

# Anlage XVII 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 XVII – Leistungsverzeichnis  
Pilotanlage und Technikum

Phase: Entwurfsplanung  
Stand: 30.11.2016

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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos              | Beschreibung   | Menge | Einh   | EP             | GP          |
|------------------|--|-------|--------|----------------|-------------|
| <b><u>0.</u></b> | <b><u>Allgemein</u></b>  |       |        |                |             |
| 0.000.1          | Übergeordnete Planungscoordination<br>- Betreuung durch Personal der BAST<br>(5% der Gesamtkosten aus 0.001.1, 1, 2, 3)  | 1     | psch   | 12.977,81 €    | 12.977,81 € |
| <b>0.001</b>     | <b>Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtungen</b>   |       |        |                |             |
| 0.001.1          | Baustelleneinrichtung<br>Baustelleneinrichtung zur Adaption einer<br>Wasserfassung, Grabenverbauten inkl. dem<br>Verlegen von Rohrleitungen DN 20 - DN 400<br>Abdichtungsarbeiten<br>Arbeiten an Fahrflächen<br>Verlegen von Rohrleitungen als Flächenabsorber<br>(Annahme)  | 1     | psch   | 5.000,00 €     | 5.000,00 €  |
|                  |  |       |        | Summe Titel 0: | 17.977,81 € |
| <b><u>1</u></b>  | <b><u>Flächenwärmeübertrager Eis- und Schneefreihaltung</u></b>  |       |        |                |             |
| 1.000.1          | Planung und Begleitung Titel 2. Demonstrator "temperierte Freifläche"<br>- Ausführungsplanung aufbauend auf der existierenden Entwurfsplanung (8 Wochen)<br>- Untersuchungen zur Lage der Rohrleitungen im Fahrflächenaufbau (1 Woche)<br>- Untersuchungen zur modifizierten Wärmeleitfähigkeit der Deckschichten (4 Wochen)<br>- Ansuchen um eine UVP und Bearbeitung (2 Wochen)<br>- Detailberechnungen des flächigen Wärmeübertragers (3 Wochen)<br>- Entwicklung eines Verfahrens zur Prognose der erforderlichen Wärmestromdichte (5 Wochen)<br>- Einregelung der Testanlage (2 Wochen)<br>- Begleitung der Testanlage (4 Wochen)<br>- Wissenschaftliche Auswertung (4 Wochen)<br>- Abstimmungen, Besprechungen inkl. Reisekosten (2 Wochen)<br>Alle angegebenen Bearbeitungszeiträume basieren auf Annahmen<br><br>(Grundlage E13, Stufe 1-2, inkl. Nebenksoten 2550,- Euro/Woche) | 35    | Wochen | 2.550,00 €     | 89.250,00 € |

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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos          | Beschreibung  | Menge | Einh | EP       | GP         |
|--------------|---|-------|------|----------|------------|
| <b>1.009</b> | <b>Entwässerungskanalarbeiten</b>   |       |      |          |            |
| 1.009.1      | Herstellung Graben für Verteilerleitung<br>Herstellung Graben für Verteilerleitung<br>Rohrleitung DN 126, 2 Stck<br>b/t = 2,04/0,93 m<br>inkl. Aushub seitlich lagern und wiedereinbauen<br>(14 Euro/m Aushub, 21 Euro/m Wiederverfüllen)<br>inkl. Sandbettung der Rohrleitungen<br>(Annahme) | 36,5  | m    | 35,00 €  | 1.277,50 € |
| <b>1.041</b> | <b>Wärmeversorgungsanlagen - Leitungen, Armaturen, Heizflächen</b>  |       |      |          |            |
| 1.041.1      | Stromversorgungsleitung<br>NYY-J 5x2,5 NYY 5 x 2,5 Erdkabel<br>Starkstromkabel mit Kupferleiter<br>nach VDE 0276, Teil 603 bis 5adrig<br>Temperaturbereich maximale Leitertemperatur 70°C<br>(Internetpreis + 100% für verlegen)  | 70    | m    | 3,00 €   | 210,00 €   |
| 1.041.2      | Aufklebmen Stromversorgungsleitung<br>Aufklebmen der Stromversorgungsleitung in<br>bestehendem Sicherungskasten<br>Absicherung min. 10A<br>(Schätzung)  | 1     | psch | 300,00 € | 300,00 €   |
| 1.041.3      | Kabelschutzrohr<br>Kabuflex R - DN 75<br>(Internetpreis + 100% für Verlegen)  | 140   | m    | 3,28 €   | 459,20 €   |
| 1.041.4      | Kernbohrungen<br>Kernbohrungen DN 80<br>Bohrtiefe i.M. 150 mm<br>3 Stck in Wasserfassung<br>10 x 4 Stck in Verteilerschächten   | 43    | Stck | 25,00 €  | 1.075,00 € |

