungen für den Unterhalt der Schwallspüleinrichtungen wurden anhand der in Tabelle 4.2 aufgeführten Kenngrößen „bewegliche Teile im Abwasser“ und „Verschmutzungsgefahr“ sowie den in Tabelle 4.3 genannten Intervallen von Unter-

haltsmaßnahmen qualitativ abgeschätzt. Die Bewertung des Unterhaltsaufwandes durch die Bezeichnungen „gering“, „mittel“ und „hoch“ erlaubt nur einen relativen Vergleich der Einrichtungen.

Die meisten Nutzungsdauern liegen zwischen 20 und 25 Jahren. Bei diesen Angaben handelt es sich vornehmlich um subjektive Einschätzungen der Hersteller. Sie können daher nur als grobe Richtwerte angesehen werden. Die Nutzungsdauern einzelner Komponenten der Spüleinrichtungen, wie z. B. die der Mess- und Steuerungstechnik oder Pumpen, können aufgrund der Unterhalts- und Betriebsweise von den angegebenen Zahlenwerten abweichen.

Die Produktkosten lassen erkennen, dass vor allem Einrichtungen, die primär der Kanalnetzbewirtschaftung dienen, in den Kostengruppen 4 und 5 zu finden sind. Diese Einrichtungen sind mit einer umfangreichen Mess- und Steuerungstechnik ausgerüstet, die einen hohen Bedienkomfort bietet. Die Aufwendungen für Inspektionen und Funktionskontrollen sind geringer als bei Einrichtungen ohne Datenfernübertragung. Trotzdem ist eine Installation dieser Einrichtungen zu reinen Spülzwecken in vielen Fällen unwirtschaftlich. Schwallspüleinrichtungen, bei denen die Primärfunktion sowohl in der Kanalnetzbewirtschaftung als auch in der Kanalreinigung liegen kann, sind den Kostengruppen 3 und 4 zugeordnet. Eine Aussage zur Wirtschaftlichkeit dieser Einrichtungen kann nur für den konkreten Anwendungsfall getroffen werden.

Schwallspüleinrichtungen mit Spülbehälter und Kammerspüleinrichtungen befinden sich in den Kostengruppen 2 und 3, wobei elektronisch steuerbare Einrichtungen i. d. R. teurer sind als fremdenergiefreie Aggregate. Wird also ein höherer Steuerungskomfort gewünscht, so ist mit höheren Produktkosten zu rechnen.

Kanalvolumen aktivierende Schwallspüleinrichtungen, die ausschließlich zur Reinigungszwecken eingesetzt werden, liegen in den Kostengruppen 1 und 2. Schachtspüleinrichtungen sind der Kostengruppe 1 zugeordnet.

4.3 Empfehlungen für die Einsatzplanung

Eine langfristig effiziente Anwendung der Schwallspülmethode bei der Reinigung von Abwasserbauwerken bedingt eine optimale Anpassung der Spüleinrichtungen und des Spülbetriebes an die örtlichen Gegebenheiten sowie eine Auswahl der Einrichtungen entsprechend ihrer spezifischen Konstruktionen und Funktionsweisen.

Die Auswahl von Schwallspüleinrichtungen für eine bestimmte Reinigungsaufgabe orientiert sich grundsätzlich an folgenden Kriterien:

- Art und Abmessungen des Bauwerkes,
- Standort des Bauwerkes im Kanalnetz,
- Höhenlage des Bauwerkes,
- Infrastruktur am Bauwerk sowie
- hydraulische und stoffliche Randbedingungen.

Allen Einrichtungen ist gemein, dass sie nur eine Reinigung der Bauwerkssohle bewirken. Die durch Teil- bzw. Volleinstau entstehenden Beläge im Scheitel- und Kämpferbereich trocknen üblicherweise aus, blättern ab und werden mit dem Trockenwetterabfluss oder nächsten Schwall weggespült. Hierdurch auftretende Geruchsbelästigungen sind vernachlässigbar (FAHRNER, 1999).

