

# Überprüfung, Bewertung und Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Kanalisationsanlagen

Daniela Fuchs

Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, TU Graz

Thomas Ertl

Institut für Wasserversorgung, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft, Abteilung für Siedlungswasserbau, Industriewasserwirtschaft und Gewässerschutz BOKU Wien

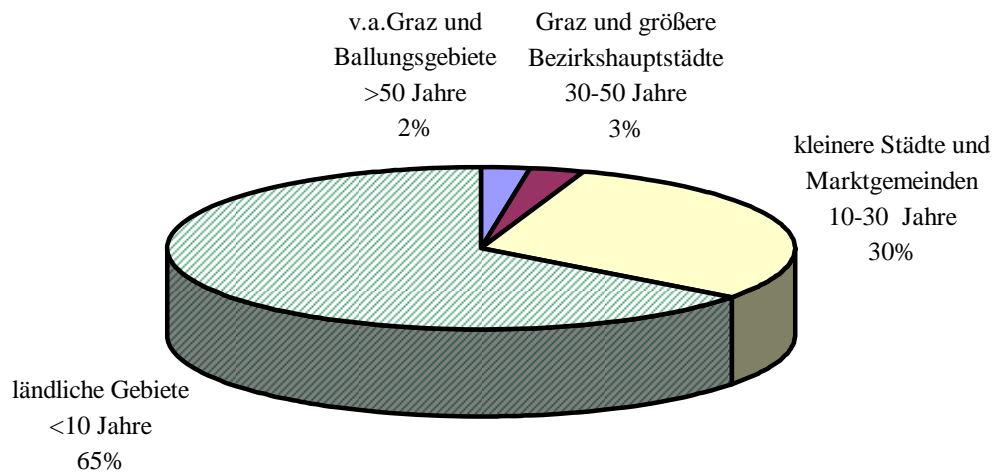
## 1 Problemstellung und rechtliche Rahmenbedingungen

Der Ausbau der Kanalisationsnetze in Österreich ist weitgehend abgeschlossen. Der derzeitige Anschlussgrad der Bevölkerung an eine öffentliche Kanalisation liegt bei 85%, wobei der ökologisch und wirtschaftlich sinnvolle Anschlussgrad aufgrund der Siedlungsstruktur bei etwa 90% liegt. Nun rückt die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Systeme in den Vordergrund. Undichte Kanäle können zu vermehrtem Fremdwasseranfall oder Kontaminationen des Bodens bzw. Grundwassers führen. Abflusshindernisse, Verformungen u.dgl. behindern den einwandfreien Betrieb und können Ein- bzw. Überstauereignisse hervorrufen.

Unter Berücksichtigung des umweltrelevanten Investitionsvolumens von ca. 27 Mrd.€ seit 1968 in Abwasserentsorgungsprojekte, davon im Mittel zu 75% in die Errichtung der Kanalisationsnetze, ist deren Werterhalt von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Die **Instandhaltung** (Inspektion, Wartung und Sanierung) **der Netze** ist somit **die Aufgabe der Zukunft** in der öffentlichen Abwasserentsorgung.

Eine wesentliche Grundlage dabei liegt in der Dokumentation von Bestand und Zustand der Kanalisationsanlagen. Denn nur bei guter Kenntnis des Bestandes und Zustandes der Netze können allenfalls erforderliche Sanierungsmaßnahmen gezielt nach Prioritäten geplant und eine langfristige Sicherstellung der Funktionsfähigkeit gewährleistet werden.

Abb. 1 zeigt überblicksmäßig die Verlegezeiträume der steirischen Kanalisationsnetze. Zu den ältesten Haltungen in der Steiermark zählen die bis 1950 vor allem in Graz und den Ballungsgebieten errichteten 240 km Hauptstränge. Auch die zwischen 1950 und 1970 errichteten 300 km befinden sich vorwiegend in Graz und in den großen Bezirkshauptstädten. Zwischen 1970 und 1990 wurde jedoch fast das 10 fache davon, ca. 3000 km Kanal, errichtet, wobei hier der Schwerpunkt bei kleineren Städten und Marktgemeinden lag.



**Abb. 1: Verlegezeiträume der steirischen Kanalisationsnetze**

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für die genannten Aufgaben sind neben dem Wasserrechtsgesetz (WRG 1959) in der Allgemeinen Abwasseremissionsverordnung (AAEV 1996) beschrieben. Im Zuge der Definition des allgemeinen Standes der Rückhalte- und Reinigungstechnik in der AAEV §3 Abs. 5 wird vom Betreiber von Kanalisationsnetzen gefordert, dass die Kanalisationen in regelmäßigen Abständen kontrolliert, gewartet sowie auf Bestand und Funktionsfähigkeit geprüft (§§ 50 und 134 WRG 1959) und die Ergebnisse der Überprüfung dokumentiert werden. Eine Bewertung des Kanalzustandes (Klassifizierung), die Basis für die Ermittlung der erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen und -strategien, wird darin zwar nicht explizit gefordert, die Dokumentation der Ergebnisse der Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Kanalisation sollte jedoch sinngemäß immer auch in Hinblick auf eine Nutzung für die strategische Sanierungsplanung erfolgen.

Gemäß § 50 (Instandhaltungsverpflichtung) WRG Abs. 1 haben die Wasserberechtigten ihre Wasserbenutzungsanlagen einschließlich der dazugehörigen Kanäle, künstlichen Gerinne, Wasseransammlungen sowie sonstigen Vorrichtungen in dem der Bewilligung entsprechenden Zustand und, wenn dieser nicht erweislich ist, derart zu erhalten und zu bedienen, dass keine Verletzung öffentlicher Interessen oder fremder Rechte stattfindet. Ebenso obliegt dem Wasserberechtigten die Instandhaltung der Gewässerstrecken im unmittelbaren Anlagenbereich. In § 50 WRG Abs. 7 wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass auch die offensichtliche Vernachlässigung von Anlagen, deren Errichtung oder Erhaltung aus öffentlichen Mitteln unterstützt wurde, eine Verletzung öffentlicher Interessen im Sinne des Abs. 1 darstellt.

In § 134 WRG Abs. 2 wird festgehalten, dass die im Sinne des § 32 Wasserberechtigten das Maß ihrer Einwirkung auf ein Gewässer sowie den Betriebszustand und die Wirksamkeit der bewilligten Abwasserreinigungsanlagen auf ihre Kosten überprü-

fen zu lassen. Nach Abs. 3 haben Überprüfungen gemäß Abs. 1 und 2 in Zeitabständen von höchstens fünf Jahren zu erfolgen, sofern die Wasserrechtsbehörde nicht unter Bedachtnahme auf besondere Umstände kürzere Zeitabstände vorschreibt.

Laut EN 752-2 ist die Leistungsfähigkeit von Entwässerungssystemen während des Baus, nach Abschluss der Bauphase und auch während der gesamten Nutzungsdauer zu prüfen und zu beurteilen. Um die Erfüllung der Anforderungen beurteilen zu können, ist es erforderlich, alle maßgebenden Daten zu berücksichtigen, wie z.B. Aufzeichnungen über Überflutungen, Verstopfungen, TV- Inspektionen, hydraulische Nachrechnungen und Beschwerden über Geruchsbelästigung.

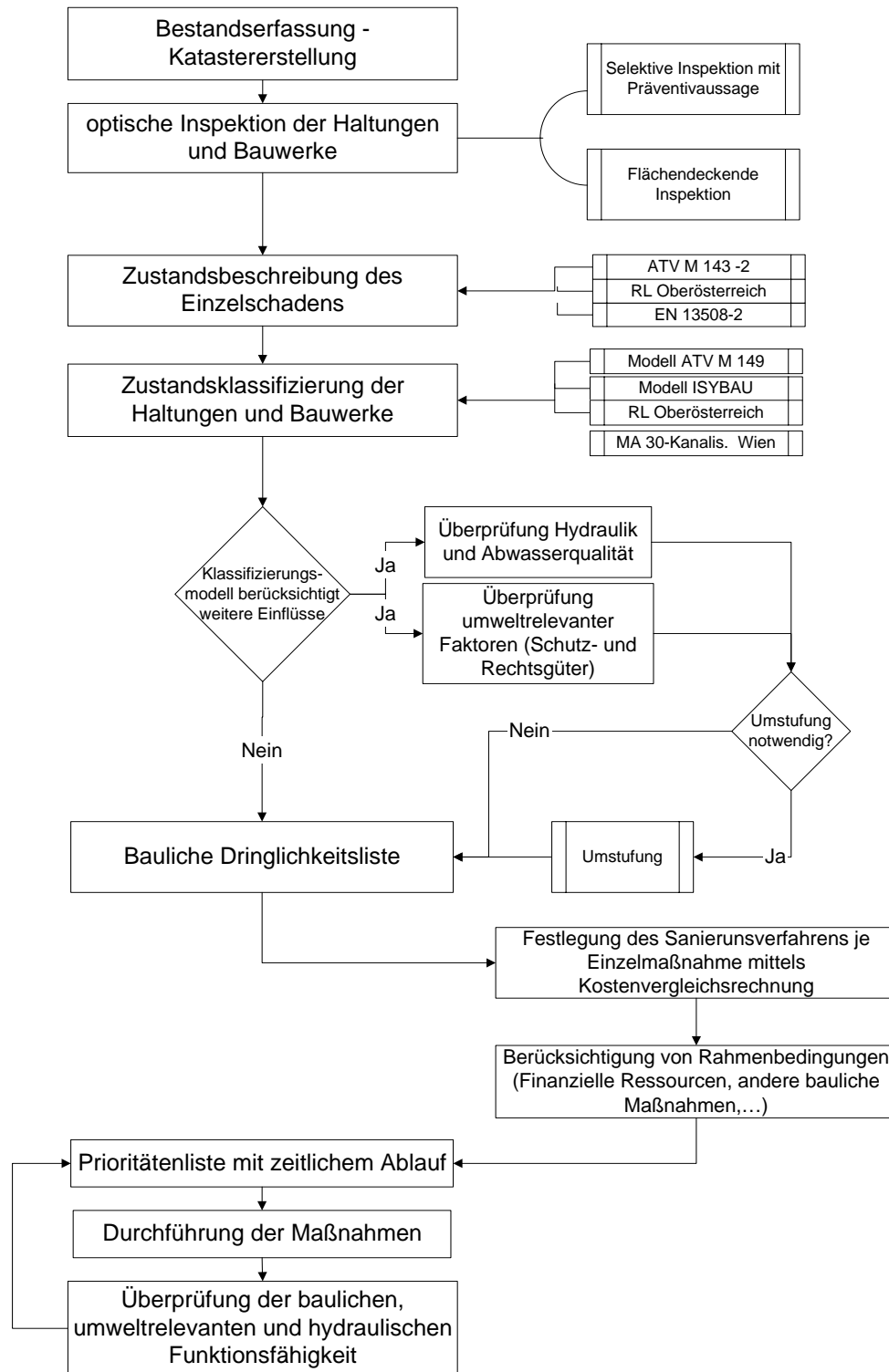
## **2 Überprüfung und Bewertung der Funktionsfähigkeit**

Nach EN 752 – 5 ist die Inspektion der Funktionsfähigkeit von Kanalisationsanlagen in bauliche, hydraulische und umweltrelevante Untersuchungen zu unterteilen. Die Untersuchungsergebnisse sind entsprechend zu dokumentieren. Für allenfalls erforderliche Sanierungsmaßnahmen sind ganzheitliche Lösungsansätze zu ermitteln.