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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos     | Beschreibung  | Menge | Einh | EP         | GP         |
|---------|---|-------|------|------------|------------|
| 1.041.5 | Förderpumpe<br>Grundfos Magna3 65-150 F Umwälzpumpe<br>Förderhöhe: 15 m; Fördermenge: 15,7 m³/h<br>Mediumtemperatur : -10 °C bis 110 °C<br>Umgebungstemperatur: 0 °C bis 40 °C<br>Betriebsdruck: max.10 bar<br>Rohranschluß: DN65 PN6/10<br>Einbaulänge: 340 mm<br>Leistung : 29W bis 1301W<br>Schaltstufen: geregelt<br>inkl. Montage<br>o.glw.<br>(Internetpreis+10% Montagekosten) | 1     | Stck | 2.463,99 € | 2.463,99 € |
| 1.041.6 | Anschluss Förderpumpe an Verteilungsleitung<br>Material und Montage<br>(Annahme)  | 1     | Stck | 200,00 €   | 200,00 €   |
| 1.041.7 | Rückspülfilter<br>Rückspülfilter Geno MX DN 65<br>Anschluss : 65 DN<br>Nenndurchfluss : 33,0 m /h<br>Anfangsdruckverlust : 0,2 bar<br>Einbaulänge mit Flanschanschluss (ohne GSD) : 220 mm<br>Bauhöhe : 355 mm  | 1     | Stck | 1.487,02 € | 1.487,02 € |
| 1.041.8 | Rohrleitung DN 65 in V2A<br>Rohrleitung DN 65 in V2A im Bereich der Wasserfassung<br>Herstellen sämtlicher Verbindungen zwischen Pumpe, Filter usw.<br>inkl. Befestigung mittels Rohrschellen an Bestandswand<br>(45 Euro/m; 1 Flansch pro m = 50 Euro)<br>(Herstellung ca. 100% der Materialkosten)  | 4     | m    | 190,00 €   | 760,00 €   |

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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos      | Beschreibung  | Menge | Einh | EP       | GP          |
|----------|---|-------|------|----------|-------------|
| 1.041.9  | Verteilungsleitung<br>RAUTHERMEX Rohr, SDR 11 UNO 60/126<br>U-Wert: 0,151 W/mK<br>RAUTHERMEX vorgedämmtes und flexibles Fernwärmerohr SDR11, für den Heizwasser-einsatz bis max. 95 Grad Celsius (gleitend) bei 6 bar.<br>Lieferung in Ringbunden.<br>inkl. Verlegung in bauseitigen Rohrgraben o.glw.<br>(Internetpreis + 30%) | 129   | m    | 104,13 € | 13.432,77 € |
| 1.041.10 | Hauseinführungsbogen<br>RAUTHERMEX Rohr, SDR 11 UNO 60/126<br>SDR 11 63/126<br>liefern und montieren o. glw.<br>(Internetpreis + 30%)   | 2     | Stck | 448,50 € | 897,00 €    |
| 1.041.11 | T-Stück<br>T-Stück, SDR 11 UNO 60/126<br>SDR 11 63/126<br>inkl. Schiebhülsen<br>liefern und montieren o. glw.<br>(Internetpreis + 30%)  | 2     | Stck | 230,10 € | 460,20 €    |
| 1.041.12 | Isolierung T-Stück<br>Isolierung T-Stück, SDR 11 UNO 60/126<br>liefern und montieren o. glw.<br>(Internetpreis + 30%)   | 2     | Stck | 230,10 € | 460,20 €    |
| 1.041.13 | Anschlüsse Rautherm an Rautitan<br>Ausführung der Verbindungen zwischen Rautherm und Rautitan nach Erfordernissen<br>inkl. Dämmung<br>liefern und montieren<br>Preis geschätzt  | 9     | Stck | 150,00 € | 1.350,00 €  |