Bei der Standortwahl für Schwallspüleinrichtungen sollten mögliche Lärmemissionen, die funktionsbedingt sind oder auf die Schwallwelle zurückzuführen sind, beachtet werden. Bei funktionsbedingten Ursachen können auch geschlossene Abwasserbauwerke betroffen sein.

Die Schwallspülung in Regenbecken und Mischwasserkanälen wird von deutlich unterschiedlichen Randbedingungen beeinflusst. Bei Regenbecken erfolgt die Reinigung üblicherweise mit geringen Spülwassermengen und Spülhäufigkeiten. Daher ist darauf zu achten, dass die Spülung unmittelbar im Anschluss an die Bauwerksentleerung durchgeführt wird, wenn die Ablagerungen noch nicht verfestigt bzw. ausgetrocknet sind. Wesentliche Unterschiede der Kanal- zur Beckenreinigung bestehen in folgenden Punkten:

- Wasserpolster entlang der Spülstrecke,
- schmalere und längere Spülstrecken,
- geringere Sohlgefälle und
- ungünstigere Sedimenteigenschaften.

Daher werden bei der Kanalreinigung grundsätzlich höhere Spülwassermengen und/oder eine höhere Anzahl von Spülungen benötigt. Die Reinigung von Mischwasserkanälen, die im Nebenschluss angeordnet sind, entspricht in wesentlichen Punk-

ten, wie z. B. keine Wasserpolster oder Sedimenteigenschaften, der Beckenreinigung.

In Tabelle 4.5 werden Einsatzbereiche für die zuvor beschriebenen Schwallspüleinrichtungen empfohlen.

Tabelle 4.5: Empfohlene Einsatzbereiche für Schwallspüleinrichtungen

Regenbecken			
Rechteckbecken		Rundbecken	
klein	groß	klein	groß
Spültopf Spülkippe Spültrommel Vakuum-Kammer-Anlage Kammer-Klappen-Anlage	Spülkippe Spültrommel Vakuum-Kammer-Anlage Kammer-Klappen-Anlage	Spültopf Vakuum-Kammer-Anlage	Spültopf Spülkippe Vakuum-Kammer-Anlage Kammer-Klappen-Anlage
Mischwasserkanäle			
nicht begehbare Kanäle		begehbare Kanäle	
Spülklappe Spülschieber Schachtspüleinrichtung		Hauptschluss	Nebenschluss
		Spülklappe Spülschieber Spülschütz Spülwehr	Vakuum-Kammer-Anlage Kammer-Klappen-Anlage

Der Einsatz von Schwallspüleinrichtungen in Stauraumkanälen erfordert neben einer Anpassung der Reinigungsaggregate und des Spülbetriebes an die örtlichen Gegebenheiten besondere bauliche Maßnahmen. Stauraumkanäle (SK) unterscheiden sich von begehbaren Mischwasserkanälen dadurch, dass sie am SK-Ablauf mit einem Drosselbauwerk ausgerüstet sind. Der Übergang von Speicherkammer und Drosselbauwerk ist üblicherweise mit einer plötzlichen Querschnittsreduzierung verbunden. Dadurch besteht die Gefahr, dass die durch eine Schwallspülung remobilisierten Ablagerungen im Übergangsbereich erneut sedimentieren. Des Weiteren können durch Wellenreflektion schon abtransportierte Sedimente in die Speicherkammer rückverfrachtet werden. Folge dieser Prozesse ist eine Akkumulation von Feststoffen in hydraulischen Totzonen des Übergangsbereiches. Im ungünstigsten Fall kann eine Verstopfung der Drosselstrecke eintreten. Die Anordnung von Aufangkammern, Spülsümpfen oder Sedimentfallen (Geschiebeschächte) kann hier von Vorteil sein. Zusätzliche Reinigungsmaßnahmen werden dann erforderlich.

