

Reiterstrasse 11  
3011 Bern  
Telefon 031 633 38 11  
e-mail info.awa@bve.be.ch  
Internet www.be.ch/awa

# Vorgehen zur Bestimmung der Kosten von Abwasserkanälen

## Grundlagen der Kostenbestimmung

Die in diesem Merkblatt präsentierten Kostenformeln basieren auf Baukostenberechnungen von Abwasserkanälen verschiedenen Durchmessers in Abhängigkeit der mittleren Tiefe und der Bauverhältnisse.

Die Grundlagen der Kostenbestimmung sind:

- Richtpreise 2000 des Schweizerischen Baumeisterverbands (SBV)
- MWST: 7.5% (Satz 2000)
- Honorare: 15%
- Normen SIA 190 und EN 1610

Folgende Abbildung zeigt als Beispiel die Kurven der Laufmeterpreise von Kanälen im Strassenbereich in Funktion von Durchmesser und Bautiefe:

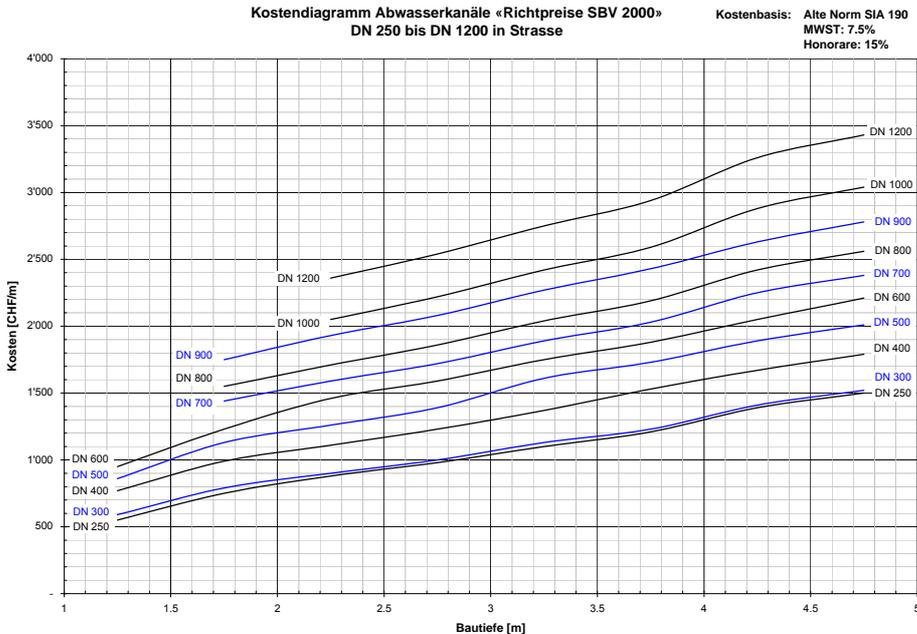


Abbildung 1: Kostenkurven für Kanäle im Strassenbereich nach alter Norm SIA 190.

## Ableitung der Basisformeln

Aus den Kostenkurven wurden mittels Linearregressionen die Basisformeln entwickelt, deren Koeffizienten je nach Leitungsdurchmesser (DN 250 bis DN 1200) und Bauart (Strasse oder Feld) variieren:

$$c_{\phi}(t) = a \cdot t + b$$

$c$ : Kosten pro Laufmeter [CHF/m]  
 $\phi$ : Durchmesser  
 $t$ : mittlere Bautiefe [m]  
 $a, b$ : Koeffizienten [-]

Die Basisformeln (Nettokosten 2000 ohne MWST und Honorare, Erstellung entsprechend SIA 190) sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst.

Abwasserkanäle in der Strasse			
Durchm. $\phi$	a	b	$\Delta b$
DN 250	211	212	97
DN 300	207	247	105
DN 400	230	368	154
DN 500	260	422	162
DN 600	276	498	194
DN 700	257	701	202
DN 800	276	758	307
DN 900	280	925	324
DN 1000	328	901	332
DN 1200	356	1084	453

Abwasserkanäle im Feld			
Durchm. $\phi$	a	b	$\Delta b$
DN 250	214	-37	0
DN 300	208	29	0
DN 400	240	94	81
DN 500	276	134	89
DN 600	291	192	113
DN 700	268	410	105
DN 800	298	434	178
DN 900	305	564	194
DN 1000	340	557	210
DN 1200	372	681	348

Tabellen 1a und b: Koeffizienten der Basisformeln für Kanäle nach SIA 190. Der Koeffizient b ist um den Wert  $\Delta b$  zu erhöhen, falls die Erstellung des Kanals nach der neuen Norm SIA 190 erfolgt, die auf der Norm EN 1610 basiert (erhöhte Baugrubenbreite).

