



PCI GROUP
PÖLLMANN CONSULTING INTERNATIONAL

PÖLLMANN CONSULTING
INTERNATIONAL

INSTANDHALTUNGSMANAGEMENT
VON ROHRLEITUNGSSYSTEMEN

ARCHITEKTUR & INGENIEURWESEN

IMMOBILIENMANAGEMENT

Silberbornstraße 14
D-60320 Frankfurt am Main

T +49 69 / 96 86 499-4
F +49 69 / 96 86 499-5

poellmann@pci-group.de
www.pci-group.de

SACHVERSTÄNDIGENBERICHT

Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit des „SAERTEX-S-Liner“ bei einer Verlängerung der Nutzungsdauer von 50 auf 70 Jahre

x:\daten\pci group\projekte\saertex\schriftsatz_betrachtungen zur wirtschaftlichkeit des saertex-s-liner (ohne einzelpreise).doc

Dipl.-Ing. Christoph Pöllmann M.Eng.
ö.b.u.v. Sachverständiger für
Kanalinspektion und Kanalsanierung
Zertifizierter Kanalsanierungs-Berater



Beratender Ingenieur
IngkH, Nr. B 1422



Mitglied im Verband
Beratender Ingenieure VBI

1. Ausfertigung

Dieser Sachverständigenbericht umfasst 17 Seiten mit 8 Graphiken.

Verteiler: 1. u. 2. Ausfertigung, SAERTEX multiCom GmbH
Brochterbecker Damm 52, D-48369 Saerbeck



Stellvertretender Vorsitzender
des Vorstands im Verband
Zertifizierter Sanierungs-
Berater für Entwässerungs-
systeme VSB



Mitglied in Deutsche
Vereinigung für Wasser-
wirtschaft, Abwasser und
Abfall DWA



Mitglied im Rohrleitungs-
sanierungsverband RSV



Mitglied in German
Society for Trenchless
Technology GSTT



Member of International
Society for Trenchless
Technology ISTT

DATENSCHUTZ UND URHEBERRECHT

Wegen der firmenbezogenen Angaben unterliegt der Inhalt dem Datenschutz. Daher gilt das Gutachten nur für das oben bezeichnete Thema. Vervielfältigungen dieses Gutachtens für den eigenen nicht kommerziellen Gebrauch sind gestattet. Der Sachverständige verweist auf sein URHEBERRECHT. Das Gutachten ist nur für den genannten Verwendungszweck gültig.



Inhaltsverzeichnis

Projektdaten.....	3
Literaturverzeichnis	4
Unterlagen	5
1 Vorgang.....	6
2 Betrachtungen an zwei Beispielen.....	7
2.1 Beispiel Nr. I	7
2.2 Beispiel Nr. II	8
3 Kostenvergleichsrechnung (KVR)	10
3.3 Funktionsanpassung und Nutzungsdauer	10
3.4 Nutzungsdauer.....	10
3.5 Darstellung der Kostenreihen.....	11
3.6 Berechnung der Kostenbarwerte in zeitlicher Entwicklung	13
3.7 Vergleich der Kostenbarwerte in zeitlicher Entwicklung.....	15
4 Beurteilung der durchgeführten Kostenvergleichsberechnung.....	16



Projektdaten

Auftraggeber (Hersteller Schlauchliner)	SAERTEX multiCom GmbH Brochterbecker Damm 52 D-48369 Saerbeck
Auftragsdatum	22. November 2007
Auftragnehmer (Sachverständiger)	Dipl.-Ing. Christoph Pöllmann M.Eng. ö.b.u.v. Sachverständiger für Kanalinspektion und Kanalsanierung Silberbornstraße 14 D-60320 Frankfurt am Main
Thema	Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit des „SAERTEX-S-Liner“ bei einer Verlängerung der Nutzungsdauer von 50 auf 70 Jahre
BEISPIEL I	Mischwasserkanal 3 Haltungen DN 700, Stb Gesamtlänge 120 m
BEISPIEL II	Mischwasserkanal 25 Haltungen DN 250 bis DN 400, Stb Gesamtlänge 1.500 m