DOHMANN & DETTMAR (2002) nennen Lösungsmöglichkeiten, die als Einzelmaßnahme oder in Kombination zum Einsatz kommen können:

- höhere Anzahl von kleinen Spülwellen mit kleinen Spülvolumina bzw. Stauhöhen,
- hydraulisch günstige Gestaltung des Überganges von Drosselbauwerk und Speicherkammer,
- Erhöhung des Drosselabflusses,
- regelmäßige Entnahme der Ablagerungen (z. B. mittels Saugräumung) und
- Installation einer zusätzlichen Reinigungs- oder Entnahmeeinrichtung für Ablagerungen vor dem Drosselbauwerk (insbesondere bei installierten Spülsümpfen).

Es hat sich gezeigt, dass mit der Anordnung von Spülsümpfen am Ende des Stauraumkanals, ähnlich wie bei Regenbecken, zusätzliche Reinigungsmaßnahmen zur Entleerung dieser Auffangeinrichtung erforderlich werden können. Demzufolge ist, wenn die örtlichen Gegebenheiten es zulassen, auf eine Installation von Spülsümpfen in Stauraumkanälen zu verzichten. Kann auf die Installation von Spülsümpfen nicht verzichtet werden, so ist sicher zu stellen, dass die Auffangeinrichtungen ausreichend groß dimensioniert werden und beim Spülvorgang die komplette Kapazität zur Verfügung stellen, damit eine Wellenreflektion und ein Rücktransport von Feststoffen ausbleibt.

Grundsätzlich sollten Schwallspüleinrichtungen regelmäßig inspiziert werden. In vielen Fällen reicht eine Inaugenscheinnahme der Einrichtung aus, um die Situation zu bewerten. Die Inspektionsabstände können nach Bedarf vergrößert oder verkleinert werden. Generell sollten Einrichtungen mit beweglichen Bauteilen im Abwasser häufiger kontrolliert werden als Einrichtungen ohne bewegliche Komponenten. Das gilt insbesondere für Einrichtungen, die im Störfall einen völligen Verschluss des Abflussquerschnitts bewirken können.

Literatur

- Achten & Jansen (2002): Persönliche Mitteilungen, Ingenieurbüro Achten & Jansen GmbH, Aachen
- ASA Technik (2001): Produktkatalog der ASA Technik GmbH, Krefeld
- Beck (2002): Persönliche Mitteilungen, Ingenieurbüro Reinhard Beck, Wuppertal
- BGU (2002): Produktkatalog der BGU - Umweltschutzanlagen GmbH, Bretzfeld
- Biogest (2002): Produktkatalog der Biogest AG, Taunusstein
- Brombach, H. (1982): Zwei Experimente zum Stofftransport im Mischwasserkanal, Korrespondenz Abwasser, Heft 5, Seite 284-291
- Brombach, H. (2000): Maschinelle und elektrische Ausrüstung von Regenbecken, ATV-Fortbildungskurs für Wassergütwirtschaft und Abwassertechnik in Kassel, 16. März 2000
- Brombach, H. (2002): Abwasserkanalisation und Regenbecken im Spiegel der Statistik, Korrespondenz Abwasser, Heft 4, Seite 444-452
- Dohmann, M.; Dettmar, J. (2002): Untersuchungen zur optimierten Kanalreinigung im Hinblick auf eine Minimierung biogener Schwefelsäurekorrosion und eine Verhinderung von Schmutzfrachtstößen bei der Abwasserbehandlung und Mischwasserentlastung, Schlussbericht, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, unveröffentlicht
- Dohmann, M.; Stölting, B. (2002): Mischwasserbehandlung in NRW - Abschätzung der von Regenentlastungsanlagen ausgehenden Gewässerbelastungen, Schlussbericht, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, unveröffentlicht
- EPA (1972): A flushing system for combined sewer cleaning, Central Engineering Laboratories, FMC Corporation, Santa Clara, California, USA, Office of Research and Monitoring, Environmental Protection Agency
- Fahrner H. (1999): Reinigungseinrichtungen in Regenbecken, Sonderdruck aus Wasser Abwasser Praxis, Heft Nr. 2/99, Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Wiesbaden