Abb. 2 zeigt ein Ablaufschema für die strategische Planung von Sanierungsmaßnahmen. Wobei ersichtlich wird, dass für die einzelnen Bearbeitungsschritte verschiedene Methoden bzw. Regelwerke und Normen anwendbar sind.

### **2.1 bauliche Untersuchung und Bewertung**

Hierzu zählt vor allem die Begehung der Leitungstrasse mit der Aufnahme des Zustandes der Schächte, Sonderbauwerke und Straßeneinläufe, hauptsächlich jedoch die Inspektion von nicht begehbaren Kanälen mittels Kamerabefahrung. Weiters zählt zu den baulichen Untersuchungen die Begehung schließbarer Kanäle.



**Abb. 2: Ablaufdiagramm für die strategische Planung von Kanalnetzsanierungen (nach RUBACH et al., 2001 und ATV M 149)**

In Abhängigkeit der eingesetzten Kamera lassen sich bei ausreichender Beleuchtung und exakter Justierung sowie entsprechender Reinigung des Untersuchungsobjektes schon Rissbreiten ab 0,2 mm erkennen. Neuere Kameras verfügen über die Möglichkeit, in Kombination mit der optischen Inspektion auch Rissbreiten, Rohrfugenweiten, Versätze, etc. zu vermessen.

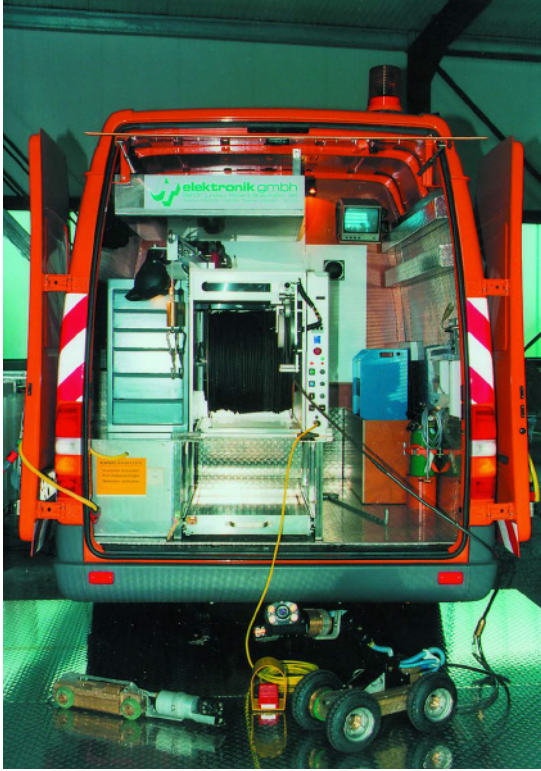


Abb. 3: TV Inspektionsfahrzeug



Abb. 4: Inspektionskamera mit Satellit zur Hausanschlussinspektion

Zur optischen Inspektion von Hausanschlüssen werden heute auch fahrbare Kameras mit gelenkig montierter Kameraeinheit angeboten (STEIN, 1998).

Für die *Zustandsbeschreibung der Einzelschäden* kommen unterschiedliche Kürzelsysteme zur Anwendung. Neben dem eigenständigen System der Oberösterreichischen Landesregierung wird sowohl im ISYBAU Modell als auch im Modell MA 30 – Kanalisation Wien (Rohrkanäle) die Schadensbeschreibung nach ATV Merkblatt M 143 – 2 angewendet. Zur *Einteilung der inspizierten Haltungen in Zustandsklassen* verwenden die einzelnen Modelle jeweils unterschiedliche Bewertungsansätze und -systeme. Im ÖWAV Regelblatt 21 „Kanalkataster“ werden allgemeine Hinweise zur Klassifizierung von Haltungen gegeben.

Die Europeanorm ON EN 13508-2 zur Vereinheitlichung der Schadensbeschreibung ist im Oktober 2003 erschienen. Eine einheitliche Vorgangsweise zur Einteilung in Zustandsklassen ist derzeit jedoch noch nicht vorhanden.

## 2.2 umweltrelevante Untersuchungen

Zu den umweltrelevanten Untersuchungen laut EN 752-5 zählt vor allem die Dichtheitsprüfung. Wobei die Dichtheit alleine keine Aussage darüber zulässt ob es im betrieb der Kanalanlage überhaupt Infiltrationen in das Kanalsystem oder sogar Exfiltrationen ins Grundwasser stattfinden. An der EAWAG werden derzeit Untersuchungen hinsichtlich der Anwendbarkeit von Tracern zur Quantifizierung von Exfiltrationen durchgeführt [Rieckermann J. (2003)]. Weiters zählt die Überwachung und die Aufzeichnung in einem Indirekteinleiterkataster des Ausmaßes und der Beschaffen-

heit der betrieblichen Einleitungen in die Kanalisation zu den umweltrelevanten Untersuchungen. Geruchsbelästigung und eine schlechte Beschaffenheit des Vorfluters durch z.B. Mischwasserentlastungen sind als Anzeichen für Abweichungen von der umweltrelevanten Funktionsfähigkeit zu werten.

### **2.2.1 Dichtheitsprüfung**

Die Dichtheit ist ein entscheidendes Kriterium für den Nachweis der Funktion der Kanalanlage.

Bei allen Verfahren zur Dichtheitsprüfung erstreckt sich die messtechnische Kontrolle entweder auf die Erfassung der Zeit, in der sich eine bestimmte Druckänderung einstellt, oder auf die Erfassung der erforderlichen Wasserzugabemenge zur Aufrechterhaltung eines konstanten Prüfdruckes. Bei allen Prüfmethoden wird demnach ein bestimmter Prüfmedienverlust zugelassen. Die Definition der Dichtheitskriterien, d.h. die Grenzziehung zwischen einem dichten und einem undichten Kanal, beruht somit allein auf der Quantifizierung dieses Prüfmedienverlustes (STEIN, 1998).

In der ON EN 1610 (1998) und ON B2503 (1999) sind diese Prüfkriterien festgelegt und Anforderungen an die Prüfausrüstung im Hinblick auf Genauigkeit der Messgeräte, Verschlussorgane, Sicherheitseinrichtungen und vieles mehr formuliert.

Besonders an die Abwicklung einer Kanaldichtheitsprüfung werden hohe Anforderungen im Hinblick auf die Personalschulung, Prüfausrüstung sowie Sicherheit gestellt (BICHLER et al., 2003).

### **2.2.2 Exfiltrationsmessungen [Rieckermann J. (2003)]**

An der EAWAG wird derzeit versucht die Exfiltration mit Hilfe von Tracern zu quantifizieren. Es wurde NaCl als Tracer eingesetzt. Abb. 5 zeigt das Ergebnis eines Versuchs an einer ca. 300m langen Messstrecke. Die natürliche Leitfähigkeit entlang der Messstrecke wurde mit 0,8 mS/cm gemessen. Der Tracer wurde an zwei Stellen (Indikator und Referenz) zugegeben. Dies muss so zeitlich versetzt geschehen, dass die beiden Signale gemeinsam an der Messstelle ankommen. Im dargestellten Versuch wurde an der Indikatorstelle wurden 1,9 kg NaCl und an der Referenzstelle ca. 10 min versetzt 3 X 0,4 kg NaCl zugegeben. Anhand des Verlaufs der Referenzkurve wird die Verlaufskurve des Indikatorsignals modelliert. Vergleicht man sie mit der gemessenen Kurve so kann eine Aussage darüber getroffen werden, ob der Kanal dicht ist oder nicht. In diesem Fall ist eine Übereinstimmung der Kurven und daher keine Undichtigkeit erkennbar.

