**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 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: 24.10.2025** 

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 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 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-

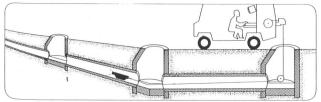


Bild 2. Schema Kanalfernseheinsatz mit selbstfahrendem, lenkbarem Kamerawagen mit Flächenantrieb (computergesteuertes Kanalfernsehsystem)



Bild 1. KFS-Kanalfernseh-Fahrzeug mit Kamerawageninstallationen.

dungszweck erstreckt sich der Begriff des «Kanalfernsehens» von der einfachen handbetriebenen 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 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

8135 Langnau a.A., 07.11.83 Strasse, Strang: Dorfstrasse Süd

KS-Nummer, U	ntersuchungsrichtung	KS 1 FR KS 2	
SCHACHT	Anfang		
	Mitte (Durchlaufrinne)	0,0 57,1	
	Ende		
	weite, Material, Länge	KR 300 SBR 2,0	
	Richtungswechsel		
	Gefällswechsel		
	Gegengefälle Absturz, Sturzgefälle	+3% 33,7 bis 35,7	2,0 m' = 1 Rohr
	Absturz, Sturzgeralie		
ANSCHLUSS	(Zu-, Ein-, Auslauf)	rechts 12,6 / links 27,3 / links 38,5	3Stk
EINLAUF	schlecht verputzt	rechts 12.6	1Stk
	nicht verputzt		
	vorstehend		
	schlecht eingeführt	links 27,3 2 / links 38,5 6	2Stk
	verkalkt		
	undicht		
MUFFE	mit breiter Fuge versetzt	2,4 bis 30,6 1	15Stk
	geöffnet		
	geöffnet und versetzt	32,6	1Stk
	gerissen	unten 34,7 4 / oben 36,7 5	2Stk
	ausgebrochen	uncen 34,7 22 / oben 30,7	ZSCR
	Dichtung vorstehend		
	verkalkt		
	undicht	oben 32,6	1Stk
			1000
ROHRWAND	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		
ABLAGERUNG	lose (Sand, Kies etc.)		
	hart (Zement, Mörtel etc.)		
	glitschig (Silhaut)		
	Kalk		
	Wurzel		
	Fremdkörper		
	Stau		

KANAL- SANIERUNGS- YORSCHLAG		Ort, Datum: Systemart: Strasse, Strang:				sch	iwas	ser	kan Sü		11.83			
Sanierungsart										Total M Stk., m	enge = Rohr	Übertrag von Blatt:	Blatt: 2	Blatt: 1
Reinigen mittels Hochdruck			=					_		٦	-			
Sandstrahlen, Bürsten, Kratzen										KS bis			KS 3 KS 2	KS 1
Fräsen, Ausbohren										KS			N2 5	NS 2
Entkrauten auf biologisch-septischer B	lasis									100	2			
Druckprobe global														
Muffenabdichtungsverfahren mit Druc	kprobe lokal									1				
Flächenabdichtungsverfahren lokal					1					1				
Flächenabdichtungsverfahren global (I	Relining)			1						1				
Neuerstellung, konventionelle Reparat			1							1				
Priorität 1,4		]												,
Schaden		L								124,2	.,		67,1 m'	57,1 m'
EINLAUF schlecht verputzt	4									4Stk			3Stk	1Stk
nicht verputzt		0												
vorstehend		0					-	•		3Stk			1Stk	2Stk
schlecht eingeführt		lõ						Ť						
verkalkt		O					(	0	OC					
undicht		Ŏ						Ĭ	Ţ					
MUFFE mit breiter Fuge	4	0		$\vdash$		-	+	+	+	27Stk		-	12Stk	15Stk
versetzt		Ĭŏ		+	O			+	+	E/SCK		_	IZGER	IJJER
geöffnet	1	ĕ		0	0		+	+	+	1Stk	-	-	-	1491
geöffnet und versetzt	1	10		1	-		+	+	+	2Stk		-	-	1Stk
gerissen	1	lő		0	0	$\vdash$	+	+	+	ZSCK	-	-	-	2Stk
ausgebrochen	-	ŏ			0		+	+	+			-	-	-
Dichtung vorstehend	-	lŏ	-	1	0	$\vdash$	1	0	+				-	-
verkalkt	-	lŏ		$\vdash$	0		-		20				-	-
undicht	1	ı	$\vdash$	$\vdash$	0	$\vdash$	+	-	7	1Stk			-	1041
undicht	1	1		H	9	+	+	+	+	IStk	-	-	-	1Stk
ROHRWAND radial gerissen	4				0					8	, Om !			8,0
axial gerissen				0		0		I						
gebrochen		0	0	0	0									
abgeplatzt evtl. Loch		0		0				T						
ausgebrochen		0		0										
zusammengebrochen		0												
deformiert oder verset	tzt	0												
ausgewaschen		0	0	0		0								
ausgefressen				O				1						
verkalkt				0		0		(	OC					
undicht				Ö					Ţ					
ABLAGERUNG lose (Sand, Kies etc.)	-		-			-	+	0	o c			-		-
hart (Zement, Mörtel	etc.)	0				$\exists$	-		50			-		-
glitschig (Silhaut)		ľ				-	-					-	-	-
Kalk	-	0	-			-	1		50			-	-	-
Wurzel	-	lŏ				-	0		1			-		-
Fremdkörper		lö	-			-		5	C			-		
Stau		ľ					-	1						-
		1						+	_					
DIVERSES			-	$\vdash$		-	-	-	-	_		-		



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 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 Bauteilen, die nachts bis  $-30\,^{\circ}$ C abkühlen, um tagsüber an windgeschützten, sonnenbestrahlten Stellen bis  $+60\,^{\circ}$ 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

Rohrverbidnungen Heizelement-Stumpfschweissung/ Elektroschweissmuffen und Miniflanschverbindungen

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 Pla-

ner, 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 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 Kanalisationsleitung auf der Kleinen Scheidegg wird die Kunststoffleitung auf einer

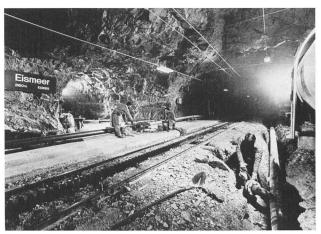


Bild 1. Bei einer Gesamtlänge von 10 km sind 7 km der Abwasserleitung (aus Polyäthylenrohren des Departements Rollmaplast der Von Roll AG) vom Jungfraujoch auf die Kleine Scheidegg im Tunnel der Jungfraubahn verlegt worden. Insgesamt wurden dafür 58 t Polyäthylenrohre und 18 t Befestigungsmaterial eingesetzt.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