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

FE 15.0541/2011/BRB

Planungsphase: Entwurfsplanung

Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos      | Beschreibung  | Menge | Einh | EP         | GP         |
|----------|---|-------|------|------------|------------|
| 1.041.14 | Rohrleitung Flächenwärmeübertrager<br>Universalrohr RAUTITAN stabil<br>25 x 3,7 für die Trinkwasser- und Heizungsinstallation<br>Werkstoff: Metall-Kunststoff-Verbundrohr (PE-Xa/Al/PE)<br>nach ÖNORM EN ISO 21003 und DVGW-Arbeitsblatt W 542<br>inkl. Befestigungsmaterial<br>inkl. Verlegung auf bauseitiges Planum<br>(58,5 m pro Kreislauf)<br>(9,37€ + 1,50€ für Befestigungsmaterial+1,00€ für Verlegen)<br>o.glw.<br>(Anfrage Hersteller) | 526,5 | m    | 11,87 €    | 6.249,56 € |
| 1.041.15 | Absperrventil Flächenwärmeübertrager<br>Kugelhahnset für HKV-D/HLV Edelstahl<br>Werkstoff: vernickeltes Messing   | 20    | Stck | 32,31 €    | 646,20 €   |
| 1.041.16 | Entlüftungsventil Flächenwärmeübertrager<br>3/8", Mit Absperrautomatik<br>Werkstoff: vernickeltes Messing   | 18    | Stck | 15,00 €    | 270,00 €   |
| 1.041.17 | Kompressor<br>KAESER-Kompressor EUROCOMP liegend EPC 340-100<br>Druck 10 bar<br>Ansaugleistung 340 l/min<br>Beh.-Vol. 90 l<br>Motorleistung 1,7 kW<br>Elektrische Versorgung 400V / 3 Ph / 50 Hz<br>Abmessungen (BxTxH) 1120x350x910 mm<br>Aufstellung erfolgt auf bestehender Wasserfassung  | 1     | Stck | 1.288,05 € | 1.288,05 € |
| 1.041.18 | Druckluftleitung<br>Druckluftleitung zur Verbindung des Druckkessels der<br>Vorlaufleitung<br>DRUCKLUFTLEITUNG KUNSTSTOFFSCHLAUCH POLYAMID 22x18<br>inkl. Fittings und Installation<br>(10 Euro/m +100%)  | 20    | m    | 20,00 €    | 400,00 €   |

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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos          | Beschreibung  | Menge | Einh | EP         | GP         |
|--------------|---|-------|------|------------|------------|
| 1.041.19     | Magnetventil<br>Medien: Druckluft, neutrale Gase, Wasser, neutrale dünnflüssige Medien, Heizöl<br>Körper: Messing<br>Innenteile: Messing / Edelstahl<br>Dichtung: NBR (Typen G 1/8" und G 1/4": Viton)<br>Schutzart: IP 65 Optional: Viton-Dichtung (-10°C bis max. +130°C) -V<br>EPDM-Dichtung für Luft und Heißwasser (-10°C bis +120°C) - EP<br>DN 21 - 0,3 - 16<br>inkl. Befestigungsmaterial<br>inkl. Einbau<br>(Internetpreis + 30%)  | 1     | Stck | 122,38 €   | 122,38 €   |
| <b>1.080</b> | <b>Straßen, Wege, Plätze</b>  |       |      |            |            |
| 1.080.1      | Verteilerschacht DN 800<br>SR-F DN 800mm<br>Schachtmaterial – Falz – 90 mm Wandstärke<br>DN 800 mm<br>DIN 4034 Teil 2<br>Höhe 600 mm<br>inkl. versetzen vor Ort   | 10    | Stck | 205,00 €   | 2.050,00 € |
| 1.080.2      | Forstsichere Einhausung Kompressor<br>FLADAFI® Lagercontainer isoliert IC 1100<br>Dach und Seitenwand aus wärmedämmenden Sandwich-Elementen,<br>Deckschalen aus bandverzinktem und beschichtetem Stahl<br>Standardtür 1.200 x 2.100 mm, mit Sicherheitsschloss<br>Bodenkonstruktion aus Holz<br>B 2.100 x T 1.140 x H 2.470 mm - Außenmaß<br>B 1.950 x T 910 x H 2.200 mm - Innenmaß<br>Wird auch zur Unterbringung der im Bereich der Wasserfassung<br>erforderlichen Regelungstechnik genutzt | 1     | Stck | 2.190,00 € | 2.190,00 € |
| 1.080.3      | Herstellung Aufstellfläche Einhausung<br>Abmessungen 2,50 x 1,50 m<br>Pflastersteine d=10cm<br>Unterbau 30cm Schotterbett<br>Liefen und Verlegen  | 3,75  | m2   | 60,00 €    | 225,00 €   |