Literaturverzeichnis

- [1] DIN EN 761 Kunststoff-Rohrleitungssysteme - Rohre aus glasfaser-
verstärkten duroplastischen Kunststoffen (GFK) -
Bestimmung des Kriechfaktors im trockenen Zustand;
Beuth Verlag, Berlin 1994
- [2] LAWA-Leitlinien Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenver-
gleichsrechnungen (KVR-Leitlinien), Länderarbeits-
gemeinschaft Wasser, Kulturbuchverlag, Berlin 2005
- [3] VSB Empfehlung Nr. 01 Ingenieurleistungen bei der Kanalsanierungsplanung,
Verband zertifizierter Sanierungs-Berater für Ent-
wässerungssysteme VSB, Mühldorf am Inn 2004
- [4] VSB Empfehlung Nr.5 Schlauchlining in Haltungen (drucklos), Verband
zertifizierter Sanierungs-Berater für Entwässerungs-
systeme VSB, Mühldorf am Inn 2003
- [5] RSV Merkblatt Nr. 1 Renovierung von Entwässerungskanälen und -leitungen
mit vor Ort härtendem Schlauchlining, Anforderungen,
Gütesicherung und Prüfung, Rohrleitungssanierungsver-
band RSV, Essen 2006



Unterlagen

- [U1] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr.Z-42.3-350 über den „SAERTEX-Liner“ mit Datum vom 11. September 2007

- [U2] PRÜFBERICHT: PA0428 - Teil 3, IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur, Exterbruch 1, 45886 Gelsenkirchen vom 20. Juni 2007



1 Vorgang

Die Firma SAERTEX multiCom produziert und vertreibt den „SAERTEX-Liner“ zur Sanierung schadhafter Abwasserkanäle und -leitungen in den Nennweiten DN 100 bis DN 1200 sowie für Eiprofile in den Dimensionen 250/375 mm bis 950/1425 mm (bei einem Verhältnis von B:H = 2:3). Zur Fertigung der aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) bestehenden Schlauchliner, wird eine spezielle Gelegekonstruktion eingesetzt. Der „SAERTEX-Liner“ verfügt über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vom Deutschen Institut für Bautechnik in Berlin (DIBT) [U1].

Die Schlauchliner werden als „SAERTEX-M-Liner“ und als „SAERTEX-S-LINER“ angeboten. Durch einen größeren massenbezogenen Glasanteil, erreicht der „S-Liner“ höhere Werte beim Elastizitätsmodul und bei der Biegezugfestigkeit.

Gemäß den Ausführungen von [2], [3], [4] und [5] wird bei Renovierungsverfahren mit vor Ort härtendem Schlauchlining, üblicherweise eine mittlere technische Nutzungsdauer von 50 Jahren angesetzt.

Die Firma SAERTEX multiCom hat beim Institut für Unterirdische Infrastruktur (IKT) einen Langzeit-Scheiteldruckversuch in Anlehnung an [1] mit einem Belastungszeitraum von 20.000 Stunden in Auftrag gegeben. Hierbei wurden der dem 50-jährigen Extrapolationszeitraum zugrunde liegende 10.000 Stunden-Versuch verdoppelt, um so den Nachweis der Extrapolationsfähigkeit auf eine mittlere technische Nutzungsdauer von 70 Jahren zu erbringen. Mit den Prüfbericht Nr. PA0428 - Teil 3 vom IKT [U2] wurde der Nachweis geführt.

Der entsprechende Spülversuch nach dem „Hamburger Modell“ ist ebenfalls beauftragt.

Am 22. November 2007 wurde der unterzeichnende Sachverständige von der Firma SAERTEX multiCom beauftragt, eine Betrachtung zur Wirtschaftlichkeit des „SAERTEX-S-Liner“ bei einer Verlängerung der Nutzungsdauer von 50 auf 70 Jahre anzustellen. Hierzu wurden die Unterlagen [U1] und [U2] an den Sachverständigen übergeben.



2 Betrachtungen an zwei Beispielen

Zur Darstellung der Kostenentwicklung wurden zwei unterschiedliche Beispiele (Nr. I und II, reale Maßnahmen) betrachtet. So wurde die grabenlose Sanierung mittels Schlauchlining (inkl. grabenloser Anbindung der Seitenzuläufe) der Erneuerung in offener Bauweise gegenüber gestellt.