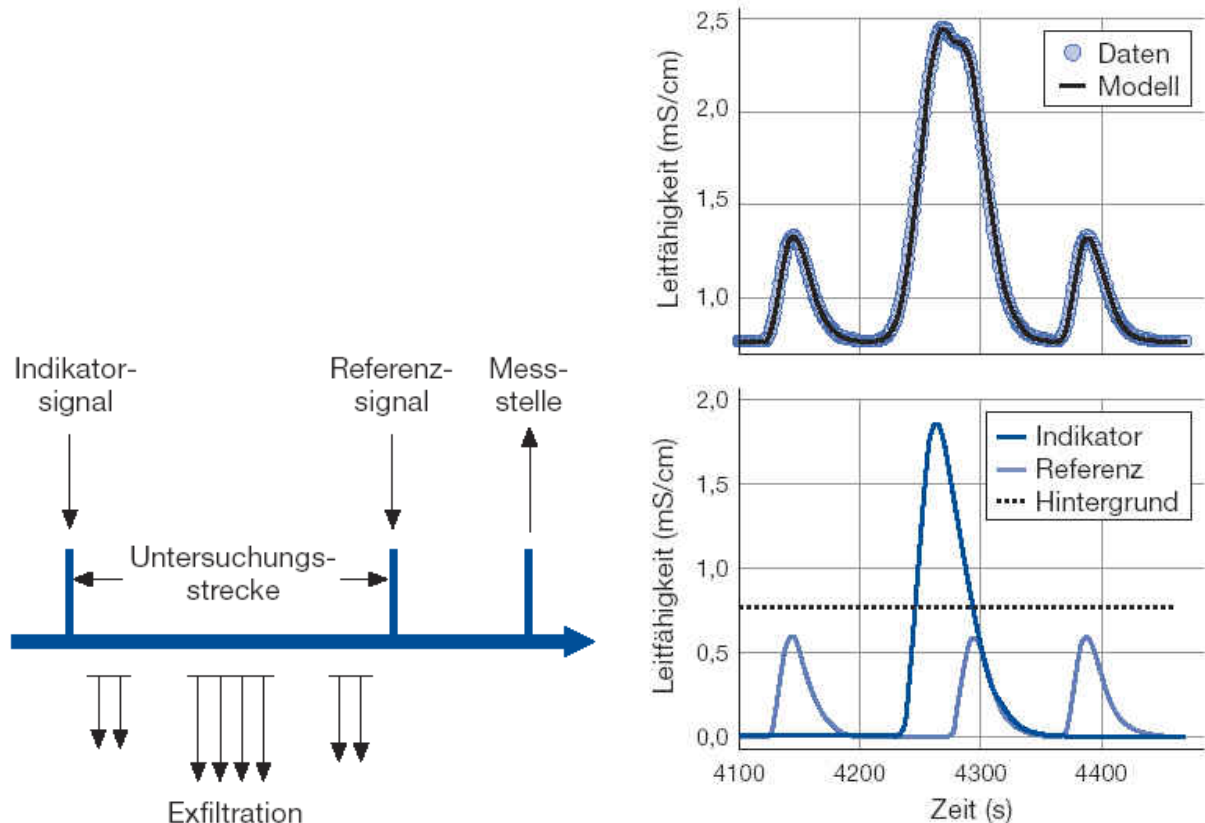


Abb. 5: Versuchsanordnung und Ergebnisse einer Exfiltrationsmessung mittels NaCl Tracer (Rieckermann J., 2003)

Rieckermann J., 2003 hat jedoch angemerkt, dass derzeit die Detektionsgrenze der Exfiltration bei ca. 10% liegt. Da in der Regel mit sehr geringen Abwasserverlusten von weniger als 5% zu rechnen ist, muss die Methode eine höhere Genauigkeit aufweisen bevor sie Praxistauglich ist.

### 3 Sicherstellung der Funktionsfähigkeit (Wartung und Sanierung)

Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit sind ganzheitliche Lösungsansätze anzustreben. Im Folgenden sind Lösungsansätze hinsichtlich baulicher, hydraulischer und umweltrelevanter Aspekte nach ÖNORM EN 752 – 5 angeführt die Verbesserungen in einem oder mehreren Bereichen ermöglichen.

#### 3.1 Hydraulische Lösungsansätze (nach ÖNORM EN 752-5)

##### 3.1.1 Maximierung der verfügbaren Abflusskapazität

Die Maximierung der verfügbaren Abflusskapazität kann erfolgen durch

- Beseitigung von Abflußhindernissen und
- Reinigung.

### **3.1.1.1 Hochdruckreinigung**

Bei der Hochdruckreinigung wird Spülwasser mittels einer Hochdruckpumpe aus einem Wassertank durch einen Schlauch gepumpt, an dessen Ende eine Reinigungsdüse installiert ist. In der Reinigungsdüse befinden sich Bohrungen mit Düseneinsätzen, welche die mit hoher Geschwindigkeit austretenden Wasserstrahlen bündeln und auf die Rohrwandung richten. Dabei entsteht eine Reaktionskraft in der Reinigungsdüse, welche diese und den Schlauch in der ersten Phase in der Kanalhaltung gegen die Fließrichtung vom Startschacht zum Zielschacht befördert. Nach Ankunft der Reinigungsdüse im Zielschacht wird diese in der zweiten Phase am Spülschlauch in Fließrichtung langsam zurückgezogen. Die austretenden Wasserstrahlen erhöhen die Fließgeschwindigkeit des Abwassers, lösen die Ablagerungen, wirbeln sie auf und transportieren sie als Suspension zum Startschacht, wo sie in der Regel mittels Vakuum über einen Schlauch abgesaugt werden (STEIN, 1998).

Um einen optimalen Reinigungserfolg auch in wirtschaftlicher Hinsicht zu erzielen, sind die eingesetzten Geräte (Fahrzeuge, Aggregate, Schläuche und Düsen) an die vorhandenen Gegebenheiten (Material, Dimension, etc.) und gestellten Anforderungen (Reinigungsziel) anzupassen. Durch die Hochdruckreinigung darf der bauliche Zustand einer Kanalanlage nicht verschlechtert werden.

Das ÖWAV-Regelblatt 34 (2003) soll grundlegende Informationen und Richtlinien für den fachgerechten Einsatz des Hochdruckreinigungsverfahrens in der Kanalisation, sowohl für Kanalbetreiber und Kanalreinigungsbetriebe, als auch für Planer und Behörden geben.

### **3.1.2 Verringerung des Zuflusses in eine Kanalisation**

Die Verringerung des Zuflusses in eine *Kanalisation* wird ermöglicht durch

- Überleitung von Regenwasser in Versickerungsanlagen oder auf durchlässige Flächen
- Verwendung durchlässiger Oberflächenbefestigungen,
- Überleitung von Abflüssen in ein anderes System,
- Bau von zusätzlichen Regenwasserkanälen,
- Verminderung der Infiltration und des Fremdwasserzuflusses aus Fehlschlüssen

### **3.1.3 Dämpfung des Spitzenabflusses**

Eine Dämpfung des Spitzenabflusses kann durch

- Nutzung des bestehenden Speichervermögens des Systems (gezielte Abflusssteuerung),
- Nutzung von Speichermöglichkeiten auf der Oberfläche,



- Bereitstellung zusätzlicher Speicher (Speicherkanal oder Speicherbecken)

die hydraulische Funktionsfähigkeit verbessern.

### **3.1.4 Vergrößerung der Abflusskapazität der Kanalisation**

Eine weitere Möglichkeit ist die Vergrößerung der Abflusskapazität der Kanalisation durch bauliche Maßnahmen wie

- Erneuerung mit größerem Rohrquerschnitt,
- Bau zusätzlicher Leitungen.

## **3.2 Umweltrelevante Lösungsansätze**

### **Verringerung der Schadstoffeinträge in das System**

**Verminderung der vorgesehenen Schadstoffeinträge in den Vorfluter durch:**

- Vergrößerung des Zuflusses zur Abwasserbehandlung,
- Verbesserung des Feststoffrückhalts und der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Regentlastungsbauwerke,
- Kanalnetzbewirtschaftung (Echtzeitkontrolle),

**Verringerung der Auswirkungen durch Verlegen der Einleitungsstellen,**

**Verminderung der Exfiltration, z. B. durch:**

- Behebung von Undichtigkeiten,
- wasserdichte Auskleidung,

### **Erneuerung der Leitung**

## **3.3 Baulichen Lösungen**

Die baulichen Lösungen (Sanierung) werden unterteilt in

- Reparatur (Instandsetzung),
- Renovierung (Sanierung),
- Erneuerung.

Auf die einzelnen Verfahren wird hier jedoch nicht im Detail eingegangen.

## 4 Instandhaltungsstrategien

Bei der Instandhaltung von Kanalisationen kann zwischen drei unterschiedlichen Instandhaltungsstrategien unterschieden werden.

- **Feuerwehrstrategie oder Ausfallstrategie**  
Hier erfolgt eine Inspektion und Wartung nur wenn im Laufe der Nutzung auffällige Veränderungen sichtbar werden
- **Präventivstrategie**  
Inspektion und Wartung erfolgt periodisch, in einem gleichmäßigen Turnus
- **Inspektionsstrategie**  
Inspektion erfolgt entweder prognosegestützt (selektive Inspektionsstrategie) oder periodisch (flächendeckende Inspektionsstrategie)  
Wartung erfolgt bedarfsorientiert als Reaktion auf die Zustandserhebung durch die Inspektion

### 4.1.1.1 Vollständige (flächendeckende) Inspektionsstrategie:

In einem regelmäßigen Turnus erfolgt hierbei eine flächendeckende Kanalnetzinspektion anhand eines Inspektionsplanes, der sich meist an geographischen bzw. organisatorischen Gegebenheiten orientiert. Der Vorteil dieser Methode liegt in der genauen und vollständigen Erfassung des Netzzustandes. Ein Nachteil liegt in der zeitaufwendigen und kostenintensiven Bearbeitung. Wird der Zeitraum zwischen Zustandserfassung und Sanierung zu lang, können die Ergebnisse der Erstinspektion (teilweise) überholt sein (RUBACH et al., 2001).

### 4.1.1.2 Selektive Inspektionsstrategie mit Repräsentativaussage:

Durch die Inspektion einer repräsentativen Stichprobe wird ein Teil des Netzes untersucht und bewertet und anschließend auf die übrigen Haltungen hochgerechnet. Abb. 6 zeigt die bei einem bereits flächendeckend inspizierten Kanalnetz vorhandenen prognostizierten und tatsächlichen Zustandsklassen.

Ein Gesamtüberblick über den mittleren Zustand des Netzes und die Größenordnung des Investitionsbedarfes wird gewonnen. Der Vorteil dieser Methode liegt im geringen Inspektionsaufwand und der raschen Verfügbarkeit von Zustandsinformationen für die Abschätzung des langfristigen Sanierungsaufwandes.

Um ausreichend genaue Ergebnisse erhalten zu können, ist eine gute Kenntnis des Netzbestandes (Stammdaten der Haltungen) erforderlich. Langfristig erfolgt auch hier eine flächendeckende Inspektion. Jedoch werden die Inspektionen gezielt in Abhängigkeit vom prognostizierten Sanierungsbedarf nach und nach vorgenommen (RUBACH et al., 2001).