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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos     | Beschreibung  | Menge | Einh | EP      | GP          |
|---------|---|-------|------|---------|-------------|
| 1.080.4 | Asphaltbefestigung/Rasengittersteine aufbrechen und aufnehmen<br>Dicke der Asphaltbefestigung über 6 cm bis 12 cm<br>Gesamtaufbruchtiefe bis 10 cm<br>Material laden und abfahren, entsorgen einschl.<br>Deponiegebühr<br>(Annahme)   | 204   | m2   | 30,00 € | 6.120,00 €  |
| 1.080.5 | Bitumenemulsion aufsprühen<br>Bitumenemulsion zur Herstellung des Schichtenverbundes aufsprühen.<br>In Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk100<br>Unterlage = Asphaltbefestigung.<br>Vor Einbau Asphaltbinderschicht bzw. Asphaltdeckschicht<br>(Annahme, Internetrecherche) | 204   | m2   | 5,00 €  | 1.020,00 €  |
| 1.080.6 | Asphaltbinderschicht<br>Asphaltbinderschicht herstellen.<br>In Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk100<br>Einbaudicke 8,0 cm.<br>Bindemittel nach Wahl AN<br>(Annahme, Internetrecherche)  | 204   | m2   | 20,00 € | 4.080,00 €  |
| 1.080.7 | Asphaltdeckschicht<br>Asphaltdeckschicht herstellen<br>In Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk100<br>Einbaudicke 4,0 cm<br>Bindemittel nach Wahl AN<br>(Annahme, Internetrecherche)  | 204   | m2   | 20,00 € | 4.080,00 €  |
| 1.080.8 | Asphalttragschicht<br>Asphalttragschicht herstellen<br>In Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk100<br>Einbaudicke 22,0 cm<br>Bindemittel nach Wahl AN<br>(Annahme, Internetrecherche)   | 204   | m2   | 50,00 € | 10.200,00 € |

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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos          | Beschreibung   | Menge | Einh   | EP             | GP                  |
|--------------|--|-------|--------|----------------|---------------------|
| 1.080.9      | Frostschuttschicht<br>Frostschuttschicht herstellen<br>Kies 0/32<br>Einbaudicke 51,0 cm<br>40 Euro/m³ + 100% für Einbau  | 204   | m2     | 40,80 €        | 8.323,20 €          |
| 1.080.10     | Wiederherstellung Grünflächen<br>Einbau Humusschicht d=10 cm<br>Einsaat Rasen nach Wahl des AN<br>(Annahme)  | 53    | m2     | 10,00 €        | 530,00 €            |
| 1.080.11     | Zuschlag für Sonstiges<br>Zuschlag für weitere, bisher im Detail noch nicht berücksichtigte<br>Positionen<br>(Annahme 20% der vorstehenden Positionen 2.009, 2.041, 2.080)   | 1     | psch   | 14.525,45 €    | 14.525,45 €         |
|              |  |       |        | Summe Titel 2: | <u>176.402,72 €</u> |
| <b>2</b>     | <b><u>Kühlung Betriebsräume</u></b>  |       |        |                |                     |
| 2.000.1      | Planung und Begleitung Titel 3. Demonstrator "Kühlung Betriebsräume"<br>- Ausführungsplanung aufbauend auf der existierenden Entwurfsplanung (2 Wochen)<br>- Einregelung der Testanlage (1 Wochen)<br>- Begleitung der Testanlage (1 Wochen)<br>- Wissenschaftliche Auswertung (1 Wochen)<br>- Abstimmungen, Besprechungen inkl. Reisekosten (0,5 Wochen)<br><br>(Grundlage E13, Stufe 1-2, inkl. Nebenlotsen 2550,- Euro/Woche) | 5,5   | Wochen | 2.550,00 €     | 14.025,00 €         |
| <b>2.009</b> | <b>Entwässerungskanalarbeiten</b>  |       |        |                |                     |
| 2.009.1      | Herstellung Graben für Verteilerleitung<br>Herstellung Graben für Verteilerleitung<br>Rohrleitung DN 126, 1 Stck<br>b/t = 1,62/0,93 m<br>inkl. Aushub seitlich lagern und wiedereinbauen<br>(10 Euro/m Aushub, 15 Euro/m Wiederverfüllen)<br>(Annahme)   | 20    | m      | 27,00 €        | 540,00 €            |

