

<b>Zeitschrift:</b>	Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
<b>Band:</b>	76 (1984)
<b>Heft:</b>	5-6
<b>Artikel:</b>	Kanalsanierungsentscheidungen auf der Grundlage von professionellen Kanalfernsehprotokollen
<b>Autor:</b>	Bucher, Othmar
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-941200">https://doi.org/10.5169/seals-941200</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

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

# Kanalsanierungsentscheidungen auf der Grundlage von professionellen Kanalfernsehprotokollen

von Othmar Bucher

Kanalisationsbauten 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 nebst den normalen Reinigungsarbeiten mittels Hochdruck die Kanalisationen laufend (erstmals nach Beendigung der Bauarbeiten) einer umfassenden visuellen Kontrolle unterzogen werden. Somit können Mängel rechtzeitig erkannt und die erforderlichen Gegenmassnahmen getroffen werden.

Mittels eines systematisch durchgeföhrten Kanalfernsehundersuches 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 Kanalisationen werden auf deren Ausführungsqualität hin untersucht, was ein zuverlässiges und für alle verbindliches Abnahmegergebnis garantiert.

2. *Zustandskontrollen*. Kanalisationssysteme werden unmittelbar nach den Kanalreinigungsarbeiten auf deren Zustand hin mit Hilfe eines detaillierten Einsatzplanes untersucht. Kanalfernsehundersuche 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 Suchgrabarbeiten 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 Fernseh-Monitor überträgt. Je nach Kameragrösse und Verwen-

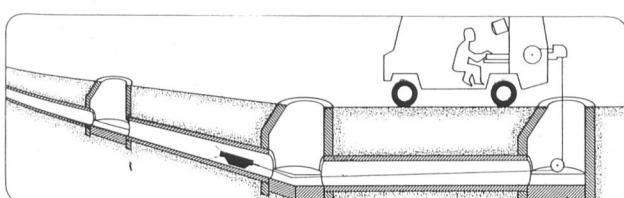


Bild 2. Schema Kanalfernsehensatz mit selbstfahrendem, lenkbarem Kamerawagen mit Flächenantrieb (computergesteuertes Kanalfernseh-System).



Bild 1. KFS-Kanalfernseh-Fahrzeug mit Kamerawageninstallationen.

dungszweck erstreckt sich der Begriff des «Kanalfernsehens» von der einfachen handbetriebenen Kofferanlage 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 Kamerawagens 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 Operators 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 Schadenssituation 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.

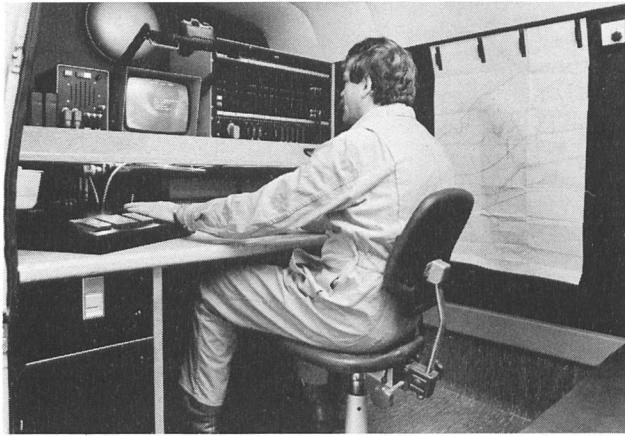


Bild 3. Beobachtungsplatz. Operateur bei der Arbeit (Kamerawagensteuerung, Monitorüberwachung, Dokumentierung).

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-UNTERSUCHUNGSPROTOKOLL**

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

#### Vorkommnis, Schaden

Menge  
Stk., m<sup>3</sup> = Rohre

KS-Nummer, Untersuchungsrichtung	KS 1	FR	KS 2	
SCHACHT	Anfang			
	Mitte (Durchlaufrinne)	0,0	57,1	
	Ende			
Rohrform, Nennweite, Material, Länge	KR 300 SBR 2,0			
ROHRLEITUNG Richtungswechsel				
Gefältswechsel				
Gegengefälle	+3% 33,7 bis 35,7			2,0 m <sup>3</sup> = 1 Rohr
Abzurz, Sturzgefälle				
ANSCHLUSS (Zu-, Ein-, Auslauf)	rechts 12,6 / links 27,3 / links 38,5		35tk	
EINLAUF	schlecht verputzt	rechts 12,6		15tk
	nicht verputzt			
	vorstehend			
	schlecht eingeführt	links 27,3	2 / links 38,5	6
	verkalkt			
	undicht			
MUFFE	mit breiter Fuge	2,4 bis 30,6	11	155tk
	versetzt			
	geöffnet			
	geöffnet und versetzt	32,6	11	15tk
	gerissen	unten 34,7	4 / oben 36,7	11
	ausgebrochen			
	Dichtung vorstehend			
	verkalkt			
	undicht	oben 32,6	11	15tk
ROHRWAND	radial gerissen	links, rechts 42,7 bis 50,7	11	8,0 m <sup>3</sup> = 4 Rohre
	axial gerissen			
	gebrochen			
	abgeplatzt evtl. Loch			
	ausgebrochen			
	zusammengebrochen			
	deformiert oder versetzt			
	ausgewaschen			
	ausgefressen			
	verkalkt			
	undicht			
ABLAGERUNG	lose (Sand, Kies etc.)			
	hart (Zement, Mörtel etc.)			
	glitschig (Silikat)			
	Kalk			
	Wurzel			
	Fremdkörper			
	Stau			
DIVERSES				

