

Anlage V 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 V – Laboruntersuchung
Rennsteig

Phase: Grundlagenermittlung
Stand: 30.11.2016

Inhalt

1	Allgemeines	3
2	Prüfberichte	4
3	Ergebnisauswertungen.....	10
4	Zusammenfassende Bewertung	14
4.1	Nordportal.....	14
4.2	Südportal	14
5	Akkreditierung Prüflabor	15

1 Allgemeines

Für den Tunnel Rennsteig erfolgten im Zug der Grundlagenermittlung zwei Probenahmen und entsprechende labortechnische Untersuchungen. Die Wasserproben wurden als Mischprobe am Nord- bzw. Südportal aus den dort austretenden Ost- und Westulmendrainagen genommen. Die Probennahme erfolgte mit durch das Prüflabor zur Verfügung gestellten Probebehältern entsprechend der vorgegebenen Entnahmevorschrift.



Abbildung 1: Beprobungsbehälter Drainagewasser

Nach erfolgter Probennahme wurden die Wasserproben in das Untersuchungslabor überführt.

Folgende Probebezeichnung wird im Folgenden verwendet:

Name	Bezeichnung
TR-N-1	Tunnel Rennsteig – Nordportal – Probe 1 10.09.2015
TR-N-2	Tunnel Rennsteig – Nordportal – Probe 2 21.12.2015
TR-S-1	Tunnel Rennsteig – Südportal – Probe 1 10.09.2015
TR-S-2	Tunnel Rennsteig – Südportal – Probe 2 21.12.2015

Tabelle 1: Probenbezeichnung

Die Wasseranalyse wurde durch das Labor EU-ROFINS Umwelt Ost GmbH mit Sitz in Jena durchgeführt. Die Akkreditierung des Prüflabors ist dem Kapitel 5 dieser Anlage zu entnehmen.

Im Folgenden werden in Kapitel 1 zunächst die entsprechenden Prüfberichte gezeigt, die die Grundlage für die entsprechende Bewertung innerhalb der Kapitel 3 und 1 bilden.

2 Prüfberichte



Prüfbericht zu Auftrag 61521838

Nr. 6014687001N1 Seite 1 von 3

EUROFINS Umwelt Ost GmbH · Löbstedter Straße 78 · D-07749 Jena

**Universität Stuttgart
IGS Institut für Geotechnik
Pfaffenwaldring 35**

70569 Stuttgart

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 61521838
Prüfberichtsnummer: Nr. 6014687001N1

Projektnummer: Nr. 6014687
Projektbezeichnung: Wasseruntersuchung
Probenumfang: 2 Proben
Probenart: Grundwasser
Probenahmezeitraum: 10.09.2015
Probeneingang: 15.09.2015
Prüfzeitraum: 15.09.2015 - 25.09.2015

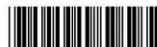
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie jederzeit unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkundenanlage aufgeführten Prüfverfahren.

Jena, den 08.03.2016

Dr. A. Herschel
Prüfleiter
03641 / 46 49 - 81



EUROFINS Umwelt Ost GmbH
Löbstedter Straße 78
D-07749 Jena

Tel. +49 (0) 3641 4649-0
Fax +49 (0) 3641 4649-19
www.eurofins-umwelt-ost.de
info_jena@eurofins.de

Amtsgericht Jena
HRB 202596
USt-ID.Nr. DE 151 28 1997

Geschäftsführer: Dr. Ulrich Eriker,
Dr. Benno Schneider,
Axel Ulbricht

Bankverbindung: NORD LB
BLZ 250 500 00, Kto 150 334 779
IBAN DE91 250 500 00 0150 334 779
BIC/SWIFT NOLA DE 2HXXX

Projekt: Wasseruntersuchung

Parameter	Einheit	BG	Probenbezeichnung	Tunnel Rennsteig - Nordportal, TR-N-1	Tunnel Rennsteig - Südportal, TR-S-1
			Probenahmedatum	10.09.2015	10.09.2015
			Labornummer	615078245	615078246
			Methode		

Bestimmung von Faktoren, Rohdaten, etc.