2.1 Beispiel Nr. I

Mischwasserkanal DN 700, Beton, 3 Haltungen, Gesamtlänge 120 m. Kanal liegt in 2,6 bis 3,7 m Tiefe, mittig unter der Straße. Die Haltungen sind hydraulisch ausreichend. Die Kanäle liegen permanent im Hangschichtenwasser. Als Boden stehen Kies-Sand-Gemische an. Gasleitungen liegen teilweise in unmittelbarer Nähe des Kanals. Anwohnerstraße in ländlichem Wohngebiet. Die Straßenbreite beträgt 3,5 m.

Investitionskosten (IKRN) der Renovierung in geschlossener Bauweise mit SAERTEX-S-LINER:

Kanalreinigung
Roboterarbeiten
Injektionstechnik mit PUR Harz
Schlauchlinerarbeiten
Zulaufeinbindung
Wasserhaltung
Dokumentation
Druckprüfung der sanierten Kanäle
Tagelohnarbeiten
Planungskosten

Summe Netto	80.530,00 EUR
zzgl. MwSt. 19,00 %	15.300,70 EUR
Summe Brutto	95.830,70 EUR
IKRN Beispiel I, SAERTEX-S-Liner	≈ 96.000 EUR



Investitionskosten (IKERN) der Erneuerung in offener Bauweise:

Baustelleneinrichtung	
Straßenbauarbeiten	
Abbrucharbeiten	
Erdarbeiten	
Rohrleitungen + Schächte	
Verbauarbeiten	
Sicherung von Kanal-Seitenzuläufen, Gas-, Wasser und Stromleitungen	
Wasserhaltung	
Hausanschlüsse anbinden	
Planungskosten	

Summe Netto	104.613,00 EUR
zzgl. MwSt. 19,00 %	19.876,47 EUR

Summe Brutto	124.489,47 EUR
IKERN Beispiel I, offene Bauweise	≈ 124.500 EUR

2.2 Beispiel Nr. II

Mischwasserkanal DN 250 bis DN 400, Beton, 25 Haltungen, Gesamtlänge 1.500 m. Kanal liegt in 1,8 bis 3,5 m Tiefe, mittig unter der Straße. Die Haltungen sind hydraulisch ausreichend. Kein Grundwasser. Als Boden stehen Kies-Sand-Gemische an. Wasserleitungen liegen teilweise in unmittelbarer Nähe des Kanals. Hauptdurchfahrtsstrasse durch landwirtschaftlich geprägten Ort. Die Straßenbreite beträgt 5,5 m.

Investitionskosten (IKRN) der Renovierung in geschlossener Bauweise mit SAERTEX-S-LINER:

Kanalreinigung	
Roboterarbeiten	
Schlauchlinerarbeiten	
Zulaufeinbindung	
Wasserhaltung	
Dokumentation	
Druckprüfung der sanierten Kanäle	
Schachtsanierung	
Tagelohnarbeiten	
Planungskosten	

Summe Netto	411.637,00 EUR
zzgl. MwSt. 19,00 %	78.211,03 EUR

Summe Brutto	489.848,03 EUR
IKRN Beispiel II, SAERTEX-S-Liner	≈ 490.000,00 EUR



Investitionskosten (IKERN) der Erneuerung in offener Bauweise:

Baustelleneinrichtung
Baugelände freimachen
Unterbau herstellen
Straßenabläufe
Oberbau herstellen
Erdarbeiten
Rohrleitungen + Schächte
Wasserhaltung
Sicherungs- und Verbauarbeiten
Hausanschlüsse anbinden
Sonstiges - Vermessung
Planungskosten

Summe Netto	647.042,00 EUR
zzgl. MwSt. 19,00 %	122.937,98 EUR

Summe Brutto	769.979,98 EUR
--------------	----------------

IKERN Beispiel II, offene Bauweise **≈ 770.000,00 EUR**



3 Kostenvergleichsrechnung (KVR)

Die folgende Kostenvergleichsrechnung (KVR) wurde als Vergleich der zeitlichen Entwicklung der Projektkostenbarwerte auf Grundlage der Leitlinie zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen [2] durchgeführt.

Bei der grabenlosen Sanierung mittels Schlauchlining wurden einmal die Kosten bei einer Nutzungsdauer von 50 Jahren und einmal bei einer Nutzungsdauer von 70 Jahren ermittelt.

