

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 76 (1984)  
**Heft:** 5-6

**Artikel:** Kanalsanierungsentscheidungen auf der Grundlage von professionellen Kanalfernsehprotokollen  
**Autor:** Bucher, Othmar  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-941200>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 04.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Kanalsanierungsentscheidungen auf der Grundlage von professionellen Kanalfernsehprotokollen

von Othmar Bucher

Kanalisationen sind langfristige Investitionen. Wichtigste Voraussetzung für die lange Lebensdauer der Kanalisationen ist eine einwandfreie bauliche Ausführung derselben einerseits, sowie die Gewährleistung der Dichtheit und des vollen Querschnittes der Kanalisationsrohre für deren Zukunft andererseits.

Um dies sicherzustellen, müssen neben den normalen Reinigungsarbeiten mittels Hochdruck die Kanalisationen laufend (erstmalig nach Beendigung der Bauarbeiten) einer umfassenden visuellen Kontrolle unterzogen werden. Somit können Mängel rechtzeitig erkannt und die erforderlichen Gegenmassnahmen getroffen werden.

Mittels eines systematisch durchgeführten Kanalfernsehuntersuches kann man sich auch bei älteren Kanalisationssystemen über den Zustand der Leitungen ein genaues Bild verschaffen – eine unerlässliche Massnahme für die Überprüfung jedes generellen Kanalisationsprojektes (GKP).

## Die Anwendungsgebiete des Kanalfernsehens

Kanalfernsehen wird heute hauptsächlich für die folgenden Anwendungsgebiete eingesetzt:

1. **Neuabnahmen.** Neuerstellte Kanalisationsleitungen werden auf deren Ausführungsqualität hin untersucht, was ein zuverlässiges und für alle verbindliches Abnahmeergebnis garantiert.

2. **Zustandskontrollen.** Kanalisationssysteme werden unmittelbar nach den Kanalreinigungsarbeiten auf deren Zustand hin mit Hilfe eines detaillierten Einsatzplanes untersucht. Kanalfernsehuntersuche sind ein unerlässliches Hilfsmittel für den gezielten Kanalisationsunterhalt sowie für die generelle Kanalisationsplanung (GKP).

3. **Unterhaltskontrollen.** Gefährdete Kanalisationen werden periodisch (etwa alle 5 Jahre) mittels Kanalfernsehen überprüft. Veränderungen werden dadurch erkannt und entsprechende Gegenmassnahmen können rechtzeitig getroffen werden.

4. **Schadenlokalisierung.** Schäden in Kanalisationen werden in Ausmass und Lage genau lokalisiert – teure Suchgrubarbeiten entfallen.

5. **Nachkontrollen.** Reparaturarbeiten an Kanalisationen werden nach deren Fertigstellung überprüft.

## Kanalfernsehanlagen sind die zeitgemässen Nachfolger des Kanalspiegels

Kanalfernsehanlagen bestehen aus einer Videokamera mit Beleuchtung, welche in Rohrleitungen oder Kanalisationen fortbewegt wird und davon laufend Bilder über ein Verbindungskabel auf den sich über Terrain befindlichen Fernsehmonitor überträgt. Je nach Kameragrösse und Verwen-

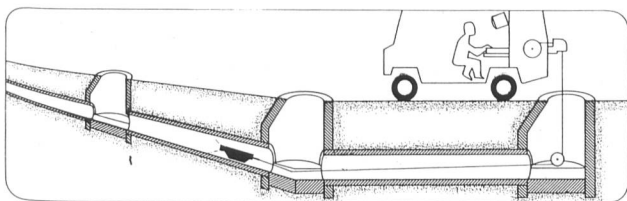


Bild 2. Schema Kanalfernseheinsatz mit selbstfahrendem, lenkbarem Kamerawagen mit Flächenantrieb (computergesteuertes Kanalfernsehsystem).



Bild 1. KFS-Kanalfernseh-Fahrzeug mit Kamerawageninstallationen.

dungszweck erstreckt sich der Begriff des «Kanalfernsehens» von der einfachen handbetriebenen Kofferranlage bis zum fest im Fahrzeug eingebauten Kanalfernsehsystem. Es ist vollautomatisiert, computergesteuert und verfügt über selbstfahrende teilweise lenkbare Kamerawagen. Dieselben lassen sich schon ab einem Rohrdurchmesser von 125mm, resp. 200mm, einsetzen und erreichen eine Einsatzdistanz von bis zu 250m bzw. 500m.