Die Formeln für die Kostenberechnung von Sanierungsleitungen basieren auf der AWA Dokumentation «Gewässerschutz in der Landwirtschaftszone». Die Koeffizienten für Bautiefen kleiner respektive grösser als 1.50 m sind unterschiedlich.

Sanierungsleitungen						
Art	Durchm. $\phi$	t < 1.50 m		t > 1.50 m		
		a	b	a	b	
Grabenfräse	DN 125	18	48	61	-16	
	DN 160	49	38	92	-27	
	DN 200	60	43	92	-6	
	DN 250	60	69	103	5	
Bagger	DN 125	39	48	187	-174	
	DN 160	49	43	229	-226	
	DN 200	81	22	229	-200	
	DN 250	60	69	250	-216	

Tabelle 2: Koeffizienten der Basisformeln für Sanierungsleitungen entsprechend der Bauart (Grabenfräse oder Bagger).

Bemerkungen: Die Laufmeterpreise, welche in den Musterbeispielen des AWA Merkblatts 2001 «GEP-Anlagebuchhaltung» enthalten sind, haben exemplarischen Charakter. Sie sind nicht mittels vorliegender Formeln berechnet worden, da der Investitionsplan des AWA Musterbeispiels 1997 übernommen wurde.

Um einen Anstieg der Werterhaltungskosten zu vermeiden, schlägt das AWA vor, zur Bestimmung der Wiederbeschaffungswerte der Kanäle vorläufig die Formeln nach alter Norm SIA 190 (also ohne die Korrektur  $\Delta b$ ) zu verwenden.

## Korrekturfaktoren und Zuschläge

Die Basisformeln gelten für den Kanalbau unter normalen Bedingungen. In folgenden Fällen müssen Korrekturfaktoren und Zuschläge (Wertebereich in eckigen Klammern) berücksichtigt werden:

- Felsiger Untergrund**  
**[ $f_{\text{Terrain}}=1.00-1.50$ ]:** Zuschlagsfaktor aufgrund des Aushubs im felsigen Terrain. Am Ende des Merkblatts sind Beispiele hierzu aufgeführt (s. Tabellen 3a und b).
- Grundwasser**  
**[ $\Delta_{\text{GW}}=f(\phi)$ ]:** Zuschlag aufgrund der Erstellung im Grundwasser. Der Kostenunterschied ist abhängig vom Kanaldurchmesser (s. Tabelle 4). Dieser Zuschlag ist nur anwendbar bei Kanälen nach SIA 190 und nicht bei Sanierungsleitungen.

- Werkleitungen  
[ $\Delta_{WL}=100.-/m'$ ]: Zuschlag aufgrund des Vorhandenseins von Werkleitungen längs des Abwasserkanals (nicht anwendbar bei Sanierungsleitungen).
- Bau in derselben Grube  
[ $f_{Grube}=0.75$ ]: Reduktionsfaktor für den Bau mehrerer Kanäle in derselben Baugrube. Dieser Faktor ist nur bei Kanälen anwendbar, die gleichzeitig ersetzt werden. Er muss bei allen Kanälen in derselben Grube berücksichtigt werden.
- Transportleitungen  
[ $f_{Transport}=0.70-0.90$ ]: Reduktionsfaktor für Transportleitungen. Für Verbandsleitungen oder andere Transportleitungen ausserhalb der Bauzone kann eine Kostenreduktion angenommen werden (nicht anwendbar bei Sanierungsleitungen):
  - erhöhte Distanz zwischen Kontrollschächten
  - nur wenige seitliche Anschlüsse
  - weniger Kreuzungen mit Werkleitungen
  - Leitungsersatz in grösseren Bauetappen

## Aktualisierung der Anlagebuchhaltung

Die Anlagebuchhaltung muss periodisch aktualisiert werden. Die Baukosten der Kanäle müssen an den Produktionskosten-Index (PKI) bezüglich des PKI-Referenzwertes (Referenz-Jahr/Monat: 2000.01, PKI: 100.0), sowie auch an die aktuelle MWST und den aktuellen Honoraransatz angepasst werden.