3.3 Funktionsanpassung und Nutzungsdauer

Eine gegenwärtige bzw. zukünftige Funktionsanpassung ist nicht ersichtlich bzw. bekannt. Der hydraulische Querschnitt der Kanäle ist ausreichend. Die Zustandsprognose für die untersuchten Haltungen lässt eine Renovierung zu und eine Erneuerung nach 50 Jahren erwarten. Damit können zwei alternative Sanierungskonzepte betrachtet werden.

Variante 01: Renovierung gefolgt von Erneuerung

Variante 02: Erneuerung gefolgt von Erneuerung

3.4 Nutzungsdauer

Bei neu errichteten Abwasserkanälen wird üblicherweise von einer mittleren technischen Nutzungsdauer von 80 Jahren ausgegangen (siehe hierzu auch [2]). Bei der Renovierung mittels Schlauchlining wird i.d.R. von einer mittleren technischen Nutzungsdauer von 50 Jahren ausgegangen (siehe hierzu auch [2], [3], [4] und [5]). Im Folgenden wird nun auch eine mittlere technische Nutzungsdauer von 70 Jahren dargestellt.

Renovierung: $nRN_{(t = 50)} = 50$ Jahre

Renovierung: $nRN_{(t = 70)} = 70$ Jahre

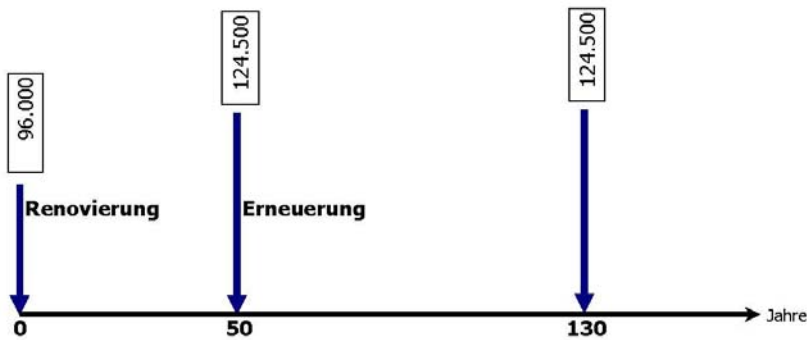
Erneuerung: $nERN_{(t = 80)} = 80$ Jahre



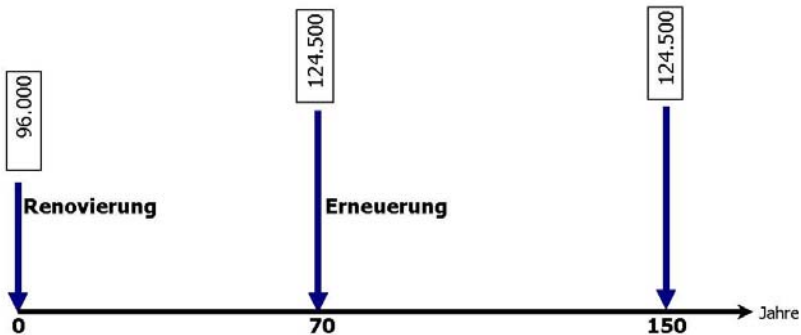
3.5 Darstellung der Kostenreihen

Beispiel Nr. I

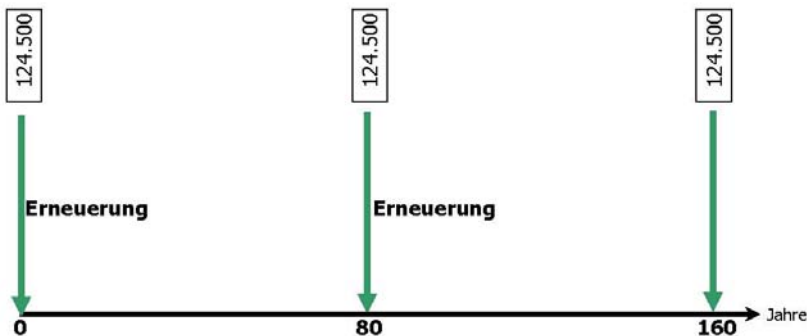
Variante 01 mit nRN (t = 50): Renovierung durch SAERTEX-S-Liner, gefolgt von Erneuerung:



Variante 01 mit nRN (t = 70): Renovierung durch SAERTEX-S-Liner, gefolgt von Erneuerung:



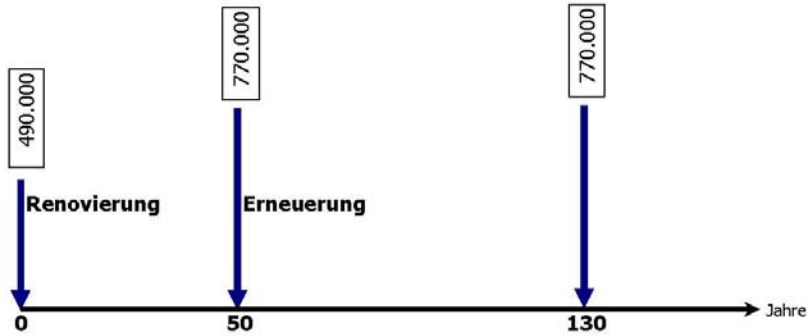
Variante 02: Erneuerung durch offene Bauweise



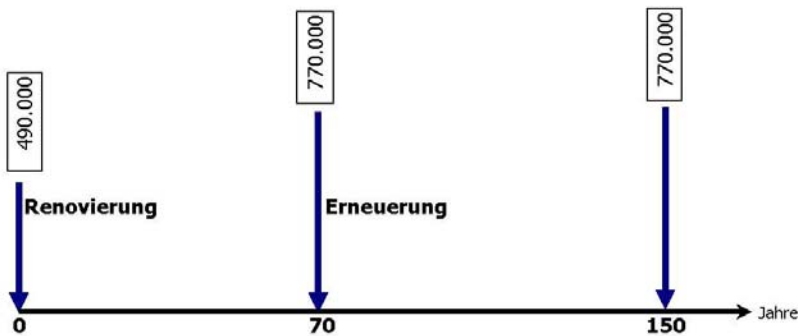


Beispiel Nr. II

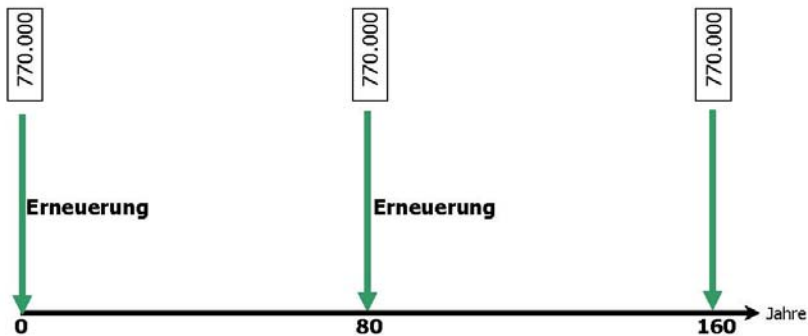
Variante 01 mit nRN (t = 50): Renovierung durch SAERTEX-S-Liner, gefolgt von Erneuerung:



Variante 01 mit nRN (t = 70): Renovierung durch SAERTEX-S-Liner, gefolgt von Erneuerung:



Variante 02: Erneuerung durch offene Bauweise





3.6 Berechnung der Kostenbarwerte in zeitlicher Entwicklung

Beispiel Nr. I

Variante 01, Renovierung mit SAERTEX-S-Liner (t = 50):

			Summe [€]
0-50	96.000		96.000
- 130	124.500 x DFAKE (3;50)		
	124.500 x 0,22811	= 28.400	124.400
> 130	124.500 x DFAKE (3;130)	DFAKE (3;130) = $1/(1+i)^n$	
	124.500 x 0,0214	= 2.664	127.064

Variante 01, Renovierung mit SAERTEX-S-Liner (t = 70):

			Summe [€]
0-70	96.000		96.000
- 150	124.500 x DFAKE (3;70)		
	124.500 x 0,12630	= 15.724	111.724
> 150	124.500 x DFAKE (3;150)	DFAKE (3;150) = $1/(1+i)^n$	
	124.500 x 0,0119	= 1.478	113.202

Variante 02, Erneuerung in offener Bauweise (t = 80):