Anionensumme	mmol(eq)/l		berechnet (JE-JE02)	2,16	0,96
Kationensumme	mmol(eq)/l		berechnet (JE-JE02)	1,90	0,826
Ionenbilanzfehler	mmol(eq)/l		berechnet (JE-JE02)	-0,260	-0,130
Ionenbilanzfehler relativ	%		berechnet (JE-JE02)	12,72	14,34

Bestimmung aus der Originalprobe

pH-Wert	ohne		DIN 38404-C5 / DIN EN ISO 10523 (FR-JE02)	6,9	7,6
el. Leitfähigkeit (25 °C)	µS/cm	5	DIN EN 27888 (FR-JE02)	104	90
abfiltrierbare Stoffe (Membranfilter)	mg/l	5	DIN 38409-H2-2 (JE-JE02)	< 5,0	< 5,0
Basekapazität pH 8,2	mmol/l	0,1	DIN 38409-H7 (FR-JE02)	0,2	0,1
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l	0,1	DIN 38409-H7 (FR-JE02)	0,3	0,4
Säurekapazität pH 8,2	mmol/l	0,1	DIN 38409-H7 (FR-JE02)	n.b.	n.b.
Carbonathärte	mmol/l	0,05	DEV D8 (JE-JE02)	0,16	0,22
freie Kohlensäure (gel. CO ₂), ber.	mg/l	5	DEV D8 (JE-JE02)	7	6
Hydrogencarbonat	mg/l	6	DEV D8 (FR-JE02)	20	26
Chlorid	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1 (JE-JE02)	47	7,6
Nitrat	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1 (JE-JE02)	14,1	7,8
Sulfat	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1 (JE-JE02)	16	12
Phosphat (PO ₄) ges. phot.	mg/l	0,05	DIN EN ISO 6878 (FR-JE02)	< 0,050	0,059
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403 (FR-JE02)	< 0,005	< 0,005
Sulfid, gelöst	mg/l	0,05	analog DIN 38405-D26 (FR-JE02)	< 0,05	< 0,05
Schwefelwasserstoff	mg/l	0,05	analog DIN 38405-D26 (FR-JE02)	< 0,05	< 0,05
Ammonium	mg/l	0,06	DIN EN ISO 11732 (FR-JE02)	< 0,06	< 0,06
Gesamthärte	mmol/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	0,419	0,262
Aluminium	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	0,036	0,071
Arsen	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	< 0,0010	0,0010
Blei	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	< 0,0010	< 0,0010
Cadmium	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	0,00020	< 0,00020
Calcium	mg/l	0,02	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	13	9,0
Chrom	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	< 0,0010	< 0,0010
Eisen	mg/l	0,005	analog DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	0,035	0,041
Kalium	mg/l	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	6,3	4,8
Cobalt	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	< 0,00020	< 0,00020
Kupfer	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	0,0045	< 0,0010
Magnesium	mg/l	0,02	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	2,3	0,91
Mangan	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	0,0055	0,0050
Molybdän	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	< 0,0010	< 0,0010
Natrium	mg/l	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	21	4,3
Nickel	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	< 0,0010	< 0,0010
Vanadium	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	< 0,0020	< 0,0020
Zink	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	0,12	0,029
Quecksilber	mg/l	0,00005	DIN EN ISO 17852 (JE-JE02)	< 0,000050	< 0,000050

**Prüfbericht zu Auftrag 61521838**

Nr. 6014687001N1 Seite 3 von 3

Projekt: Wasseruntersuchung

			Probenbezeichnung	Tunnel Rennsteig - Nordportal, TR-N-1	Tunnel Rennsteig - Südportal, TR-S-1
			Probenahmedatum	10.09.2015	10.09.2015
			Labornummer	615078245	615078246
Parameter	Einheit	BG	Methode		

Bestimmung aus der filtrierten Probe

Eisen, gelöst	mg/l	0,005	analog DIN EN ISO 17294-2 (JE-JE02)	0,013	0,011
---------------	------	-------	-------------------------------------	-------	-------

Anmerkung:

Erklärung zu Messstandorten und Akkreditierungen

Die mit JE gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt Ost GmbH (Jena) analysiert. Die mit JE02 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von EUROFINS Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die mit JE02 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

**Prüfbericht zu Auftrag 61531882**

Nr. 6014687003N1 Seite 1 von 3

EUROFINS Umwelt Ost GmbH · Lößstedter Straße 78 · D-07749 Jena

**Universität Stuttgart
IGS Institut für Geotechnik
Pfaffenwaldring 35****70569 Stuttgart**

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 61531882
Prüfberichtsnummer: Nr. 6014687003N1

Projektnummer: Nr. 6014687
Projektbezeichnung: Wasseruntersuchung
Probenumfang: 2 Proben
Probenart: Grundwasser
Probenahmezeitraum: 21.12.2015
Probenehmer: Auftraggeber
Probeneingang: 22.12.2015
Prüfzeitraum: 22.12.2015 - 11.01.2016

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie jederzeit unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkundenanlage aufgeführten Prüfverfahren.