Nebst der axialen bis radialen Bildübertragung werden bei solchen Systemen Messwerte wie die zurückgelegte Distanz, das Längsgefälle und die Querneigung des Kamera-wagens laufend im Monitor eingeblendet. Zusätzlich kann das Monitorbild individuell beschriftet und zu Dokumentationszwecken fotografiert oder auf Videoband aufgezeichnet werden.

## Das professionelle Protokolliersystem

Beim professionellen Protokollieren werden im Gegensatz zu einer freien Protokollierung (bei welcher der Schaden individuell und nach persönlichem Gutdünken des Operateurs beschrieben wird) sämtliche Schäden sowie alle weiteren Vorkommnisse nach deren Lage und Ort im Rohr nach einem exakt definierten System genau erfasst. Informationen im Hinblick auf die Anwendung verschiedenster mechanischer Sanierungssysteme werden dabei berücksichtigt. Basis dieses Protokolliersystems ist eine Vielzahl von normierten und definierten Schadenbezeichnungen, welche für eine jeweils genau umschriebene Schadensituation steht.

Die Schadenbezeichnung enthält immer den betreffenden Bauteil des Kanals (z. B. Einlauf, Muffe, Rohrwand usw.) sowie den eigentlichen Schaden (z. B. schlecht verputzt, geöffnet, gerissen usw.), wobei derselbe, falls nötig, mit einer Intensitätsbezeichnung ergänzt werden kann (z. B. leicht, stark, sehr stark usw.). Ablagerungen werden systemgemäss als «unechter» Bauteil bezeichnet, dabei kann eine örtliche Zuordnung zu einem «echten» Bauteil gemacht werden (z. B. bei Muffe usw.).

Die weitere Möglichkeit der Zuordnung von schadhaften Bauteilen zu anderen schadhaften Bauteilen (z. B. Einlauf vorstehend bei Muffe mit vorstehender Dichtung) ist als Information zwingende Voraussetzung für die Evaluation von entsprechenden mechanischen Sanierungssystemen und deren Einsatzfähigkeit, resp. Einsatzart.

So kann in oben erwähntem Beispiel ein Muffenabdichtungssystem mit einem Packer (welcher den Muffenbereich luftdicht abschliesst) infolge des «unendlichen Leckes = Einlauf» nicht, oder nur unter grössten Schwierigkeiten, durch Absperren des Einlaufes mit einer Blase angewendet werden.

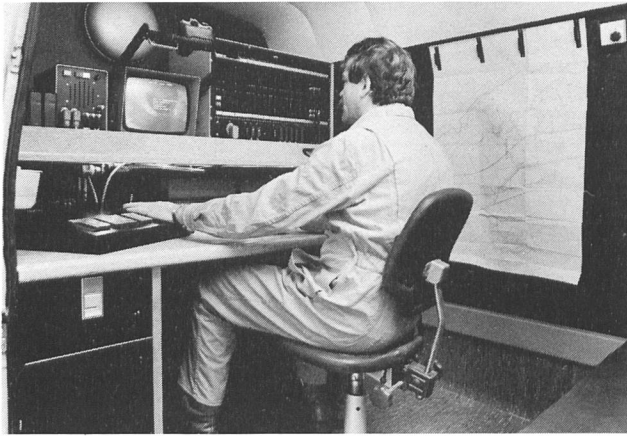


Bild 3. Beobachtungsplatz. Operateur bei der Arbeit (Kamerawagensteuerung, Monitorüberwachung, Dokumentierung).

Neben dem Informationsgehalt, der durch ein solches professionelles Protokolliersystem gewährleistet wird, ist die Darstellung und Präsentation dieser Informationen, also die Protokollform, ebenso wichtig.

So sind Protokolle mit thematischer Auflistung der Schäden die beste Grundlage einerseits für die Gesamtbeurteilung der einzelnen Kanäle, andererseits für das Erstellen von Schadenauswertungen, für das Ermitteln der Sanierungsprioritäten und das Erarbeiten von Sanierungsvorschlägen.