			Summe [€]
0-80	124.500		124.500
- 160	124.500 x DFAKE (3;80)		
	124.500 x 0,09398	= 11.701	136.201
> 160	124.500 x DFAKE (3;160)		
	124.500 x 0,0088	= 1.096	137.297



Beispiel Nr. II

Variante 01, Renovierung mit SAERTEX-S-Liner (t = 50):

			Summe [€]
0-50	490.000		490.000
- 130	770.000 x DFAKE (3;50)		
	770.000 x 0,22811	= 175.645	665.645
> 130	770.000 x DFAKE (3;130)	DFAKE (3;130) = 1/(1+i) ⁿ	
	770.000 x 0,0214	= 16.478	682.123

Variante 01, Renovierung mit SAERTEX-S-Liner (t = 70):

			Summe [€]
0-70	490.000		490.000
- 150	770.000 x DFAKE (3;70)		
	770.000 x 0,12630	= 97.251	587.251
> 150	770.000 x DFAKE (3;150)	DFAKE (3;150) = 1/(1+i) ⁿ	
	770.000 x 0,0119	= 9.163	596.414

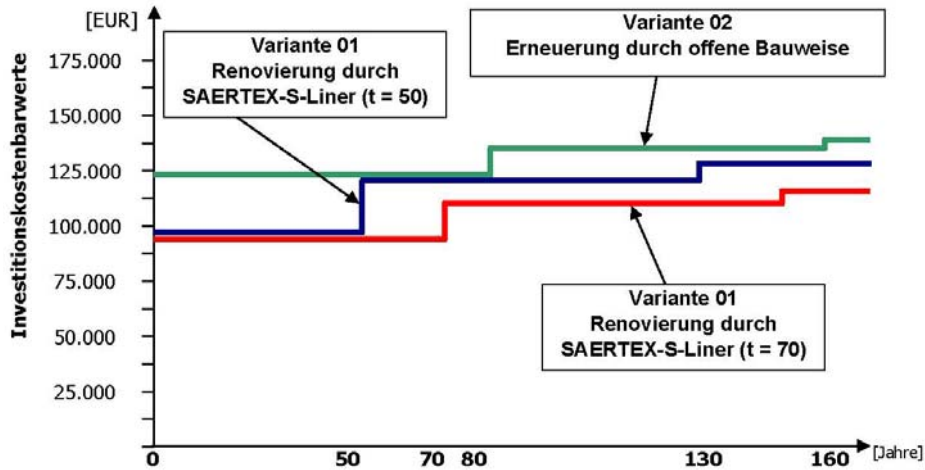
Variante 02, Erneuerung in offener Bauweise (t = 80):

			Summe [€]
0-80	770.000		770.000
- 160	770.000 x DFAKE (3;80)		
	770.000 x 0,09398	= 72.365	842.365
> 160	770.000 x DFAKE (3;160)		
	770.000 x 0,0088	= 6.776	849.141