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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos          | Beschreibung  | Menge | Einh | EP         | GP         |
|--------------|---|-------|------|------------|------------|
| <b>2.041</b> | <b>Wärmeversorgungsanlagen - Leitungen, Armaturen, Heizflächen</b>  |       |      |            |            |
| 2.041.1      | Förderpumpe<br>Grundfos Magna3 65-150 F Umwälzpumpe<br>Förderhöhe: 15 m; Fördermenge: 15,7 m³/h<br>Mediumtemperatur : -10 °C bis 110 °C<br>Umgebungstemperatur: 0 °C bis 40 °C<br>Betriebsdruck: max.10 bar<br>Rohranschluß: DN65 PN6/10<br>Einbaulänge: 340 mm<br>Leistung : 29W bis 1301W<br>Schaltstufen: geregelt<br>inkl. Montage<br>o.glw.<br>(Internetpreis+10% Montagekosten) | 1     | Stck | 2.463,99 € | 2.463,99 € |
| 2.041.2      | Anschluss Förderpumpe an Verteilungsleitung<br>Material und Montage<br>(Annahme)  | 1     | Stck | 200,00 €   | 200,00 €   |
| 2.041.3      | Rückspülfilter<br>Rückspülfilter Geno MX DN 65<br>Anschluss : 65 DN<br>Nenndurchfluss : 33,0 m /h<br>Anfangsdruckverlust : 0,2 bar<br>Einbaulänge mit Flansch-anchluss (ohne GSD) : 220 mm<br>Bauhöhe : 355 mm  | 1     | Stck | 1.487,02 € | 1.487,02 € |
| 2.041.4      | Hauseinführungsbogen<br>RAUTHERMEX Rohr, DUO 40+40/126<br>SDR 11 63/126<br>liefern und montieren<br>o. glw.<br>(Internetpreis aus 2016 + 30%)   | 2     | Stck | 448,50 €   | 897,00 €   |

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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos      | Beschreibung  | Menge | Einh | EP             | GP          |
|----------|---|-------|------|----------------|-------------|
| 2.041.5  | T-Stück<br>T-Stück, SDR 11 UNO 60/126<br>SDR 11 63/126<br>inkl. Schiebhülsen<br>liefern und montieren<br>o. glw.<br>(Internetpreis + 30%)   | 1     | Stck | 230,10 €       | 230,10 €    |
| 2.041.6  | Isolierung T-Stück<br>Isolierung T-Stück, SDR 11 UNO 60/126<br>liefern und montieren<br>o. glw.<br>(Internetpreis + 30%)  | 1     | Stck | 230,10 €       | 230,10 €    |
| 2.041.7  | Verteilungsleitung<br>RAUTHERMEX Rohr, SDR 11 DUO 40+40/126<br>U-Wert: 0,151 W/mK<br>RAUTHERMEX vorgedämmtes und flexibles<br>Fernwärmerohr SDR11, für den Heizwasser-<br>einsatz bis max. 95 Grad Celsius<br>(gleitend) bei 6 bar.<br>Lieferung in Ringbunden.<br>inkl. Verlegung in bauseitigen Rohrgraben<br>o.glw.<br>(Internetpreis + 30%) | 56    | m    | 93,60 €        | 5.241,60 €  |
| 2.041.8  | Klimainstallationen innerhalb des Gebäudes<br>- Kostenschätzung Fa. Doser (siehe Anlage VX)   | 1     | psch | 12.832,60 €    | 12.832,60 € |
| 2.041.9  | Elektroinstallationen innerhalb des Gebäudes<br>Annahme   | 1     | psch | 1.500,00 €     | 1.500,00 €  |
| 2.041.10 | Zuschlag für Sonstiges<br>Zuschlag für weitere, bisher im Detail noch nicht berücksichtigte<br>Positionen<br>(Annahme 20% der vorstehenden Positionen 3.009,3.041 ohne Fremdleistungen)   | 1     | psch | 5.124,48 €     | 5.124,48 €  |
|          |   |       |      | Summe Titel 3: | 44.771,89 € |