Die komplette Formel präsentiert sich dann wie folgt:

$$c_{\phi}(t) = [f_{Terrain} \cdot f_{Transport} \cdot (a \cdot t + b + \Delta b) + \Delta_{GW} + \Delta_{WL}] \cdot f_{Grube}$$

$$W = c_{\phi}(t) \cdot \left[ 1 + \frac{(PKI - 100) \cdot 75}{100 \cdot 100} \right] \cdot \left[ \left( 1 + \frac{MWST}{100} \right) \cdot \left( 1 + \frac{Hon}{100} \right) \right]$$

$c_{\phi}$ :	Kosten pro Laufmeter (ohne MWST und Honorare) in Abhängigkeit des Durchmessers; Basisformeln ( $\Delta b=0$ für Berechnung nach alter Norm SIA 190)	[CHF/m]
W:	aktueller Wiederbeschaffungswert	[CHF/m]
PKI:	aktueller Produktionskosten-Index entsprechend der SBV-Dokumentation, Bausparte 'Kanal- und Leitungsbau'; PKI=100.0 für 2000.01	[-]
MWST:	aktuelle Mehrwertsteuer	[%]
Hon:	aktueller Honoraransatz	[%]

Mittels dieser Formel können die Wiederbeschaffungswerte der Abwasserkanäle für den Grossteil des Kanalnetzes aktualisiert werden. Die Ausnahme bilden Kanäle mit Spezialprofil oder mit einem Kaliber grösser als DN 1200, sowie der Kanalbau unter besonderen Bedingungen. In den genannten Fällen sind die Wiederbeschaffungswerte andersartig zu schätzen.

Bemerkung: Auf Anfrage können beim AWA ein PC-Programm (MS Access 2000) zur Kostenbestimmung, sowie Kostendiagramme (MS Excel) und die Ableitung der Formeln per Email bezogen werden.

## Beispiele

Die Grundlagen der Kostenbestimmung sind in den folgenden drei Beispielen identisch:

- Erstellung nach alter Norm SIA 190
- PKI = 105.7 «Produktionskosten-Index 2001/2» (SBV), Bausparte: 4, 2001.04
- MWST = 7.6%
- Hon = 15%

### ① Erstellung in felsigem Untergrund

#### Grundbedingungen:

- Abwasserkanal im Feld, Terrain mit 20% schwer abbaubarem Fels
- mittlere Bautiefe: 2.20 m
- Durchmesser DN 450

Drei verschiedene Fälle werden betrachtet, um den Zuschlagsfaktor aufgrund des Aushubs im felsigen Terrain abzuschätzen:

- Fall 1: 30% leicht abbaubarer Fels
- Fall 2: 30% schwer abbaubarer Fels
- Fall 3: 60% Fels (30% leicht + 30% schwer abbaubar)

Folgende Tabellen fassen die Korrekturfaktoren zusammen (Mehrkosten in %):

Kanäle nach SIA 190 (t=3.00 m)		
Korrekturfaktor	DN 500 (in Strasse)	DN 600 (im Feld)
Fall 1	3%	5%
Fall 2	13%	17%
Fall 3	20%	25%

Sanierungsleitungen (Grabenfräse)				
Korrekturfaktor	DN 125 t=1.00 m	DN 125 t=1.50 m	DN 200 t=1.50 m	DN 125 t=2.00 m
-	-	-	-	-
Fall 2	20%	25%	15%	25%
Fall 3	30%	40%	-	35%

Tabellen 3a und b: Mehrkosten für Erstellung unter verschiedenen Bedingungen. Als Maximum wird ein Zuschlag von 50% ( $f_{\text{Terrain}}=1.50$ ) angenommen, um den Basispreis zu korrigieren.