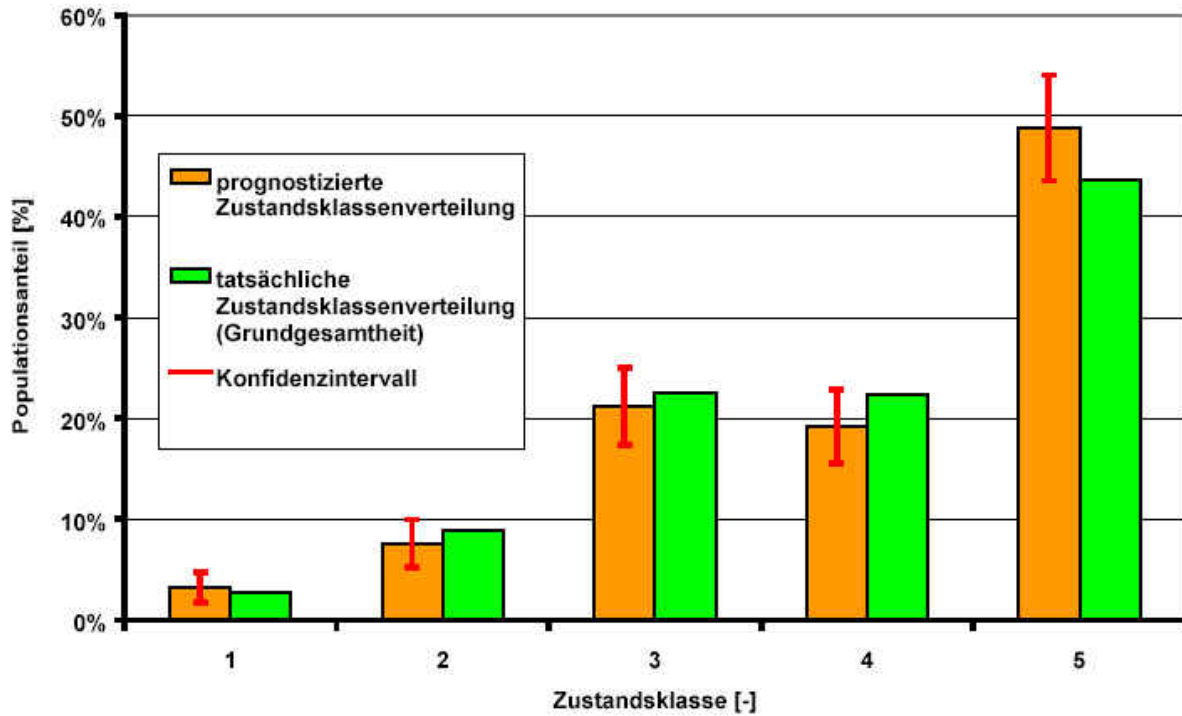


Abb. 6 : Prognostizierte und tatsächliche Zustandsklassenverteilung incl. Konfidenzintervall (Müller K., 2003)

Abb. 7 zeigt die aus der Inspektion einer repräsentativen Stichprobe abgeleiteten Inspektionsprioritäten.

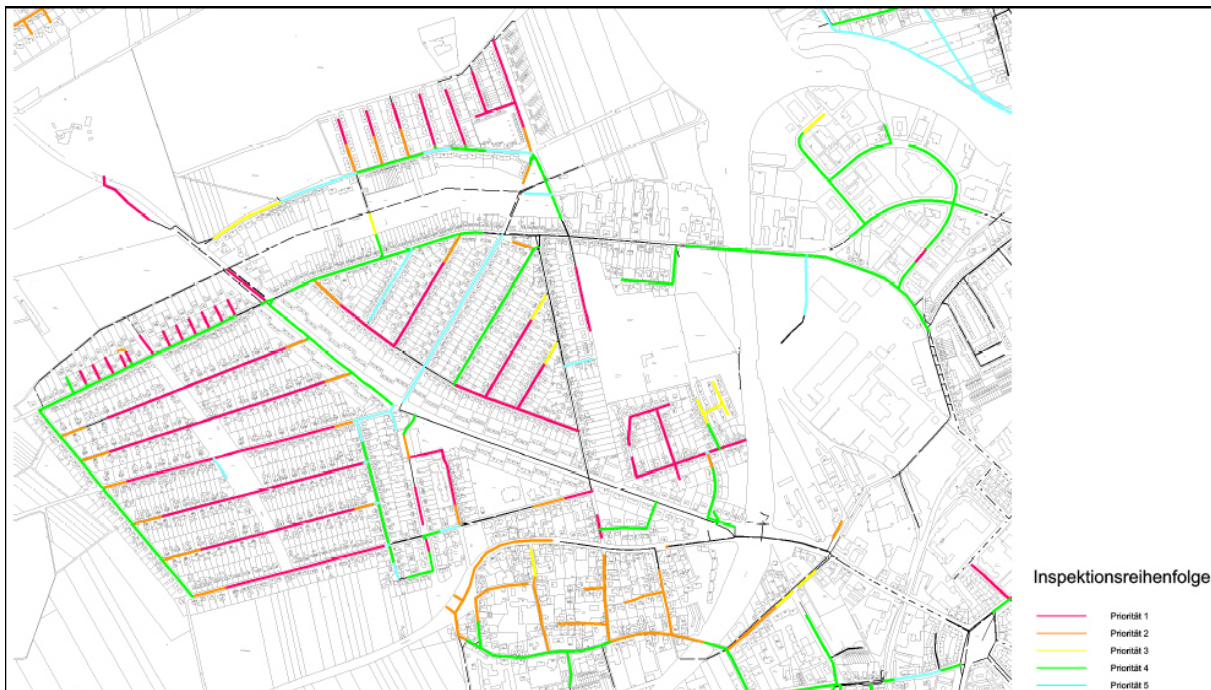


Abb. 7: Inspektionsprioritäten abgeleitet aus der Inspektion einer Stichprobe (MÜLLER K. , 2003)

Bisher wurde großteils die flächendeckende Inspektionsstrategie angewandt. Fraglich ist, ob es bei jüngeren Netzen (od. Netzabschnitten) sinnvoll ist, flächendeckend in regelmäßigen Intervallen zu inspizieren, wenn erfahrungsgemäß (aus Wartung und

Betrieb) der Großteil der Leitungen in Zustandsklassen geringer Sanierungsprioritäten einzuordnen ist. Es liegen aktuelle Untersuchungsergebnisse vor, welche die Methode der selektiven Inspektion mit Präventivaussage als alternative Vorgangsweise hervorheben. Eine an der RWTH Aachen erstellte Studie (MÜLLER, 2002) zeigt zukünftige Einsparpotentiale durch die Anwendung der selektiven Inspektionsstrategie für die nunmehr anstehende Anschlussleitungsinspektion auf. In Österreich liegt für den Großteil der Netze noch keine flächendeckende Kanalinspektion vor. Mit der Zustandsklassifizierung der Netze wird erst begonnen. Darüber hinaus gibt es in Österreich keinerlei gesetzlich definierten Inspektionsintervalle. Unter den oben angeführten Gesichtspunkten sollten die Anwendung und die Möglichkeiten der Nutzung der selektiven Inspektionsstrategie in den Vordergrund gerückt werden.

Die Anwendbarkeit der selektiven Inspektionsstrategie beschränkt sich jedoch nach Müller K. 2003 auf größere Netze. Nur bei großer Haltungsanzahl sind die Einsparungen die sich dadurch ergeben, dass Haltungen nicht mehrmals inspiziert werden müssen bevor sie erneuert werden größer als der Fixkostenanteil für die statistischen Analysen.

## 5 Leistungsindikatoren - Kennzahlen

Kennzahlen verschiedenster Art können Grundlage für folgende Aufgaben sein.

- Bewertung der generellen Funktionsfähigkeit von Kanalisationen (zB Schäden bestimmter Klasse pro km Kanal)
- Betriebliche Optimierung (Effizienzsteigerung, zB Kosten für Kanalreinigung pro km und Jahr)
- Leistungsvergleich von Kanalbetrieben (zB Personalaufwand pro km)
- Verbesserung der Wirksamkeit (Effektivitätssteigerung, zB entlastete Schmutzfracht pro  $ha_{red}$  und Jahr )

Die Herausforderung für jede Kennzahlensystematik liegt in der Spanne zwischen so vielen Aussagen wie möglich und so viele erforderliche Daten wie unbedingt notwendig. Die Besonderheit bei Kennzahlen für den Kanalbereich ergibt sich bei der Festlegung der Bezugsgrößen (zB Summe Aufwand Sonderbauwerke bezogen auf Kanallängen?) und der Systemgrenzen (zB Hauskanäle inklusive?). Weiters werden die Betrachtungszeiträume für Kennzahlen immer nur einen Bruchteil (1 bzw. mehrere Jahre) im Vergleich zu der Lebensdauer der technischen Infrastruktur und der Auswirkungen des Systems betragen. Die großteils schlechte Datenlage bei den Betreibern und die aufwändige Analyse der Wirkungen komplettieren die schwierige Situation.

Nichtsdestotrotz hat sich eine informelle OWAV-Arbeitsgruppe „Leistungsvergleich Kanal“ gebildet, die sich die Entwicklung und Anwendung von Leistungsindikatoren in Österreich zum Ziel gesetzt hat.

Zu unterscheiden ist im folgenden jedenfalls nach Effektivitäts- und Effizienz- Kennzahlen. Effektivität kann umschrieben werden mit „die richtigen Dinge tun“ und Effizienz mit „die Dinge richtig tun“. Gerade im Kanalbereich werden oft nur Effizienz-Kennzahlen ermittelt und keine Kennzahlen für die Wirksamkeit der Maßnahmen, weil wie schon erwähnt, die Wirkanalyse oft sehr schwierig zu erstellen ist, weil die Datenlage bzw. Messbarkeit der Parameter nicht in ausreichendem Ausmaß vorhanden ist. Im folgenden werden ein paar Beispiele für Indikatoren zur Veranschaulichung aufgelistet.