### Kanalsanierungsentscheidungen auf der Grundlage umfassender Protokollauswertungen

Sinn und Zweck von Kanalfernsehuntersuchungen bestehen letztlich nicht nur darin, den Zustand der einzelnen Kanäle protokollarisch festzuhalten, vielmehr sollte das Untersuchungsergebnis zusammengefasst und die sich daraus ergebenden Konsequenzen, wie erforderliche Sanierungsmassnahmen, neutral aufgezeigt werden. Dabei wird stufenweise vorgegangen; die einzelnen Auswertungsergebnisse sind:

1. **Schadenauswertung.** Diese erfolgt in möglichst praxisgerechten Protokollauswertungen, welche fachlich kompetent erarbeitet werden sowie verständlich abgefasst und übersichtlich dargestellt sind. Bei der Schadenauswertung werden die einzelnen Schäden nach Anzahl (Stück) und Länge (m) zusammengezählt und nach deren Schwere und



Bild 4. Monitorbild beschriftet mit Messdatenzeile unten: Distanz, Gefälle, Querneigung des Kamerawagens.

Bild 5, rechte Spalte, oben. Ausschnitt aus einem Kanalfernsehprotokoll mit thematischer Auflistung der Vorkommnisse.

Bild 6, rechte Spalte, unten. Ausschnitt aus einer Auswertungsliste.

### KANALFERNSEH-UNTERSUCHUNGS-PROTOKOLL

Ort, Datum: 8135 Langnau a.A., 07.11.83  
Systemart: Mischwasserkanal  
Strasse, Strang: Dorfstrasse Süd

#### Vorkommnis, Schaden

Menge  
Stk., m' = Rohre

KS-Nummer, Untersuchungsrichtung	KS 1	FR	KS 2	
<b>SCHACHT</b>	<b>Anfang</b>			
Mitte (Durchlaufinne)	0,0	57,1		
Ende				
<b>Rohrform, Nennweite, Material, Länge</b>	KR 300	SBR	2,0	
<b>ROHRLEITUNG</b>	<b>Richtungswechsel</b>	Gefällewechsel		
Gegengefälle	+3% 33,7 bis 35,7			2,0 m' = 1 Rohr
Absturz, Sturzgefälle				
<b>ANSCHLUSS</b> (Zu-, Ein-, Auslauf)	rechts 12,6 / links 27,3 / links 38,5			35Stk
<b>EINLAUF</b>	schlecht verputzt	rechts 12,6		15Stk
nicht verputzt				
vorstehend				
schlecht eingeführt	links 27,3 / links 38,5			25Stk
verkalkt				
undicht				
<b>MUFFE</b>	mit breiter Fuge	2,4 bis 30,6		155Stk
versetzt				
geöffnet				
geöffnet und versetzt	32,6			15Stk
gerissen	unten 34,7 / oben 36,7			25Stk
ausgebrochen				
Dichtung vorstehend				
verkalkt				
undicht	oben 32,6			15Stk
<b>ROHRWAND</b>	radial gerissen			
axial gerissen	links, rechts 42,7 bis 50,7			8,0 m' = 4 Rohre
gebrochen				
abgeplatzt evtl. Loch				
ausgebrochen				
zusammengebrochen				
deformiert oder versetzt				
ausgewaschen				
ausgefressen				
verkalkt				
undicht				
<b>ABLAGERUNG</b>	lose (Sand, Kies etc.)			
hart (Zement, Mörtel etc.)				
glitschig (Silhaut)				
Kalk				
Wurzel				
Fremdkörper				
Stau				
<b>DIVERSES</b>				

### KANAL-SANIERUNGS-VORSCHLAG

Ort, Datum: 8135 Langnau a.A., 07.11.83  
Systemart: Mischwasserkanal  
Strasse, Strang: Dorfstrasse Süd

#### Sanierungsart

Reinigen mittels Hochdruck			
Sandstrahlen, Bürsten, Kratzen			
Fräsen, Ausbohren			
Entkräuten auf biologisch-septischer Basis			
Druckprobe global			
Muffenabdichtungsverfahren mit Druckprobe lokal			
Flächenabdichtungsverfahren lokal			
Flächenabdichtungsverfahren global (Relining)			
Neuerstellung, konventionelle Reparatur			
Priorität 1,4			

Total Menge Stk., m' = Rohre	Übertrag von Blatt:	Blatt: 2	Blatt: 1
KS 1		KS 3	KS 1
bis		KS 2	KS 2
KS 3			