Der aktuelle Wiederbeschaffungswert berechnet sich wie folgt:

$$c_{\phi}(t) = [f_{\text{Terrain}} \cdot f_{\text{Transport}} \cdot (a \cdot t + b + \Delta b) + \Delta_{\text{GW}} + \Delta_{\text{WL}}] \cdot f_{\text{Grube}}$$

- Tabelle 1b: DN 500<sup>1</sup>: a=276, b=134 ( $\Delta b=0$ , Erstellung nach alter Norm SIA 190)
- Tabelle 3a: Schätzung  $f_{\text{Terrain}}=1.10$

$$c_{500}(2.20 \text{ m}) = [1.10 \cdot 1.00 \cdot (276 \cdot 2.20 + 134 + 0) + 0 + 0] \cdot 1.00 = 815.- / \text{m}'$$

$$W = c_{\phi}(t) \cdot \left[ 1 + \frac{(PKI - 100) \cdot 75}{100 \cdot 100} \right] \cdot \left[ \left( 1 + \frac{MWST}{100} \right) \cdot \left( 1 + \frac{Hon}{100} \right) \right]$$

$$W = 815.- / \text{m}' \cdot \left[ 1 + \frac{(105.7 - 100) \cdot 75}{100 \cdot 100} \right] \cdot \left[ \left( 1 + \frac{7.6}{100} \right) \cdot \left( 1 + \frac{15}{100} \right) \right] = \underline{\underline{1'052.- / \text{m}'}}$$

<sup>1</sup> DN 450 wird heutzutage nicht mehr geliefert und wird folglich bei Bedarf durch DN 500 ersetzt. August 2001 (Stand Juni 2011)

## ② Erstellung im Grundwasser

### Grundbedingungen:

- Abwasserkanal im Strassenbereich und im Grundwasser
- mittlere Bautiefe: 3.55 m
- Durchmesser DN 600

Der Zuschlag  $\Delta_{GW}$  (Funktion des Durchmessers) muss in den Formeln entsprechend der folgenden Tabelle addiert werden:

Durchm. $\phi$	$\Delta_{GW}$	Durchm. $\phi$	$\Delta_{GW}$
bis DN 250	400.-/m'	DN 700	460.-/m'
DN 300	400.-/m'	DN 800	490.-/m'
DN 400	410.-/m'	DN 900	520.-/m'
DN 500	420.-/m'	DN 1000	560.-/m'
DN 600	440.-/m'	DN 1200	660.-/m'

Tabelle 4: Zuschlag für Erstellung im Grundwasser in Abhängigkeit des Durchmessers.

Der aktuelle Wiederbeschaffungswert berechnet sich wie folgt:

- Tabelle 1a: DN 600: a=276, b=498 ( $\Delta b=0$ , Erstellung nach alter Norm SIA 190)
- Tabelle 4:  $\Delta_{GW}=440.-/m'$

$$c_{600}(3.55 \text{ m}) = [1.00 \cdot 1.00 \cdot (276 \cdot 3.55 + 498 + 0) + 440 + 0] \cdot 1.00 = 1'918.- / m'$$

$$W = 1'918.- / m' \cdot \left[ 1 + \frac{(105.7 - 100) \cdot 75}{100 \cdot 100} \right] \cdot \left[ \left( 1 + \frac{7.6}{100} \right) \cdot \left( 1 + \frac{15}{100} \right) \right] = \underline{\underline{2'475.- / m'}}$$

## ③ Erstellung in derselben Grube

### Grundbedingungen:

- 2 Abwasserkanäle im Trennsystem (DN 500/DN 300<sup>1</sup>) im Strassenbereich
- mittlere Bautiefe: 2.20 m (DN 500), 2.70 m (DN 300)
- identisches Ersatzjahr für beide Kanäle

Die aktuellen Wiederbeschaffungswerte berechnen sich wie folgt:

$$c_{500}(2.20 \text{ m}) = [1.00 \cdot 1.00 \cdot (260 \cdot 2.20 + 422 + 0) + 0 + 0] \cdot 0.75 = 746.- / m'$$

$$c_{300}(2.70 \text{ m}) = [1.00 \cdot 1.00 \cdot (207 \cdot 2.70 + 247 + 0) + 0 + 0] \cdot 0.75 = 604.- / m'$$

$$W = (746 + 604).- / m' \cdot \left[ 1 + \frac{(105.7 - 100) \cdot 75}{100 \cdot 100} \right] \cdot \left[ \left( 1 + \frac{7.6}{100} \right) \cdot \left( 1 + \frac{15}{100} \right) \right] = \underline{\underline{(962 + 780).- / m' = 1'742.- / m'}}$$

<sup>1</sup> DN 500: Regenabwasserkanal; DN 300: Schmutzabwasserkanal.

**Fortsetzung: siehe Dateien «Beispiele-Kosten (SIA).xls» und  
«Beispiele-Kosten (Sanierungsleitungen).xls»**