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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos      | Beschreibung  | Menge | Einh | EP       | GP         |
|----------|---|-------|------|----------|------------|
| <b>3</b> | <b><u>Messtechnik</u></b>   |       |      |          |            |
| 3.000.1  | Volumenstrommessgerät dauerhaft<br>Serie: FCH-SE-PP<br>Art.-Nr: 155294 DN 25<br>Messprinzip Schaufelrad<br>Durchflussbereich 2-250 L / min (H2O bei / at 22°C)<br>Durchlass-Nennweite DN 25 / voller Durchgang<br>Messgenauigkeit +/- 2% (bei gleichen Betriebsbedingungen)<br>Betriebs/ Berstdruck -0,7- 10 bar / 25 bar (bei / at 22°C)<br>Betriebstemperatur -10°C... + 110°C<br>inkl. Rohrverbindungen und Montage<br>(Internetpreis + 30%) | 1     | Stck | 543,40 € | 543,40 €   |
| 3.000.2  | Volumenstrommessgerät mobil<br>Serie: FCH-C-PA-N<br>Art.-Nr: 503591<br>Messprinzip Turbine<br>Durchflussbereich 0,50- 30,0 L/ min (H2O bei / at 20°C)<br>Messgenauigkeit +/- 3% (bei gleichen Betriebsbedingungen)<br>Betriebs/ Berstdruck -0,5- 6 bar / 10 bar (bei / at 20°C)<br>Betriebstemperatur -10°C... + 80°C<br>inkl. Rohrverbindungen und Montage<br>(Internetpreis + 100%)   | 1     | Stck | 140,42 € | 140,42 €   |
| 3.000.3  | Bodenwärmestromsensor<br>HFP01SC SELBSTKALIBRIERENDER HEAT FLUX SENSOR (Wärmestrom -platte)<br>(Internetpreis + 30% für Montage)  | 9     | Stck | 520,00 € | 4.680,00 € |
| 3.000.4  | Kabelverteilerschrank<br>ABN Braun Kabelverteilerschrank SL080<br>EAN: 4015153171404, Herstellernummer: SL080FB2,BH5,Gr.0/845mm<br>Höhe 845 mm<br>Breite 585 mm<br>Tiefe 315 mm<br>Einbautiefe 281 mm<br>(Internetpreis + 30% für Montage)  | 2     | Stck | 591,50 € | 1.183,00 € |

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

FE 15.0541/2011/BRB  
Planungsphase: Entwurfsplanung  
Tunnelportal: Füssen Nord

Stand: 30.11.2016

| Pos      | Beschreibung  | Menge | Einh | EP             | GP                  |
|----------|---|-------|------|----------------|---------------------|
| 3.000.5  | Windmesseinrichtung<br>Windmesser Techno Line Mobile Alerts MA 10660<br>inkl. Verbindung zur Messdatenaufzeichnung<br>(Internetpreis + 100%)                                      | 1     | Stck | 169,98 €       | 169,98 €            |
| 3.000.6  | Weitere Messtechnik und Aufsetzen Regelungskreis<br>- Kostenschätzung Fa. Jumo (siehe Anlage VX)  | 1     | psch | 25.321,46 €    | 25.321,46 €         |
| 3.000.7  | Zuschlag für Sonstiges<br>Zuschlag für weitere, bisher im Detail noch nicht berücksichtigte<br>Positionen<br>(Annahme 20% der vorstehenden Positionen 4.000 ohne Fremdleistungen) | 1     | psch | 1.343,36 €     | 1.343,36 €          |
|          |   |       |      | Summe Titel 4: | 33.381,62 €         |
| <b>0</b> | <b>Allgemein</b>  |       |      | Summe Titel 0: | 17.977,81 €         |
| <b>1</b> | <b>Flächenwärmeübertrager Eis-<br/>und Schneefreihaltung</b>  |       |      | Summe Titel 2: | 176.402,72 €        |
| <b>2</b> | <b>Kühlung Betriebsräume</b>  |       |      | Summe Titel 3: | 44.771,89 €         |
| <b>3</b> | <b>Messtechnik</b>  |       |      | Summe Titel 4: | 33.381,62 €         |
|          |   |       |      | Summe Gesamt:  | 272.534,04 €        |
|          |   |       |      | 19 % MwSt      | 51.781,47 €         |
|          |   |       |      | <b>Gesamt:</b> | <b>324.315,51 €</b> |