#### KANAL-SANIERUNGS-VORSCHLAG

##### Sanierungsart

Reinigen mittels Hochdruck				
Sandstrahlen, Bürsten, Kratzen				
Fräsen, Abohren				
Entkrautern auf biologisch-septischer Basis				
Druckprobe global				
Muffenabdichtungsverfahren mit Druckprobe lokal				
Flächenabdichtungsverfahren lokal				
Flächenabdichtungsverfahren global (Refining)				
Neuerstellung, konventionelle Reparatur				
Priorität 1,4				
Schaden				
EINLAUF	schlecht verputzt	4	45tk	35tk 15tk
	nicht verputzt			
	vorstehend		35tk	15tk 25tk
	schlecht eingeführt			
	verkalkt		○○○	
	undicht			
MUFFE	mit breiter Fuge	4	275tk	125tk 155tk
	versetzt			
	geöffnet	1	15tk	15tk
	geöffnet und versetzt	1	25tk	25tk
	gerissen			
	ausgebrochen			
	Dichtung vorstehend			
	verkalkt		○○	
	undicht	1	15tk	15tk
ROHRWAND	radial gerissen	4	8,0 m <sup>3</sup>	8,0 m <sup>3</sup>
	axial gerissen			
	gebrochen			
	abgeplatzt evtl. Loch			
	ausgebrochen			
	zusammengebrochen			
	deformiert oder versetzt			
	ausgewaschen			
	ausgefressen			
	verkalkt		○○○○	
	undicht			
ABLAGERUNG	lose (Sand, Kies etc.)			
	hart (Zement, Mörtel etc.)			
	glitschig (Silikat)			
	Kalk			
	Wurzel			
	Fremdkörper			
	Stau			
DIVERSES				

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 aufgeföhrten 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 Jungfraujoch

Am 21. Oktober 1972 brannten auf dem Jungfraujoch (3455 m ü.M.) das Touristenhaus aus dem Jahre 1912 und das alte Berghaus aus dem Jahre 1924 vollständig aus. Als Übergangslösung nahm die Jungfraubahn 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 Jungfraujoch 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 Bau teilen, 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 Jungfraujoch anfallenden Abwässer aus Toiletten, Küche sowie Unterkünften werden über eine

Tabelle. Abwasserleitung Jungfraujoch–Kleine Scheidegg

Leitungslänge	9,4 km 7 km im Tunnel der Jungfraubahn 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	Jungfraubahnen 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 Kanalisation zur Abwasserreinigungsanlage Grindelwald gelangen.

Vom Jungfraujoch 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 Eigerwand und Eismeer wird sie zudem zwischen den beiden Geleisen unter Terrain verlegt. Vom Tunneleingang bis zum Anschluss an die bestehende Kanalisation auf der Kleinen Scheidegg wird die Kunststoffleitung auf einer

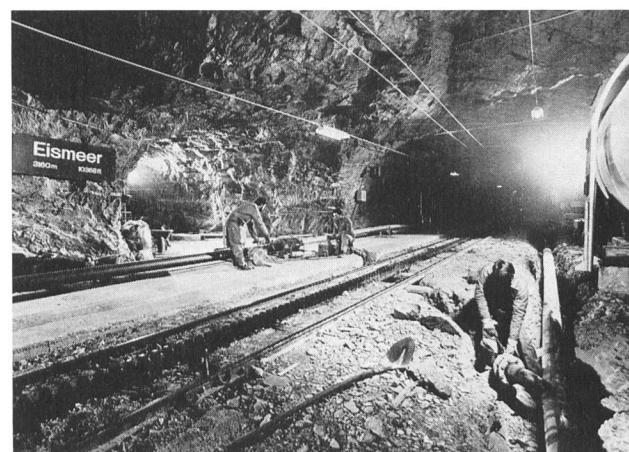


Bild 1. Bei einer Gesamtlänge von 10 km sind 7 km der Abwasserleitung (aus Polyäthylenrohren des Departements Rollmaplast der Von Roll AG) vom Jungfraujoch auf die Kleine Scheidegg im Tunnel der Jungfraubahn verlegt worden. Insgesamt wurden dafür 58 t Polyäthylenrohre und 18 t Befestigungsmaterial eingesetzt.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