#### Schaden

		124,2 m'	67,1 m'	57,1 m'	
<b>EINLAUF</b>	schlecht verputzt	4	45Stk	35Stk	15Stk
nicht verputzt					
vorstehend					
schlecht eingeführt					
verkalkt					
undicht					
<b>MUFFE</b>	mit breiter Fuge	4	275Stk	125Stk	155Stk
versetzt					
geöffnet					
geöffnet und versetzt					
gerissen					
ausgebrochen					
Dichtung vorstehend					
verkalkt					
undicht					
<b>ROHRWAND</b>	radial gerissen	4	8,0m'		8,0 m'
axial gerissen					
gebrochen					
abgeplatzt evtl. Loch					
ausgebrochen					
zusammengebrochen					
deformiert oder versetzt					
ausgewaschen					
ausgefressen					
verkalkt					
undicht					
<b>ABLAGERUNG</b>	lose (Sand, Kies etc.)				
hart (Zement, Mörtel etc.)					
glitschig (Silhaut)					
Kalk					
Wurzel					
Fremdkörper					
Stau					
<b>DIVERSES</b>					

Ausmass in Sanierungsdringlichkeiten eingestuft. Diese Dringlichkeitsstufen sind auf Grund der Richtlinien des Gewässerschutzes festzulegen, wobei der Durchfluss im Kanal, und dessen Dichtigkeit beurteilt werden.

2. *Ermittlung der Sanierungsprioritäten.* Die untersuchten Kanäle werden anhand der vorhandenen Dringlichkeitsstufen sowie der Schadenhäufigkeit oder Schadendichte miteinander verglichen sowie die Sanierungsprioritäten unter Berücksichtigung weiterer Faktoren ermittelt und das Ergebnis tabellarisch zusammengefasst.

3. *Sanierungsvorschläge.* Die verschiedenen Sanierungsmöglichkeiten innerhalb eines Kanals werden unter Berücksichtigung der übrigen Kanäle und auf Grund der in der Schadenauswertung aufgeführten Schadensituationen generell aufgezeigt. Dabei werden Schadenkumulierungen sowie verschiedene Randbedingungen bei den in dieser Phase noch produkteunabhängigen neutralen Sanierungsvorschlägen mitberücksichtigt.

Adresse des Verfassers: *Othmar Bucher*, Techniker HTL, Mitinhaber und Geschäftsführer des KFS Kanal-Service AG, 8048 Zürich.

## Die Abwasserbeseitigung aus dem Berghaus-Neubau auf dem Jungfrauojoch

Am 21. Oktober 1972 brannten auf dem Jungfrauojoch (3455 m ü.M.) das Touristenhaus aus dem Jahre 1912 und das alte Berghaus aus dem Jahre 1924 vollständig aus. Als Übergangslösung nahm die Jungfrauabahn im Januar 1975 das heutige Gletscherrestaurant in Betrieb. 1980 erhielten mehrere Architekten einen Projektierungsauftrag für ein neues Berghaus. Das von der Jury ausgewählte Projekt des Meiringer Architekten *Ernst E. Anderegg* wurde zur Ausführung empfohlen.

Auf dem Jungfrauojoch herrschen extreme Baubedingungen: Ein rauhes Bergklima mit Windgeschwindigkeiten bis 250 km/h und Schneefällen bis zu 10 m im Jahr (bei Verwehungen einige Meter mehr) erschweren die Arbeit mit Bauteilen, die nachts bis  $-30^{\circ}\text{C}$  abkühlen, um tagsüber an windgeschützten, sonnenbestrahlten Stellen bis  $+60^{\circ}\text{C}$  aufgeheizt zu werden.

### Eine Kläranlage für das Abwasser auf dem Joch?

Die Reinigung des Abwassers war eines der vielen Probleme, die gelöst werden mussten.

Eine biologische Klärung des Abwassers auf 3455 m ü.M. kam aus verschiedenen Gründen nicht in Frage. Zunächst wären die Baukosten des Berghauses viel höher geworden, hätte doch das Gebäude im Falle einer lokalen Wasserreinigung um das Volumen einer Kläranlage erweitert werden müssen (mehr Felsabtrag!).

Ausserdem bewegen sich die täglichen Besucherzahlen je nach Witterung zwischen einigen hundert und gegen 6000 Personen. Die Grösse der Anlage müsste auf die selten eintretende Maximalzahl ausgerichtet sein. Der Klärungsprozess würde infolge dieser extremen Schwankungen der Abwassermenge nur schlecht funktionieren. Schliesslich wären die Kosten für Betreuung und Unterhalt einer Anlage auf dem Joch unverhältnismässig hoch.