#### Effektivität:

- Gewässerqualität
- Überflutung (-häufigkeiten)
- Kanal-Einstürze
- Anlagen-Verfügbarkeit inkl. Verkehrsstörungen
- Sicherheit und Gesundheit
- Kundenzufriedenheit (Beschwerden)

#### Effizienz:

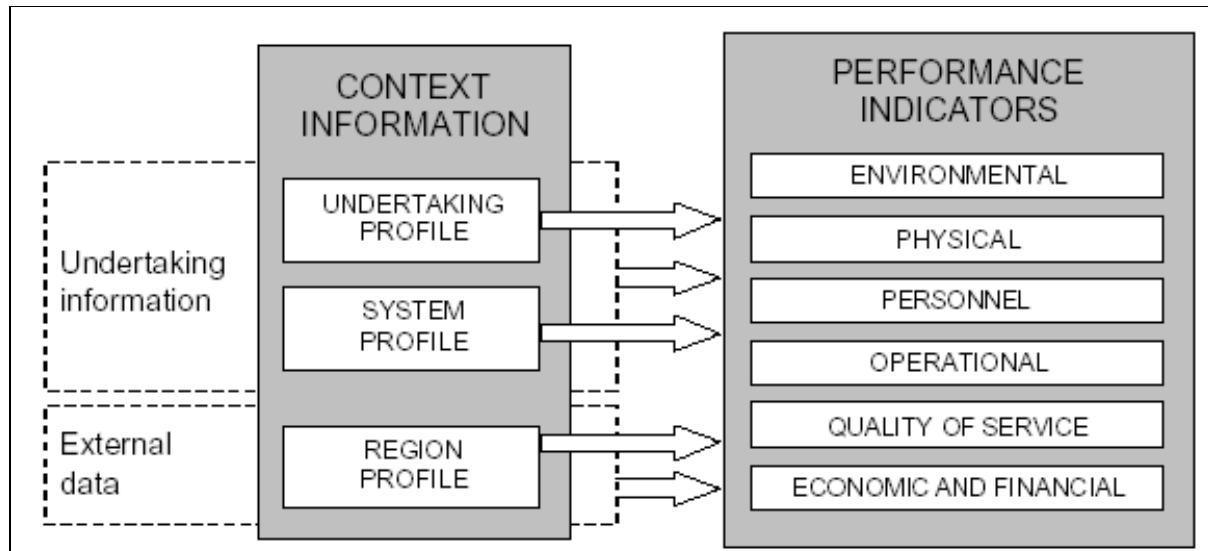
- Investkosten pro km
- Betriebskosten pro km.a
- Beschäftigte, Ausrüstung je 100 km

Als Grundlagen für weitere Betrachtungen werden u.a. folgende Beispiele verwendet.

### 5.1 IWA Performance Indicators (Lindtner, 2003)

„Die International Water Association (IWA) hat mit den „Performance Indicators for Wastewater Services“ ein sehr umfangreiches Kennzahlensystem vorgestellt, welches für den gesamten Bereich der Siedlungsentwässerung – Abwasserableitung und Abwasserreinigung – angewendet werden kann. Aufgrund der Strukturiertheit und der sehr ausführlichen Definition aller 182 Indikatoren wurde eine gute Basis für einen derartigen Vergleich geschaffen.

Neben den eigentlichen Performance Indicators (PI) wurden zusätzlich so genannte Kontext-Kennzahlen festgelegt, mit deren Hilfe das Umfeld, in dem das Abwasserunternehmen tätig ist, beschrieben werden soll. Diese Kontext-Kennzahlen gliedern sich in drei Gruppen: Informationen zum Unternehmen, Informationen zur betrieblichen Struktur und Informationen zur Region, in der das Unternehmen tätig ist.



Die Performance Indikatoren selbst werden in sechs Kategorien unterteilt, wobei jede Kategorie jeweils Kennzahlen für den Bereich der Abwasserableitung beziehungsweise Abwasserreinigung enthält, aber auch Kennzahlen, die beide Bereiche des Abwasserunternehmens betreffen. In Tabelle 9 wurden die sechs Kategorien inklusive deren Code und die Anzahl der Indikatoren dargestellt. Um einen Überblick zu geben, wurde zusätzlich vermerkt, wie viele der Indikatoren die Kanalisation oder die Kläranlage betreffen, beziehungsweise welcher Anteil auf das gesamte Abwasserunternehmen (ARA/Kanal) entfällt. In der rechten Spalte wurden beispielhaft Kennzahlen der jeweiligen Kategorie angeführt.

**Tab. 1: Struktur der Performance Indikatoren und Beispiele (Lindtner, 2003)**

Umweltkennzahlen: wEn (n=15) 9 ARA + 6 Kanal	Entsorgungsgrad, Rechengut, Schlammfall,...
Personalkennzahlen: wPe (n=25) 3 ARA + 2 Kanal + 20 ARA/Kanal	Beschäftigte je Einwohner, Ausbildungsstand, ...
Technische Kennzahlen: wPh (n=12) 5 ARA + 5 Kanal + 2 ARA/Kanal	Vorreinigung [%], Pumpenleistung in % zu installierter Leistung,...
Betriebskennzahlen: wOp (n=56) 18 ARA + 38 Kanal	Energieverbrauch, Analysen pro Jahr, Pumpenergie,...
Qualitäts- und Servicekennzahlen: wQs (n=29) 7 ARA + 20 Kanal + 2 ARA/Kanal	Anschlussgrad, Reinigungsgrad, Kundenzufriedenheit (Beschwerden),...
Finanzkennzahlen: wFi (n=45) 4 ARA + 3 Kanal + 38 ARA/Kanal	Betriebskosten, Energiekosten, Einnahmen, Investitionskosten,...

Für die Beurteilung des gesamten Abwasserbetriebes bzw. Verbandes bzw. der Gemeinde werden 62 Kennzahlen vorgeschlagen, wovon 20 Personalkennzahlen und 38 Finanzkennzahlen den größten Anteil ausmachen.

Bei der Angabe der Kennzahl beschränkt man sich nicht auf den Wert selbst, sondern es werden zusätzliche Informationen einerseits zur Zuverlässigkeit der Datenquelle, und andererseits zur Datenungenauigkeit abgefragt.

## 5.2 Indikatoren im Anhang zur ON EN 14654 (Entwurf, 2003)

### Anhang C (informativ) Beispiele für Leistungsindikatoren

#### C.1 Indikatoren für die Bewertung einer Reinigungsstrategie

Beispiele für Indikatoren können Folgende einschließen:

- prozentualer Anteil der Gesamtlänge der Abwasserleitung/des Kanal, der vorausschauend pro Jahr gereinigt wird;
- prozentualer Anteil der Gesamtlänge der Abwasserleitung/des Kanal, der reaktiv pro Jahr gereinigt wird;
- Anzahl der Notfall-Reinigungsmaßnahmen, die je Kilometer Kanal und Jahr durchgeführt werden;
- Anzahl von Kundenbeschwerden aufgrund von unzureichenden vorausschauenden Reinigungsarbeiten je Kilometer Kanal und Jahr;
- Anzahl von Kundenbeschwerden aufgrund von unzureichenden vorausschauenden Reinigungsarbeiten je Kilometer Kanal und Jahr;
- Volumen oder Masse der Ablagerungen, die je gereinigtem Kilometer Kanal entfernt werden;
- Länge des Kanals, der je Reinigungseinheit gereinigt wird.

#### C.2 Indikatoren für die Bewertung der Reinigungsarbeit

Beispiele für Indikatoren können Folgende einschließen:

- Wiederherstellung von unbehindertem Abfluss nach vorausschauender Reinigung;
- Verschwinden von Beschwerden infolge von Geruchsbelästigungen im Bereich des Kanalabschnittes nach vorausschauender Reinigung;
- stichprobenartige Messung der Ablagerungshöhen in Abschnitten, die gereinigt wurden;
- prozentualer Anteil der Ablagerungshöhe zum Durchmesser der Abwasserleitung.

## 6 Datenmanagement

Mit Milliardeninvestitionen wurden in der Vergangenheit tausende Kilometer Kanäle ohne entsprechende Dokumentation gebaut. Eine systematische und flächendeckende Dokumentation gewinnt im Hinblick auf den Betrieb, die Projektierung, den Umweltschutz, die Finanzplanung, sonstige Bauvorhaben und andere Informationssysteme eine immer größere Bedeutung. Da die Erhebung der Daten extrem kosten-

intensiv ist, müssen diese von möglichst vielen Anwendern genutzt werden. Daher ergibt sich die Notwendigkeit des möglichst verlustfreien Datenaustausches über eine genormte Schnittstelle. (Hadrbolec, 1999)

Die Datensammlungen zur Siedlungsentwässerung entstehen heute an unterschiedlichsten Stellen (Gemeindeverwaltungen, Ingenieurbüros, Gemeindegeometer, Umweltstellen usw.). Die den Datensammlungen zugrunde liegenden Datenstrukturen orientieren sich dabei in erster Linie an den gängigen Problemstellungen der jeweiligen Fachdisziplinen und entstehen vielfach als "Ad-hoc"-Lösungen der Abwasser- und Gewässerschutzfachleute. Im Nachhinein ist es auf der Basis der verschiedenen aufgabenorientierten Modelle sehr aufwändig, Daten auf einem fach- (Gewässerschutz / Kanalnetz / Kläranlage) oder stellenübergreifenden (Ingenieur / Gemeinde / Kanton) Niveau auszutauschen (sh. Abbildung). (dss.vsa.ch)