- Floecksmühle (1997): Förderung der Entwicklung von Schlauchverschlüssen zur Regelung und Stauhaltung in Abwasserkanälen, Schlussbericht, Deutsche Bundesstiftung Umwelt AZ: 06309, Aachen, unveröffentlicht
- Frandsen, E. (1881): Reinhaltung der Stadtluft durch Schwemmsystem mit Überdruck und durch Reformen bei Verschluss, Spülung und Ventilation des Canal-Systems, Zweite Auflage, Buchhandlung Lehmann & Wentzel, Wien
- Frühling, A. (1903): Die Entwässerung der Städte, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Dritter Teil, Der Wasserbau, Vierter Band, Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig
- Funke (2000): Produktkatalog der Funke Kunststoffröhren Sendenhorst GmbH, Sendenhorst
- Genzmer, E. (1924): Die Entwässerung der Städte, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Dritter Teil, Der Wasserbau, Vierter Band, 5. Auflage, Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig
- Giehl, U. (2002): Persönliche Mitteilungen und Unterlagen, Hachenburg
- Gondro, C. (2001): Das Kunststoffrohr mit Trinkwasser- und Kanalsektor sowie in der Gasversorgung, Kapitel 17, Kontakt + Studium, Band 23, Expert Verlag, Renningen
- HST (2002): Produktkatalog der Hydro-Systemtechnik GmbH, Meschede
- Kammerer, R. (2002): Persönliche Mitteilungen, Frankfurt
- Kotzbauer, U. (2002): Persönliche Mitteilungen und Unterlagen, Rerik
- Krauth, K.; Vetter, O.; Stotz, G. (2001): Ablagerungsarme Mischwasserkanalisationen, Schlussbericht, Ministerium für Umwelt und Verkehr (UMV) des Landes Baden-Württemberg, Stuttgart
- Kupczik, G. (1993): Neue Wege der Abwassersteuerung in Kanalnetzen, Bericht der Kupczik Umwelttechnik GmbH, Hamburg
- Liebau (2003): Persönliche Mitteilungen und Unterlagen, Bad König
- Liwatech (1999): Produktkatalog der Liwatech - Liebau Wasser- und Abwassertechnik PG, Bad König

- Lorenzen, A. (2000): Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Schwallspülklappe zur Reinigung von Abwasserkanälen, Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben, Berlin, unveröffentlicht
- Lorenzen, A. (2002): Persönliche Mitteilungen und Unterlagen, Berlin
- Lorenzen, A.; Ristenpart, E.; Pfuhl, W. (1997): Reinigung von Abwasserkanälen durch Schwallspülung, 1. Teil: Feldversuche in einem Mischwasserkanal, Korrespondenz Abwasser, Heft 11, Seite 1994-2002
- Lützner, K.; Barth, M. (1996): Drehbogen-Pilotprojekt Dresden-Leuben, Schlussbericht, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Dresden, unveröffentlicht
- N.N. (1995): Anforderungen an den Betrieb und die Unterhaltung von Kanalisationsnetzen, Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft (MURL) des Nordrhein-Westfalen vom 3. Januar 1995
- Niehues (2002): Produktkatalog der Niehues Anlagenbau GmbH & Co. KG, Velen-Ramsdorf
- Passavant (2002): Produktkatalog der AWK Passavant GmbH, Kaiserslautern
- Pecher, R. (1989): Wirtschaftliche Spüleinrichtungen in Regenbecken, Eigenverlag, Erkrath
- Pisano, W.C.; Aronson, G.L.; Queiroz, C.S.; Blanc, F.C.; O`Shaughnessy, J.C. (1979): Dry-weather deposition and flushing for combined sewer overflow pollution control, Municipal Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio 45268, Report No. R804578
- Schüßler, O. (2002): Schwallspüleinrichtungen in Mischwasserkanalisationen, Diplomarbeit, Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen, unveröffentlicht
- Statistisches Bundesamt (2001): Umwelt, Fachserie 19, Reihe 2.1, Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 1998, Teil II, Zweigstelle Bonn
- Steinhardt (2002): Produktkatalog und persönliche Mitteilungen, Steinhardt Wassertechnik GmbH, Taunusstein