Jena, den 08.03.2016

Dr. A. Herschel
Prüfleiter
03641 / 46 49 - 81



EUROFINS Umwelt Ost GmbH
Lößstedter Straße 78
D-07749 Jena

Tel. +49 (0) 3641 4649-0
Fax +49 (0) 3641 4649-19
www.eurofins-umwelt-ost.de
info_jena@eurofins.de

Amtsgericht Jena
HRB 202596
USt.-ID.Nr. DE 151 28 1997

Geschäftsführer: Dr. Ulrich Erler,
Dr. Benno Schneider,
Axel Ulbricht

Bankverbindung: NORD LB
BLZ 250 500 00, Kto 150 334 779
IBAN DE91 250 500 00 0150 334 779
BIC/SWIFT NOLA DE 2HXXX

Projekt: Wasseruntersuchung

Parameter	Einheit	BG	Methode	Tunnel Rennsteig - Nordportal 21.12.2015 TR N-2		Tunnel Rennsteig - Südportal 21.12.2015 TR S-2	
				Probenbezeichnung	Probenahmedatum	21.12.2015	21.12.2015
				615116632	615116633		

Bestimmung von Faktoren, Rohdaten, etc.

Anionensumme	mmol(eq)/l		berechnet (JE-JE02)	2,07	0,858
Kationensumme	mmol(eq)/l		berechnet (FR-JE02)	1,87	0,811
Ionenbilanzfehler	mmol(eq)/l		berechnet (JE-JE02)	-0,206	-0,047
Ionenbilanzfehler relativ	%		berechnet (JE-JE02)	10,39	5,64

Bestimmung aus der Originalprobe

pH-Wert	ohne		DIN 38404-C5 / DIN EN ISO 10523 (FR-JE02)	6,6	7,6
el. Leitfähigkeit (25 °C)	µS/cm	5	DIN EN 27888 (FR-JE02)	216	90
abfiltrierbare Stoffe (Membranfilter)	mg/l	5	DIN 38409-H2-2 (FR-JE02)	6,0	< 5
Basekapazität pH 8,2	mmol/l	0,1	DIN 38409-H7 (FR-JE02)	0,1	< 0,1
Säurekapazität pH 4,3	mmol/l	0,1	DIN 38409-H7 (FR-JE02)	0,2	0,4
Säurekapazität pH 8,2	mmol/l	0,1	DIN 38409-H7 (FR-JE02)	n.b.	n.b.
Carbonathärte	mmol/l	0,05	DEV D8 (JE-JE02)	0,11	0,21
freie Kohlensäure (gel. CO ₂), ber.	mg/l	5	DEV D8 (JE-JE02)	< 5	< 5
Hydrogencarbonat	mg/l	6	DEV D8 (FR-JE02)	14	25
Chlorid	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1 (FR-JE02)	52	5,2
Nitrat	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1 (FR-JE02)	6,0	7,3
Sulfat	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1 (FR-JE02)	17	9
Phosphat (PO ₄) ges. phot.	mg/l	0,05	DIN EN ISO 6878 (FR-JE02)	< 0,050	< 0,050
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403 (FR-JE02)	< 0,005	< 0,005
Sulfid, gelöst	mg/l	0,05	analog DIN 38405-D26 (FR-JE02)	< 0,05	< 0,05
Schwefelwasserstoff	mg/l	0,05	berechnet (FR-JE02)	< 0,05	< 0,05
Gesamthärte	mmol/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	0,40	0,26
Ammonium	mg/l	0,06	DIN EN ISO 11732 (FR-JE02)	0,079	< 0,06
Aluminium	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	0,01	0,07
Arsen	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	< 0,001	0,001
Blei	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	< 0,001	0,005
Cadmium	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	< 0,0002	< 0,0002
Calcium	mg/l	0,02	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	12	9,0
Chrom	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	< 0,001	0,002
Eisen	mg/l	0,005	analog DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	0,007	0,015
Kalium	mg/l	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	7,0	4,2
Cobalt	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	< 0,0002	< 0,0002
Kupfer	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	0,001	< 0,001
Magnesium	mg/l	0,02	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	2,4	0,79
Mangan	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	0,004	0,002
Molybdän	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	< 0,001	< 0,001
Natrium	mg/l	0,05	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	21	4,4
Nickel	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	< 0,001	< 0,001
Quecksilber	mg/l	0,0001	DIN EN 1483 (FR-JE02)	< 0,0001	< 0,0001
Vanadium	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	< 0,002	< 0,002
Zink	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	0,010	< 0,002

**Prüfbericht zu Auftrag 61531882**

Nr. 6014687003N1 Seite 3 von 3

Projekt: Wasseruntersuchung

Probenbezeichnung	Tunnel Rennsteig - Nordportal		Tunnel Rennsteig - Südportal	
	21.12.2015 TR N-2	21.12.2015 TR S-2	21.12.2015 TR S-2	21.12.2015 TR S-2
Probenahmedatum	21.12.2015	21.12.2015	21.12.2015	21.12.2015
Labornummer	615116632	615116633	615116633	615116633
Parameter	Einheit	BG	Methoden	