### Ableitung des Abwassers in einer 9 km langen Kunststoffleitung durch den Jungfrautunnel

Sämtliche auf dem Jungfrauojoch anfallenden Abwässer aus Toiletten, Küche sowie Unterkünften werden über eine

Tabelle. Abwasserleitung Jungfrauojoch–Kleine Scheidegg

Leitungslänge	9,4 km 7 km im Tunnel der Jungfrauabahn 2 km ausserhalb des Tunnels
Werkstoff	PE 50 (Hostalen GM 510 T2)
Rohrdurchmesser	160 mm
Rohrserien	S 8/S 5 (je nach Beanspruchung)
Rohrlängen	Stangen à 10 m
Rohrverbindungen	Heizelement-Stumpfschweissung/ Elektroschweissmuffen und Miniflanschverbindungen (System Rollmaplast)
Rohrleitung im Tunnel	Spezialanker aus Von-Roll-Betonstahl mit Hilti-Rohrschellen; Verankerung im Fels mit Hilti-Befestigungssystem
Höhendifferenz	1393 m
Gefälle	60 bis 250 ‰
Baukosten	2,6 Mio Franken
Bauherr	Jungfrauabahn AG
Projekt und Bauleitung	Balzari & Schudel, Ingenieure und Planer, Bern
Bauunternehmung	Stuag AG, Zollikofen
Rohrlieferant	Von Roll AG, Departement Rollmaplast, Subingen
Befestigungstechnik	Hilti (Schweiz) AG, Zürich

Kunststoffleitung zur Kleinen Scheidegg geleitet, von wo sie über die bestehende Kanalisationsleitung zur Abwasserreinigungsanlage Grindelwald gelangen.

Vom Jungfrauojoch bis zum Tunneleingang oberhalb der Station Eigergletscher wird die Kunststoffleitung mit einem Durchmesser von 160 mm im Bahntunnel angeordnet. Die Leitung wird im linken unteren Paramentbereich des Tunnelquerschnittes (bergwärts gesehen) fixiert. Der Tunnel weist ein Gefälle zwischen 60 und 250‰ und eine Länge von zirka 7 km auf. Der Wärmeinhalt des Abwassers ist ausreichend, um sein Absinken unter Null Grad während des Abflusses zu verhindern. Um den Wärmeinhalt möglichst gross zu halten, werden auf dem Joch die Abwässer mittels einer automatischen Schwimmersteuerung stossweise aus dem Sammelbecken abgelassen. Im unteren, kalten Teil des Tunnels wird die Leitung mit einer 3 cm starken Isolation umhüllt, um das Einfrieren zu verhindern; in den Stationen Eigeward und Eismeer wird sie zudem zwischen den beiden Geleisen unter Terrain verlegt. Vom Tunneleingang bis zum Anschluss an die bestehende Kanalisationsleitung auf der Kleinen Scheidegg wird die Kunststoffleitung auf einer

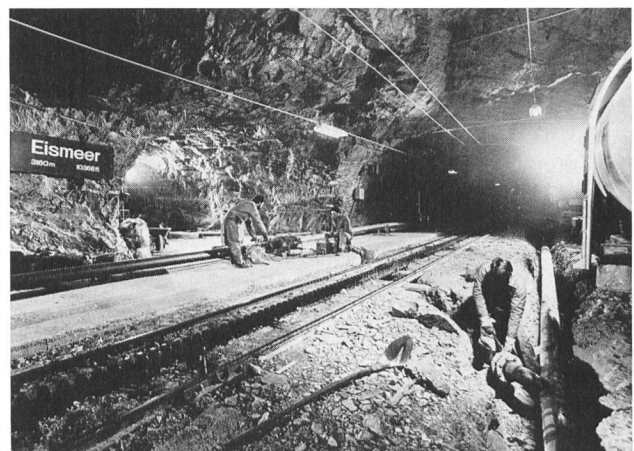


Bild 1. Bei einer Gesamtlänge von 10 km sind 7 km der Abwasserleitung (aus Polyäthylenrohren des Departements Rollmaplast der Von Roll AG) vom Jungfrauojoch auf die Kleine Scheidegg im Tunnel der Jungfrauabahn verlegt worden. Insgesamt wurden dafür 58 t Polyäthylenrohre und 18 t Befestigungsmaterial eingesetzt. Die Spezialisten der Stuag AG verbanden die Rohre mittels Stumpfschweissung. An schwierigen Montagestellen gelangte die Von-Roll-Elektroschweissmuffe zum Einsatz.