Strell, M. (1913): Die Abwasserfrage in ihrer geschichtlichen Entwicklung von den ältesten Zeiten und bis zur Gegenwart, Verlag von F. Leineweber, Leipzig

SüwV Kan (1995): Verordnung zur Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitungen von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem (SüwV Kan) des Landes Nordrhein-Westfalen vom 16. Januar 1995

UFT (2002): Produktkatalog und persönliche Mitteilungen, Umwelt- und Fluidtechnik GmbH, Bad Mergentheim

Willems, G. (1996): Konstruktion von Regenüberlaufbecken, ATV-Seminar, 14./15.02.1996

Willems, G. (2002): Persönliche Mitteilungen und Unterlagen, Essen

Würfel, T. (2002): Persönliche Mitteilungen und Unterlagen, Dresden

Anhang

Tabelle A1: Teilnehmer der Befragung

Nr.	Kommunen / andere Betreiber	Art der Befragung		
		persönlich	telefonisch	schriftlich
1	Stadt Aachen	•		
2	Stadt Ahlen		•	
3	Stadt Bergisch Gladbach	•		
4	Stadt Dresden		•	•
5	Stadt Frankfurt am Main	•		
6	Stadt Mainz	•	•	
7	Niederrheinische Versorgung und Verkehr AG	•		
8	Stadt Offenbach am Main	•	•	
9	Regionalgas Euskirchen GmbH	•	•	
10	Stadt Remscheid	•		
11	Stadt Uhingen		•	
12	Gemeinde Waldmoor	•		
13	Stadt St. Wendel	•		
14	Stadt Wiehl	•		
15	Stadt Würzburg		•	•
Nr.	Wasser- und Abwasserverbände	persönlich	telefonisch	schriftlich
1	Abwasserverband Hellertal		•	
2	Aggerverband		•	•
3	Bergisch-Rheinischer-Wasserverband	•	•	
4	Emschergenossenschaft / Lippeverband			•
5	Erfstverband			•
6	Linksniederrheinische Entwässerungs-Genossenschaft		•	
7	Niersverband			
8	Ruhrverband	•		
9	Wahnbachtalsperrenverband		•	
10	Wasserverband Eifel-Rur	•	•	
11	Wupperverband		•	•

Nr.	Hersteller	Art der Befragung			Unterlagen ^{*)}
		persönlich	telefonisch	schriftlich	
1	ASA Technik GmbH	•			•
2	AWK Passavant GmbH	•			•
3	BGU - Umweltschutzanlagen GmbH				•
4	Biogest AG	•	•	•	•
5	Floecksmühle Energietechnik GmbH		•		•
6	Funke Kunststoffe GmbH		•	•	•
7	HST-Systemtechnik GmbH	•		•	•
8	Liwatech PG	•			•
9	Niehues-Anlagenbau GmbH	•		•	•
10	PBB Physiker-Büro Berlin PG	•	•		•
11	Rotaria PG	•	•	•	•
12	Steinhardt GmbH	•	•	•	•
13	UFT Umwelt- und Fluid-Technik GmbH		•	•	•
14	Vollmar GmbH		•	•	•
Nr.	Planungsbüros	persönlich	telefonisch	schriftlich	
1	Achten und Jansen GmbH		•		
2	Ingenieurbüro Reinhard Beck	•	•		
3	Dr. Dahlem Beratende Ingenieure			•	
4	GEWATEC GmbH		•		
5	KISTERS AG		•		
6	Ingenieurbüro Ulrich Lank		•		

^{*)} Produktkataloge