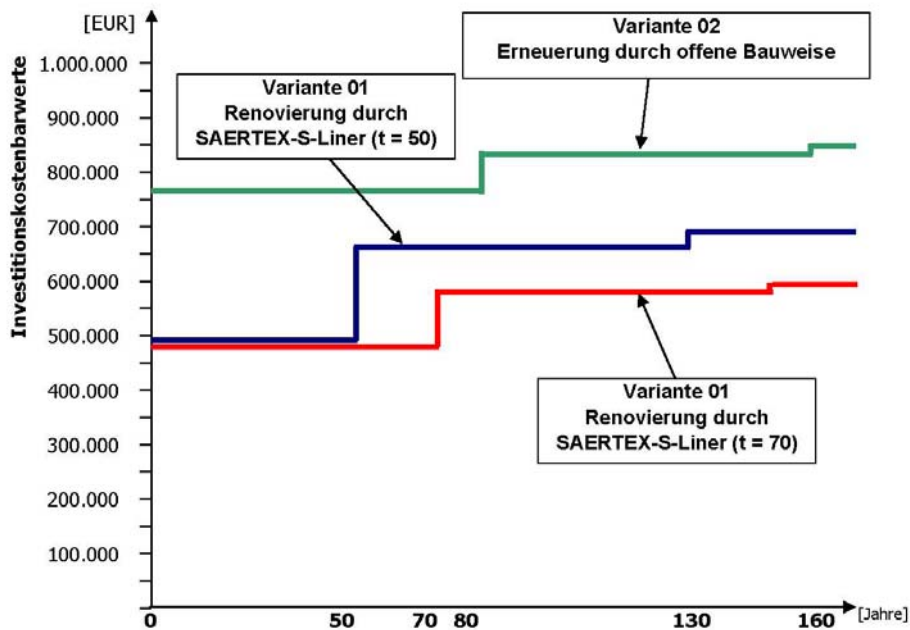


3.7 Vergleich der Kostenbarwerte in zeitlicher Entwicklung

Beispiel Nr. I



Beispiel Nr. II





4 Beurteilung der durchgeführten Kostenvergleichsberechnung

Jede Baumaßnahme hat ihre eigenen technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Von einer Baumaßnahme zur anderen können sich diese erheblich unterscheiden und sind somit nicht pauschalierbar.

Bei den beiden aufgezeigten Beispielen, (reale Maßnahmen) fällt die Wahl der kostengünstigeren Varianten bereits bei einer angesetzten Nutzungsdauer von 50 Jahren zugunsten der Variante 01 (Renovierung mit Schlauchlining) aus. Bei Ansatz einer mittleren technischen Nutzungsdauer von 70 Jahren, entsteht ein weiterer deutlicher Kostenvorteil (siehe Punkt 3.7).

Bei der Annahme einer linearen Abschreibung und Berücksichtigung einer 6%-igen Verzinsung entstehen folgende Annuitäten:

Beispiel Nr. I

Renovierung mit SAERTEX-S-Liner (nRN = 50) = 96.000,00 EUR

Abschreibung über 50 Jahre

$$K_{n(v01, t=50)} = K_0 \cdot \left[\frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = 96.000 \cdot \left[\frac{0,06 \cdot (1+0,06)^{50}}{(1+0,06)^{50} - 1} \right] = \underline{\underline{6.090,65 \text{ EUR/a}}}$$

Renovierung mit SAERTEX-S-Liner (nRN = 70) = 96.000,00 EUR

Abschreibung über 70 Jahre

$$K_{n(v01, t=70)} = K_0 \cdot \left[\frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = 96.000 \cdot \left[\frac{0,06 \cdot (1+0,06)^{70}}{(1+0,06)^{70} - 1} \right] = \underline{\underline{5.859,18 \text{ EUR/a}}}$$

Erneuerung in offener Bauweise (nERN = 80) = 124.500,00 EUR

Abschreibung über 80 Jahre

$$K_{n(v02, t=80)} = K_0 \cdot \left[\frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = 124.500 \cdot \left[\frac{0,06 \cdot (1+0,06)^{80}}{(1+0,06)^{80} - 1} \right] = \underline{\underline{7.541,28 \text{ EUR/a}}}$$



Beispiel Nr. II

Renovierung mit SAERTEX-S-Liner (nRN = 50) = 490.000,00 EUR

Abschreibung über 50 Jahre

$$K_{n(v01, t=50)} = K_0 \cdot \left[\frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = 490.000 \cdot \left[\frac{0,06 \cdot (1+0,06)^{50}}{(1+0,06)^{50} - 1} \right] = \underline{\underline{31.087,70 \text{ EUR/a}}}$$

Renovierung mit SAERTEX-S-Liner (nRN = 70) = 490.000,00 EUR

Abschreibung über 70 Jahre

$$K_{n(v01, t=70)} = K_0 \cdot \left[\frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = 490.000 \cdot \left[\frac{0,06 \cdot (1+0,06)^{70}}{(1+0,06)^{70} - 1} \right] = \underline{\underline{29.906,23 \text{ EUR/a}}}$$

Erneuerung in offener Bauweise (nERN = 80) = 124.500,00 EUR

Abschreibung über 80 Jahre

$$K_{n(v02, t=80)} = K_0 \cdot \left[\frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = 770.00 \cdot \left[\frac{0,06 \cdot (1+0,06)^{80}}{(1+0,06)^{80} - 1} \right] = \underline{\underline{46.640,86 \text{ EUR/a}}}$$

Frankfurt am Main, 31. Dezember 2007



Dipl.-Ing. Christoph Pöllmann M.Eng.
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Kanalinspektion und Kanalsanierung