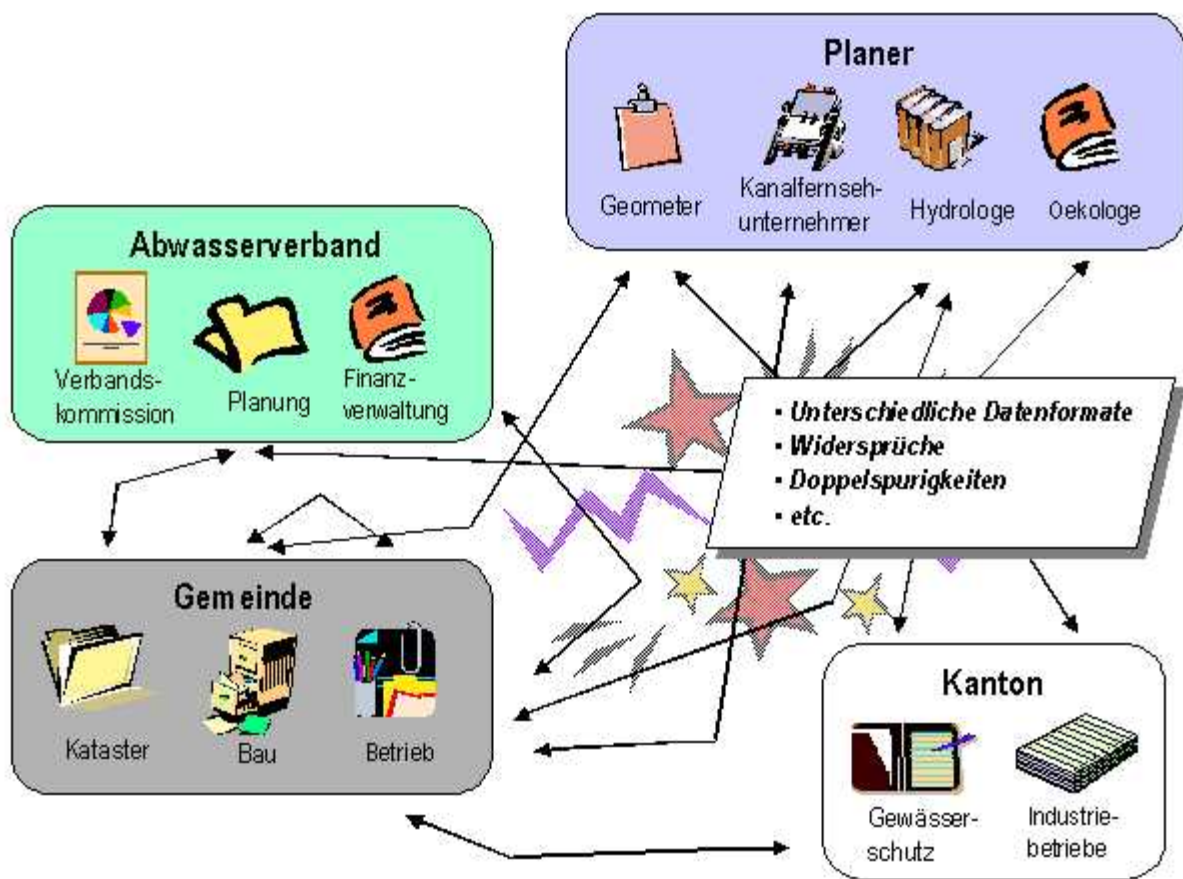


Abb. 8: Verschiedene Datensammlungen und Ad-hoc Lösungen (<http://dss.vsa.ch>)

Der problemlose Austausch von Informationen und die Verständigung über die Grenzen eines einzelnen Fachgebietes hinaus wird heute durch Verständigungsprobleme erschwert, weil Bezeichnungen nicht einheitlich verwendet werden.

Zum Beispiel werden selbst für die Siedlungsentwässerung so zentrale Begriffe wie Haltung und Sonderbauwerk ganz unterschiedlich verwendet. So kann eine Haltung

- den hydraulisch homogenen Teil eines Kanals,



- die bauliche Verbindung zwischen zwei Schächten oder
- einen zusammen hängenden Teil des Kanalnetzes mit baulich gleichen Merkmalen

bezeichnen.

Dadurch entstehen unnötige Missverständnisse und ein einfacher Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Planungspartnern wird verunmöglicht. Die im Rahmen der Entwässerungsplanung und des Betriebes angestrebte ganzheitliche Sichtweise des Wasserkreislaufes im Siedlungsgebiet und ein zielgerichteter, effizienter Planungsprozess ist unter diesen Umständen kaum zu realisieren.“ (dss.vsa.ch)

In folgender Abbildung sind verschiedene Anwendungen des Kanalmanagements ersichtlich, die alle auf die gleichen Daten zugreifen sollten. Die Anforderungen an das Datenmanagement daraus ergeben sich an folgende Bereiche:

1. **Datenstruktur:** Sind alle Datentypen in ausreichender Qualität für die verschiedenen Anwendungen vorhanden?
2. **Datentransfer** (Schnittstellen): Können alle Informationen in ausreichender Qualität an die jeweilige Anwendungssoftware übergeben und von dieser alle Ergebnisse entsprechend empfangen werden?
3. **Datenfluss:** Wie wird die Plausibilität, Genauigkeit und Konsistenz der empfangenen Daten überprüft, bevor sie an die nächste Anwendung weitergegeben werden? Wie geschieht die Aktualisierung der Daten?



Abb. 9: Datenmanagement Kanal (Dobelmann, 2002; modifiziert)

## 6.1 Datenstruktur /-modell

Damit alle Datentypen in ausreichender Qualität für die verschiedenen Anwendungen vorhanden sind, sind die Daten für alle Anwendungen sinnvoll zu strukturieren. Um dies zu gewährleisten muss auf die unterschiedlichen Anforderungen

- für bauliche Aufgaben
- für hydraulische Berechnungen und
- für betriebliche Aufgaben

bei der Erstellung der Datenstruktur eingegangen werden. Im folgenden werden in sehr prägnanter Weise 2 Datenmodelle erläutert, die diese Anforderungen berücksichtigen. Das erste Modell wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der BOKU bereits 1998 entwickelt. Das 2. Modell wurde vor kurzem für die Schweiz vom Dachverband VSA präsentiert und vertreten. Es wäre schön, wenn es eine einheitliche Struktur wie sie die Schweizer Kollegen geschaffen haben, in naher Zukunft für Österreich geben würde.

### 6.1.1 Objektschlüsselkatalog Kanalkataster (Hadrbolec, 1998)

Diese Arbeit beschreibt ein objektorientiertes Datenmodell gemäß den ÖNORMEN A 2260 und A 2261. Der Kanalkataster wird mit all seinen relevanten Daten in Form von Objekten (kleinster ansprechbarer Teil) mit den zugehörigen Attributen (Eigenschaften) vierdimensional abgebildet, die zwischen Sender und Nutzer ausgetauscht werden können. Die Summe all dieser Objekte wird als Objektschlüsselkatalog bezeichnet. Merkmale des Objektschlüsselkataloges sind einfacher Aufbau, Flexibilität und Erweiterbarkeit für zukünftige Anwendungen.

Der Objektschlüsselkatalog Kanalkataster wird von anderen - er beschreibt ja ein fachspezifisches Teilgebiet - folgendermaßen abgegrenzt:

*Der Objektschlüsselkatalog "Kanalkataster" ist eine systematische Sammlung und Verwaltung von relevanten Daten eines Kanalnetzes zur Auswertung in alphanumerischer und graphischer Form in Maßstäben von 1:200 bis 1:5000, schwerpunktmäßig jedoch zwischen 1:200 bis 1: 1000.*

Anmerkung: Der Maßstab ist für die Detailgenauigkeit der Abbildung und natürlich auch der Aufnahme von entscheidender Bedeutung.

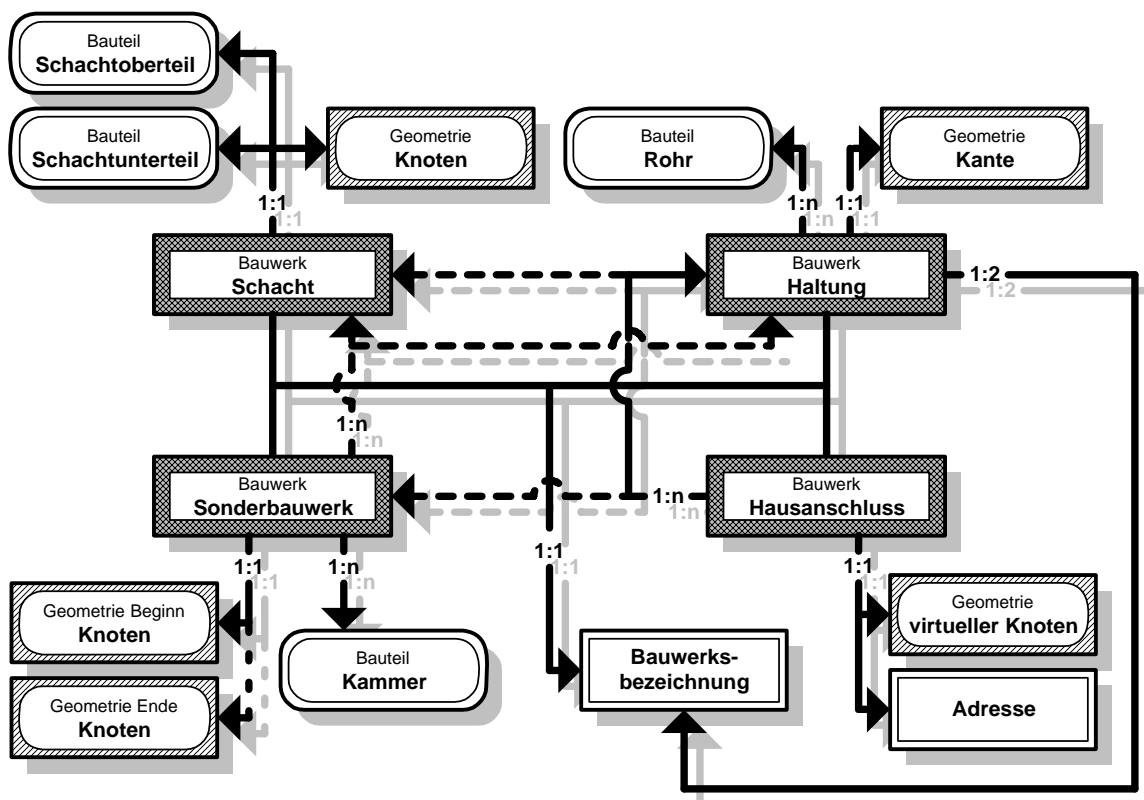


Abb. 10: Bauwerke Schacht, Haltung, Sonderbauwerk und Hauskanal nach Objektschlüsselkatalog

