

# Anlage X zu:

## Entwurf von hydrogeothermischen Anlagen an deutschen Straßentunneln

von

Christian Moormann  
Patrik Buhmann

Institut für Geotechnik (IGS)  
Universität Stuttgart

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Brücken- und Ingenieurbau Heft B 141 – Anhang

**bast**

# **Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken**

**FE 15.0541/2011/BRB**

Anlage X – Leistungsverzeichnis  
Tunnel Rennsteig

Phase: Vorplanung  
Stand: 30.11.2016

## Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

Pos	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
<b>0.</b>	<b><u>Allgemein</u></b>				
0.000.1	Übergeordnete Planungskoordination (5% der Gesamtkosten)				
		1	psch	12.739,73 €	12.739,73 €
<b>0.001</b>	<b>Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtungen</b>				
0.001.1	Baustelleneinrichtung Baustelleneinrichtung zur Herstellung einer Wasserfassung, Grabenverbauten inkl. dem Verlegen von Rohrleitungen DN 20 - DN 400 Abdichtungsarbeiten Arbeiten an Fahrflächen Verlegen von Rohrleitungen als Flächenabsorber (Annahme)				
		1	psch	5.000,00 €	5.000,00 €
				Summe Titel 0:	17.739,73 €
<b>1.</b>	<b><u>Wasserfassung</u></b>				
1.000.1	Planung Titel 1. Wasserfassung anrechenbare Kosten < 25.000 Honorarzone II				
		1	psch	4.339,00 €	4.339,00 €
<b>1.002</b>	<b>Erdarbeiten</b>				
1.002.1	Erdaushub Wasserfassung Erdaushub Bodenklasse 1-4 inkl. Abfuhr und Deponierung Baugrubensohle auf Planungssoll herstellen und ebnen (8,6 m2)				
		79	m3	10,00 €	790,00 €
1.002.2	Wiedereinbau Boden Boden nach Angaben des baugrundsachverständigen liefern, einbauen und lagenweise verdichten				
		62	m3	15,00 €	930,00 €
<b>1.009</b>	<b>Entwässerungskanalarbeiten</b>				

## Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

Pos	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1.009.1	Grabenverbau Grabenverbau zur Umlegung bestehender Drainagewasserleitungen DN 400 b/t = 1,40/2,0 m inkl. Aushub seitlich lagern und wiedereinbauen inkl. erforderlicher Rohrleitungsumverlegungen inkl. Rohrleitung KG DN 400 (40 Euro/m Rohrleitung, 28 Euro/m Aushub, 42 Euro/m Wiederverfüllen 80 Euro/m Verbau) (Annahme)	12	m	190,00 €	2.280,00 €
<b>1.013</b>	<b>Betonarbeiten</b>				
1.013.1	Sauberkeitsschicht C 12/15 Sauberkeitsschicht aus Beton C 12/15 in 5 cm Stärke liefern und höhenmäßig fachgerecht einbauen. (Erfahrungswert)	8,6	m2	8,00 €	68,80 €
1.013.2	Betonsohle C 20/25 Liefern und einbauen von Beton C20/25 für Fundamentplatten inkl. seitlicher Abschalung und Bewehrung (ca. 50 kg/m3) (150 Euro / m3 Beton) (800 Euro / t Betonstabstahl) (Erfahrungswert)	1,5	m3	190,00 €	285,00 €
1.013.3	Stahlbetonwände C20/25 Liefern und einbauen von Beton C20/25 für Stahlbetonwände inkl. zweihäufiger Schalung und Bewehrung (ca. 80 kg/m3) (150 Euro / m3 Beton) (800 Euro / t Betonstabstahl) (15 Euro / m2 Schalung) (Erfahrungswert)	3,5	m3	364,00 €	1.274,00 €

## Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

Pos	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
1.013.4	<p>Stahlbetondecke C20/25                      Liefern und einbauen von Beton C20/25 für Stahlbetondecke                      inkl. Deckenschalung und Bewehrung (ca. 120 kg/m3)                      (150 Euro / m3 Beton)                      (800 Euro / t Betonstabstahl)                      (30 Euro / m2 Schalung)                      (Erfahrungswert)</p>	1,5	m3	293,00 €	439,50 €
1.013.5	<p>Stahlbetontrennwand C20/25                      Liefern und einbauen von Beton C20/25 für Stahlbetontrennwand                      inkl. zweihäufiger Schalung und Bewehrung (ca. 80 kg/m3)                      (150 Euro / m3 Beton)                      (800 Euro / t Betonstabstahl)                      (15 Euro / m2 Schalung)                      (Erfahrungswert)</p>	0,36	m3	364,00 €	131,04 €
1.013.6	<p>Schachtringe                      Schachtringe SR-M gem. DIN EN 1917, DIN V 4034-1 Typ 2.                      Innendurchmesser: 100 cm                      inkl. Abdeckplatte                      Lieferung und Montage                      (Annahme)</p>	1	Stck	150,00 €	150,00 €
1.013.7	<p>Einbauteile und Kleineisen                      - Einstiegstritte                      - Rohrdurchführungen                      - Dichtungsbänder                      (Annahme)</p>	1	psch	2.500,00 €	2.500,00 €

## Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

Pos	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
<b>1.018</b>	<b>Abdichtungsarbeiten</b>				
1.018.1	Wände Abdichtung von Wänden gegen Bodenfeuchte DIN 18195-4, Untergrund Beton, einlagig mit Bitumenbahnen, Glasvlies-Bitumendachbahn DIN 52130 G liefern und anbringen (Annahme)	23	m2	20,00 €	460,00 €
1.018.2	Decke Abdichtung Decke gegen Bodenfeuchte DIN 18195-4, Untergrund Beton, einlagig mit Bitumenbahnen, Glasvlies-Bitumendachbahn DIN 52143 V liefern und anbringen (Annahme)	7,5	m2	20,00 €	150,00 €
				Summe Titel 1:	5.458,34 €
<b>2</b>	<b><u>Flächenwärmeübertrager Eis- und Schneefreihaltung</u></b>				
2.000.1	Planung Titel 2. Flächenwärmeübertrager Eis- und Schneefreihaltung ca. 35% der anrechenbaren Kosten Honorarzone III	1	psch	55.589,69 €	55.589,69 €
<b>2.009</b>	<b>Entwässerungskanalarbeiten</b>				
2.009.1	Herstellung Graben für Verteilerleitung Herstellung Graben für Verteilerleitung Rohrleitung DN 126, 2 Stck b/t = 0,66/0,96 m inkl. Aushub seitlich lagern und wiedereinbauen (16 Euro/m Aushub, 23 Euro/m Wiederverfüllen) (Annahme)	389	m	39,00 €	15.171,00 €

## Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

Pos	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
<b>2.041</b>	<b>Wärmeversorgungsanlagen - Leitungen, Armaturen, Heizflächen</b>				
2.041.1	Förderpumpe Grundfos Magna3 50-180 F Umwälzpumpe 280 mm Förderhöhe: 18 m; Fördermenge: 39,5 m³/h Mediumtemperatur : -10 °C bis 110 °C Umgebungstemperatur: 0 °C bis 40 °C Betriebsdruck: max.10 bar Rohranschluß: DN50 PN6/10 Einbaulänge: 280 mm Leistung : 23W bis 762W Schaltstufen: geregelt inkl. Montage inkl. Saugrohr und Saugkappe o.glw. (Internetpreis+10% Montagekosten)	8	Stck	2.160,40 €	17.283,20 €
2.041.2	Anschluss Förderpumpe an Verteilungsleitung Material und Montage (Annahme)	8	Stck	200,00 €	1.600,00 €
2.041.3	Rückspülfilter HYDRA K DP 1" RAH 90 mcr mit Vollmessing-Kopf. Selbstreinigende Vorfiltration Patrone – RAH: 90 MIC filtert Sand und andere Partikel größer als 90 Mikron Max. Durchflussrate bei ca. 3 Bar Druck / 5500l/h. (Internetpreis+10% Monatgekosten)	8	Stck	164,45 €	1.315,60 €

## Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

Pos	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
2.041.4	Verteilungsleitung RAUTHERMEX Rohr, SDR 11 UNO 60/126 U-Wert: 0,151 W/mK RAUTHERMEX vorgedämmtes und flexibles Fernwärmerohr SDR11, für den Heizwasser- einsatz bis max. 95 Grad Celsius (gleitend) bei 6 bar. Lieferung in Ringbunden. inkl. Verlegung in bauseitigen Rohrgraben o.glw. (Internetpreis aus 2006 + 30%)	778	m	76,70 €	59.672,60 €
2.041.5	Hauseinführungsbogen RAUTHERMEX Rohr, SDR 11 UNO 60/126 SDR 11 63/126 liefern und montieren o. glw. (Internetpreis aus 2006 + 30%)	16	Stck	479,70 €	7.675,20 €
2.041.6	T-Stück T-Stück, SDR 11 UNO 60/126 SDR 11 63/126 inkl. Schiebhülsen liefern und montieren o. glw. (Internetpreis aus 2006 + 30%)	32	Stck	77,68 €	2.485,60 €
2.041.7	Isolierung T-Stück Isolierung T-Stück, SDR 11 UNO 60/126 liefern und montieren o. glw. (Internetpreis aus 2006 + 30%)	32	Stck	230,10 €	7.363,20 €



## Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

Pos	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
2.041.8	90°-Bogen 90°-Bogen, SDR 11 UNO 60/126 SDR 11 63/126 inkl. Schiebhülsen liefern und montieren o. glw. (Internetpreis aus 2006 + 30%)	16	Stck	68,25 €	1.092,00 €
2.041.9	Isolierung 90°-Bogen Isolierung 90°-Bogen, SDR 11 UNO 60/126 liefern und montieren o. glw. (Internetpreis aus 2006 + 30%)	16	Stck	123,50 €	1.976,00 €
2.041.10	Rohrleitung Flächenwärmeübertrager RAUTHERM S 25 x 2,3 zur Heizungsinstallation Werkstoff: peroxidisch vernetztes Polyethylen (PE-Xa) entspricht DIN 16892 Sauerstoffdicht entsprechend DIN 4726 außenliegende Sauerstoffsperrschicht aus EVAL inkl. Befestigungsmaterial inkl. Verlegung auf bauseitiges Planum (58,5 m pro Kreislauf - 9m <sup>2</sup> ) (4,07€ + 1,5€ für Befestigungsmaterial+1,0€ für Verlegen) (Anfrage Hersteller)	2398,5	m	6,47 €	15.518,30 €
<b>2.080</b>	<b>Straßen, Wege, Plätze</b>				
2.080.1	Asphaltbefestigung aufbrechen und aufnehmen Dicke der Asphaltbefestigung über 6 cm bis 12 cm Gesamtaufbruchtiefe bis 10 cm Material laden und abfahren, entsorgen einschl. Deponiegebühr (Annahme)	369	m <sup>2</sup>	30,00 €	11.070,00 €

## Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

Pos	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
2.080.2	Bitumenemulsion aufsprühen Bitumenemulsion zur Herstellung des Schichtenverbundes aufsprühen. In Verkehrsflächen der Bauklassen SV, I bis III. Unterlage = Asphaltbefestigung. Vor Einbau Asphaltbinderschicht bzw. Asphaltdeckschicht (Annahme, Internetrecherche)	369	m2	5,00 €	1.845,00 €
2.080.3	Asphaltbinderschicht Asphaltbinderschicht herstellen. in Verkehrsflächen der Bauklasse SV. Einbaudicke 8,0 cm. Bindemittel nach Wahl AN (Annahme)	369	m2	20,00 €	7.380,00 €
2.080.4	Asphaltdeckschicht Asphaltdeckschicht herstellen in Verkehrsflächen der Bauklasse SV. Einbaudicke 4,0 cm Bindemittel nach Wahl AN (Annahme, Internetrecherche)	369	m2	20,00 €	7.380,00 €
2.080.5	Wiederherstellung Grünflächen Einbau Humusschicht d=10 cm Einsatz Rasen nach Wahl des AN (Annahme)	0	m2	10,00 €	- €
				Summe Titel 2:	<u>214.417,39 €</u>
<b>3</b>	<b><u>Kühlung Betriebsräume</u></b>				
3.000.1	Planung Titel 3. Kühlung Betriebsräume anrechenbare Kosten < 10.000 Honorarzone III	1	psch	5.893,00 €	5.893,00 €

## Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

Pos	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
<b>3.009</b>	<b>Entwässerungskanalarbeiten</b>				
3.009.1	Herstellung Graben für Verteilerleitung Herstellung Graben für Verteilerleitung Rohrleitung DN 126, 1 Stck b/t = 0,17/0,96 m inkl. Aushub seitlich lagern und wiedereinbauen (11 Euro/m Aushub, 16 Euro/m Wiederverfüllen) (Annahme)	7,7	m	27,00 €	207,90 €
<b>3.041</b>	<b>Wärmeversorgungsanlagen - Leitungen, Armaturen, Heizflächen</b>				
3.041.1	Förderpumpe Grundfos Magna3 32-120 F Umwälzpumpe 220 mm Förderhöhe: 12 m; Fördermenge: 19 m³/h Mediumtemperatur : -10 °C bis 110 °C Umgebungstemperatur: 0 °C bis 40 °C Betriebsdruck: max.10 bar Rohranschluß: 1 1/4" PN6/10 Einbaulänge: 220 mm Leistung : 15W bis 336W Schaltstufen: geregelt inkl. Montage inkl. Saugrohr und Saugkappe o.glw. (Internetpreis+10% Monatgekosten)	1	Stck	1.032,90 €	1.032,90 €
3.041.2	Anschluss Förderpumpe an Verteilungsleitung Anschluss Förderpumpe an Verteilungsleitung Material und Montage (Annahme)	1	Stck	200,00 €	200,00 €
3.041.3	Rückspülfilter HYDRA K DP 1" RAH 90 mcr mit Vollmessing-Kopf. Selbstreinigende Vorfiltration Patrone – RAH: 90 MIC filtert Sand und andere Partikel größer als 90 Mikron Max. Durchflussrate bei ca. 3 Bar Druck / 5500l/h. (Internetpreis+10% Monatgekosten)	1	Stck	164,45 €	164,45 €

## Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

Pos	Beschreibung	Menge	Einh	EP	GP
3.041.4	Hauseinführungsbogen RAUTHERMEX Rohr, SDR 11 UNO 60/126 SDR 11 DUO 40+40/126 liefern und montieren o. glw. (Internetpreis aus 2006 + 30%)	1	Stck	416,00 €	416,00 €
3.041.5	Verteilungsleitung RAUTHERMEX Rohr, SDR 11 DUO 40+40/126 U-Wert: 0,151 W/mK RAUTHERMEX vorgedämmtes und flexibles Fernwärmerohr SDR11, für den Heizwasser- einsatz bis max. 95 Grad Celsius (gleitend) bei 6 bar. Lieferung in Ringbunden. inkl. Verlegung in bauseitigen Rohrgraben o.glw. (Internetpreis aus 2006 + 30%)	7,7	m	68,90 €	530,53 €
3.041.6	STIEBEL ELTRON Hydrima-Raumklimagerät ACTH 50 , Innenteil Hydrima-Raumklimagerät, Truhengerät zum Kühlen oder Heizen. Als Wand- oder Standgerät (über optionale Konsolen). Mit eingebautem 3-Wege-Umsteuerventil, 3-stufigem Ventilator, serienmäßig eingebaute elektronische Regelung. o.glw. (Anfrage Hersteller)	3	Stck	1.158,00 €	3.474,00 €
3.041.7	Installationen innerhalb des Gebäudes - Zu- und Rücklaufleitungen - Kondensatleitung - Wanddruchbrüche - sonstiges (Annahme)	1	psch	3.000,00 €	3.000,00 €
				Summe Titel 3:	14.918,78 €

**Fachtechnische Vorbereitung von geothermischen Pilotanwendungen bei Grund- und Tunnelbauwerken**

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Vorplanung

Tunnelportal: Rennsteig Nord

Stand: 13.04.2016

<b>Pos</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Menge</b>	<b>Einh</b>	<b>EP</b>	<b>GP</b>
<b>4</b>	<b><u>Messtechnik</u></b>				
4.000.1	Planung Titel 4. Messtechnik				
		1	psch	10.000,00 €	10.000,00 €
<b>4.057</b>	<b>Messtechnik Allgemein</b>				
4.057.1	Messtechnik Allgemein (Annahme ohne bisherige Kostenschätzung)				
		1	psch	5.000,00 €	5.000,00 €
				Summe Titel 4:	15.000,00 €
<b>0</b>	<b>Allgemein</b>			Summe Titel 0:	17.739,73 €
<b>1</b>	<b>Wasserfassung</b>			Summe Titel 1:	5.458,34 €
<b>2</b>	<b>Flächenwärmeübertrager Eis- und Schneefreihaltung</b>			Summe Titel 2:	214.417,39 €
<b>3</b>	<b>Kühlung Betriebsräume</b>			Summe Titel 3:	14.918,78 €
<b>4</b>	<b>Messtechnik</b>			Summe Titel 4:	15.000,00 €
				Gesamt:	267.534,23 €