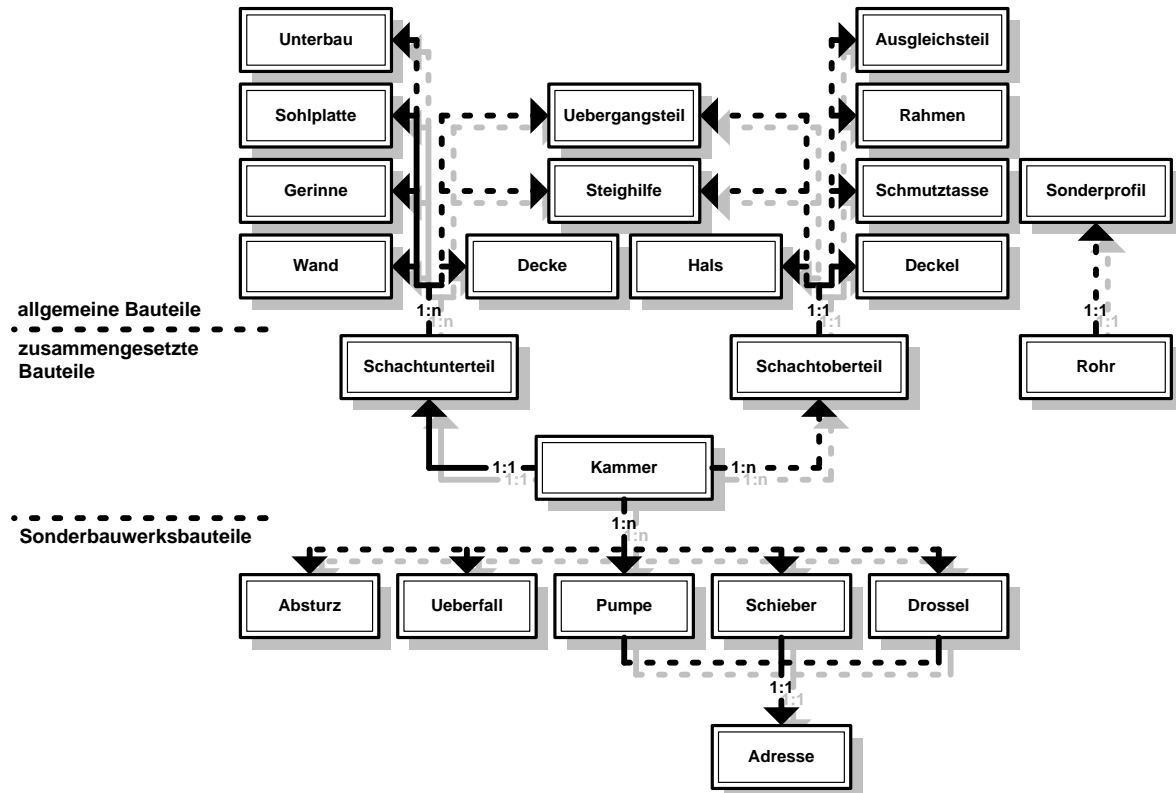


Abb. 11: Bauteile

### 6.1.2 Datenstruktur Siedlungsentwässerung (VSA DSS)

Die konzeptionelle Daten-Struktur Siedlungsentwässerung (DSS) soll als Dreh- und Angelpunkt wirken, an welchem sich Fachleute bei der Organisation und dem Austausch von Informationen orientieren können. Mit der Datenstruktur wird nun eindeutig definiert, welche Objekte der realen Welt unter den Begriff Haltung fallen - nur der hydraulisch homogene Teil eines Kanals - und mit welchen Größen - Material, Durchmesser, Reibungsbeiwert - der Begriff Haltung beschrieben werden kann.

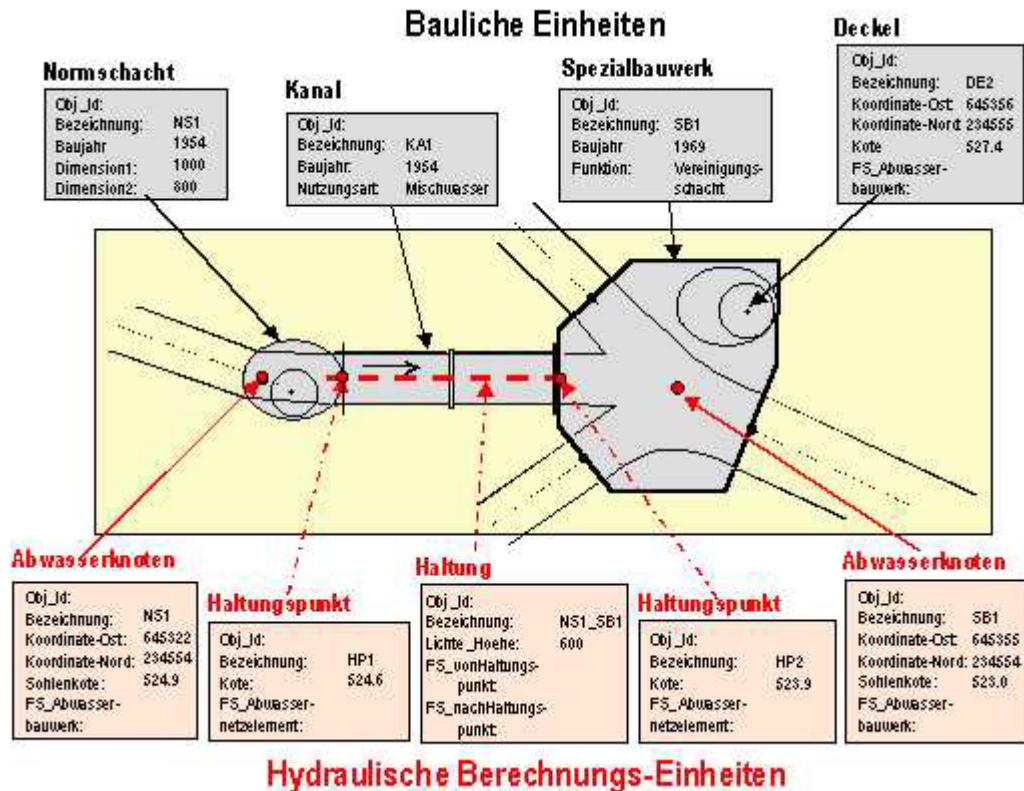


Abb. 12: Begriffsdefinition und Gliederung der Informationen im VSA DSS

Das Gesamtmodell wird aus Gründen der Übersichtlichkeit in folgende Subsysteme unterteilt: Kanalnetz, Gewässer, Liegenschaftsentwässerung, Messungen, Administration und Abwasserreinigungsanlagen (ARA)

Die VSA-DSS ist als Objektmodell definiert. Objekte sind Konzepte, Abstraktionen oder Gegenstände mit klaren Abgrenzungen und einer präzisen Bedeutung für das anstehende Problem. Beispiele für die Siedlungsentwässerung sind Einzugsgebiete, Schächte oder Gewässer. Objekte (Klassen) werden durch sogenannte Attribute (Eigenschaften, Details) charakterisiert. Als Beispiel hat das Objekt (Klasse) Normschacht folgende Attribute: Bezeichnung, Lage, Geometrie, Baujahr, etc. Mit dem Klassendiagramm werden die Objekte (Klassen) und ihre Beziehungen untereinander dargestellt. Die unterschiedlichen Beziehungen definieren dabei die Hierarchie innerhalb des Modelles. Das Datenmodell ist auch in der Modellbeschreibungssprache "Interlis" beschrieben. (dss.vsa.ch)

## 6.2 Datentransfer

Können alle Informationen in ausreichender Qualität an die jeweilige Anwendungssoftware übergeben und von dieser alle Ergebnisse entsprechend empfangen werden?

Es gibt zahlreiche Schnittstellen zwischen den verschiedenen Anwendungen. Eine Vereinheitlichung über eine allen gemeinsame Schnittstelle wäre sinnvoll.

Eine Möglichkeit dazu ist der Datenaustausch gemäß der ÖNORM A 2260 (Datenschnittstelle für den digitalen Austausch von Geo-Daten = Allgemeine universelle Definition der Datenaustauschschnittstelle). Diese Norm ermöglicht den universellen Datenaustausch von räumlichen Daten unter Berücksichtigung unterschiedlicher Genauigkeiten, Visualisierungsvorschriften inklusive des Datenmodells (d.h. wie die Daten aufgebaut sind und deren Beziehungen untereinander).

Um nicht bei jeder Übertragung das Datenmodell als Metadaten (Daten über Daten) übertragen zu müssen wurde die Teilnormenfamilie A 2261-1 (Objektschlüsselkatalog für den digitalen Austausch von Geo-Daten) erstellt.

Damit ist es nicht mehr notwendig, bei jeder Datenübertragung zwischen Sender und Empfänger eine Vereinbarung bezüglich der zu übertragenden Daten zu treffen, da damit das Datenmodell genormt ist. Dies erleichtert den Datenaustausch und die Weiterverarbeitung der Daten enorm.

### 6.3 Datenfluss

Wie wird die Plausibilität, Genauigkeit und Konsistenz der empfangenen Daten überprüft, bevor sie an die nächste Anwendung weitergegeben werden? Wie geschieht die Aktualisierung der Daten?

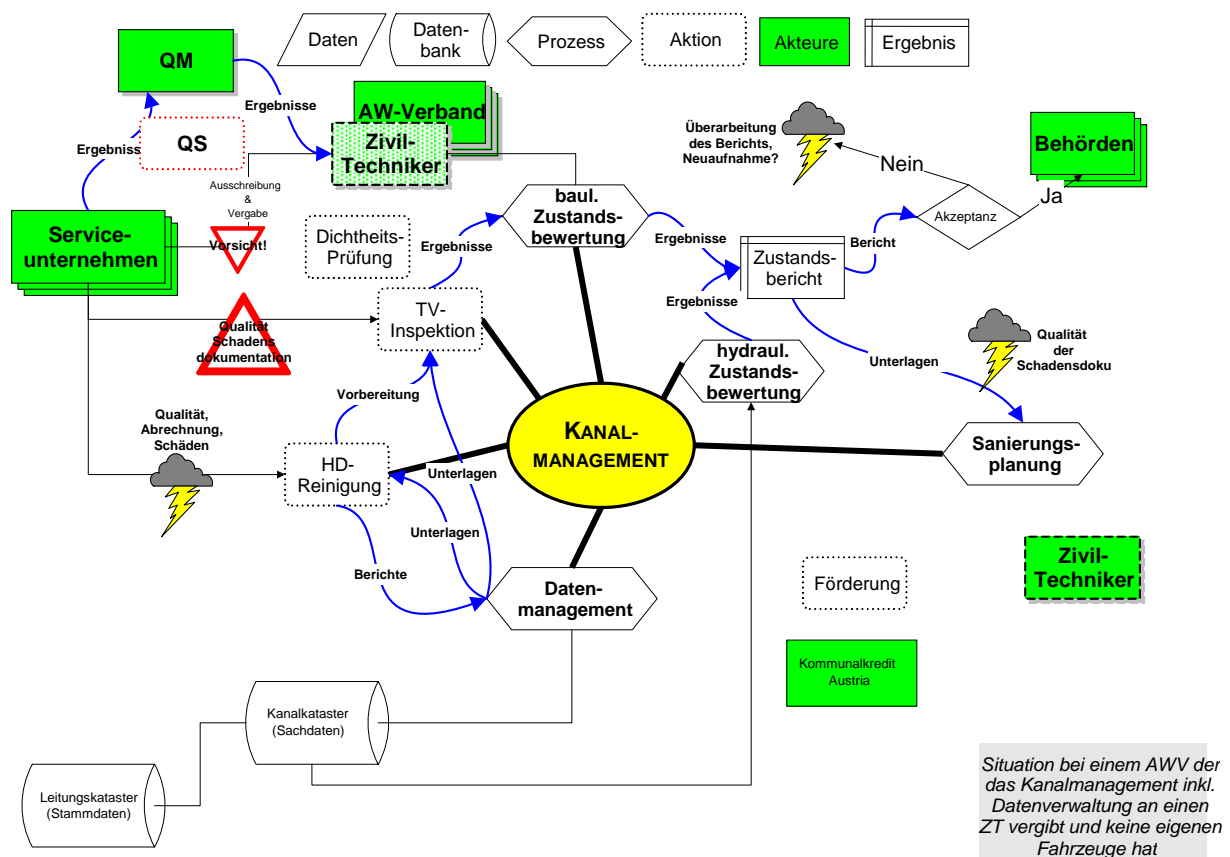


Abb.13: Datenfluss im Kanalmanagement – Beispiel TV-Inspektion

## 7 Bewusstseinsbildung Betrieb und Unterhalt

Aktionen zur Bewusstseinsbildung sollten sich auf zwei Bereiche konzentrieren. Einerseits auf die Verminderung von Stoffen, die nicht ins Kanalsystem gelangen sollten und andererseits auf das Verständnis der Beteiligten für die Notwendigkeit eines vorausschauenden Kanalbetriebes.

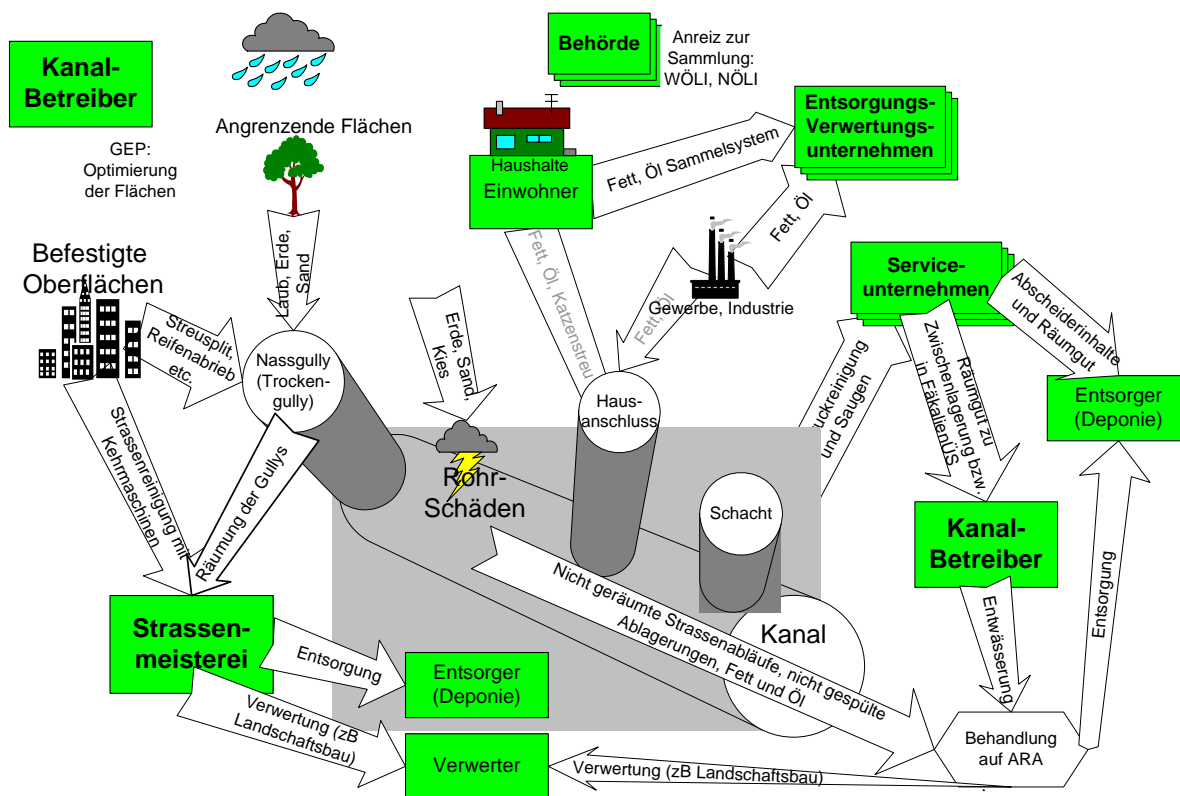


Abb. 14: Herkunft von Ablagerungen bzw. Räumgut und deren Entsorgung bzw. Verwertung

### 7.1 Bewusstseinsbildung Entsorgungverhalten

#### Problem:

Verschiedene Feststoffe führen zu Ablagerungen und Verstopfungen und dadurch zu erhöhtem Reinigungs- und Wartungsaufwand (PW) für den Kanalbetreiber

#### Zielgruppe: Haushalte

[Kommentar: Die Indirekteinleiter werden bereits durch die Maßnahmen im Zuge der Umsetzung der Indirekteinleiterverordnung ausreichend behandelt.]

#### Lösungsansatz:

Das Entsorgungverhalten der Haushalte ist primär beeinflusst durch die Rahmenbedingungen die der Entsorgende vorfindet und nicht durch Wissen bzw. Einstellung des Handelnden (Lebersorger, 2003). Das heißt, dass die Infoblätter die zur Aufklärung über Stoffe, die nicht ins Abwasser gehören meist nicht wirksam sind.

Deshalb sollte eine Erhöhung der Möglichkeiten und der Akzeptanz für getrennte Stoffsammlung insbesondere für Biomüll, Öle und Fette zu einer Reduktion dieser Stoffe im Kanalnetz führen. Das bedeutet, dass ein interdisziplinärer Lösungsansatz gem. mit der Abfallwirtschaft zu erarbeiten ist.

## 7.2 Bewusstseinsbildung Kanalbetrieb

### Problem:

Schäden am Kanalsystem werden nicht erkannt bzw. nicht gemeldet und nicht behoben

### Zielgruppen:

Entscheidungsträger & Gebührenzahler, Grundbesitzer, Landwirte und Straßenerhalter

### Lösungsansatz

Referenzprojekte: learning by doing !

ÖWAV – „Leitfaden zur Instandhaltung kleiner und mittlerer Kanalisationsnetze“

Zusätzliche Informationen für einzelne Zielgruppen

## 8 Literatur

DOBELMANN, J. (2002) Integriertes Kanalisationsmanagement. Konferenzbeitrag IFAT 2002. München

ERTL T., FUCHS D. (2003) Förderantrag zum Forschungsprojekt „Überprüfung, Bewertung und Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Kanalisationsanlagen“, eingereicht im November 2003 bei der Kommunalkredit Austria AG

HADRBOLEC (1998) ÖWAV-Schriftenreihe Heft 126 „Objektschlüsselkatalog Kanalkataster“; Wien

LEBERSORGER, S. (2003) Mündliche Mitteilung. Abteilung Abfallwirtschaft. BOKU Wien.

LINDTNER, S. (2003) Entwicklung einer Methode für den technisch wirtschaftlichen Vergleich von Abwasserreinigungsanlagen als Grundlage für eine Kostenoptimierung. Dissertation an der TU Wien.

MATOS, R., CARDOSO, A., ASHLEY, R., DUARTE, P., MOLINARI, A. und SCHULZ, A. (2003): Performance Indicators for Wastewater Services. 1. Auflage, IWA-International Water Association.

MÜLLER, K. (2002) Entwicklung eines allgemein anwendbaren Verfahrens zur selektiven Erstinspektion von Abwasserkanälen und Anschlussleitungen; Aachen; <http://www.isa.rwth-aachen.de/docs/Selerin-Abschlussbericht.pdf>

RIECKERMANN J. (2003), Wie dicht ist unser Kanalnetz? EAWAG News 57 S 29-31



RUBACH, G. et al. (2001) Sanierungsstrategien für öffentliche Kanäle; Korrespondenz  
Abwasser 3/2001; S. 386 – 392

STEIN, D. (1998) Instandhaltung von Kanalisationen; 3. Auflage; Ernst & Sohn; Berlin;  
ISBN 3-433-01315-2

### **Normen und Regelwerke**

ÖNORM A 2260 (1995) Datenschnittstelle für den digitalen Austausch von Geodaten.  
Öst. Normungsinstitut. Wien

ÖNORM EN 752 (1996-1999) Entwässerungsanlagen außerhalb von Gebäuden; 7  
Teile

ÖNORM EN 14654 (Entwurf, 2003) Planung, Durchführung und Überwachung der  
Reinigung von Abwasserkanälen und -leitungen. Ausgabe: 2003-06-01.

### **Internet**

VSA (Hrsg., 2003) Daten - Struktur Siedlungsentwässerung (DSS),  
[http://dss.vsa.ch/index\\_dss.html](http://dss.vsa.ch/index_dss.html)

[http://www.urban21.de/bauwesen/umweltschutz/abwasser\\_sanierung.htm](http://www.urban21.de/bauwesen/umweltschutz/abwasser_sanierung.htm)

DI Dr.techn Daniela Fuchs

Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau, TU Graz  
Stremayrgasse 10  
8010 Graz

Tel: 0316-873-8378

Fax: 0316-873-8376

email: [fuchs@sww.tugraz.at](mailto:fuchs@sww.tugraz.at)

<http://www.sww.tugraz.at>

DI Thomas Ertl

Abteilung für Siedlungswasserbau, Institut für Wasserversorgung  
Muthgasse 18  
1190 Wien

Tel: 01-36006-5812

Fax: 01-3689949

email: [ertl@iwga-sig.boku.ac.at](mailto:ertl@iwga-sig.boku.ac.at)

<http://iwga-sig.boku.ac.at>