Bestimmung aus der filtrierten Probe

Eisen, gelöst	mg/l	0,005	analog DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	0,006	0,017
---------------	------	-------	-------------------------------------	-------	-------

Anmerkung:

Erklärung zu Messstandorten und Akkreditierungen

Die mit JE gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt Ost GmbH (Jena) analysiert. Die

mit JE02 gekennzeichneten Parameter sind nach

DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von EUROFINS Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-

Hilbersdorf) analysiert. Die mit JE02 gekennzeichneten Parameter sind nach

DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

3 Ergebnisauswertungen

Beurteilungsmerkmal	Konzentrationsbereich (mg/l)	Tunnel Rennsteig Nordportal, TR-N-1	Bewertung		Bewertungskriterium	
			Kupfer	Edelstahl > 13 °C	Kupfer	Edelstahl > 13 °C
Probenahmedatum		10.09.2015				
absetzbare Stoffe (organische)	mg/l	< 5,0			0	0
Ammoniak NH₃	< 2 2 bis 20 > 20	Nicht analysiert			+ 0 -	+ + 0
Chlorid	< 300 > 300	47	+	+	+ 0	+ 0
elektr. Leitfähigkeit	< 10 µS/cm 10 bis 500 µS/cm > 500 µS/cm	242	+	+	0 + -	0 + 0
Eisen (Fe) gelöst	< 0,2 > 0,2	0,013	+	+	+ 0	+ 0
freie (aggressive) Kohlensäure	<5 5 bis 20 > 20	7	0	+	+ 0 -	+ + 0
MANGAN (Mn) gelöst	< 0,1 > 0,1	0,0055	+	+	+ 0	+ 0
NITRATE (NO₃) gelöst	< 100 > 100	14,1	+	+	+ 0	+ +
PH-Wert	< 7,5 7,5 bis 9 > 9	6,9	0	0	0 + 0	0 + +
Sauerstoff	< 2 > 2	Nicht analysiert			+ 0	+ +
Schwefelwasserstoff (H₂S)	< 0,05 > 0,05	< 0,05	+	+	+ -	+ 0
HCO₃- / SO₄2-	< 1 > 1	Nicht analysiert			0 +	0 +
Hydrogenkarbonat (HCO₃-)	< 70 70 bis 300 > 300	12	0	+	0 + 0	+ + 0
Aluminium (Al) gelöst	< 0,2 > 0,2	0,036	+	+	+ 0	+ +
SULFATE	bis 70 70 bis 300 >300	16	+	+	+ 0 -	+ + 0
SULPHIT (SO₃), freies	< 1	< 0,05	+	+	+	+
Chlorgas (Cl₂)	< 1 1 bis 5 > 5	Nicht analysiert			+ 0 -	+ + 0

Beständigkeit von kupfergelöteten oder geschweißten Edelstahl-Plattenwärmetauschern gegenüber Wasserinhalstoffen

„+“ normalerweise gute Beständigkeit

„0“ Korrosionsprobleme können entstehen, insbesondere, wenn mehrere Faktoren mit 0 bewertet sind

„-“ von der Verwendung ist abzusehen

[< kleiner als, > größer als]

Beurteilungsmerkmal	Konzentrationsbereich (mg/l)	Tunnel Rennsteig Nordportal, TR-N-2	Bewertung		Bewertungskriterium	
			Kupfer	Edelstahl > 13 °C	Kupfer	Edelstahl > 13 °C
Probenahmedatum		21.12.2015				
absetzbare Stoffe (organische)	mg/l	6			0	0
Ammoniak NH ₃	< 2 2 bis 20 > 20	?			+ 0 -	+ + 0
Chlorid	< 300 > 300	52	+	+	+ 0	+ 0
elektr. Leitfähigkeit	< 10 µS/cm 10 bis 500 µS/cm > 500 µS/cm	216	+	+	0 + -	0 + 0
Eisen (Fe) gelöst	< 0,2 > 0,2	0,006	+	+	+ 0	+ 0
freie (aggressive) Kohlensäure	<5 5 bis 20 > 20	< 5	+	+	+ 0 -	+ + 0
MANGAN (Mn) gelöst	< 0,1 > 0,1	0,004	+	+	+ 0	+ 0
NITRATE (NO ₃) gelöst	< 100 > 100	6	+	+	+ 0	+ +
PH-Wert	< 7,5 7,5 bis 9 > 9	6,6	0	0	0 + 0	0 + +
Sauerstoff	< 2 > 2	?			+ 0	+ +
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	< 0,05 > 0,05	< 0,05	+	+	+ -	+ 0
HCO ₃ ⁻ / SO ₄ ²⁻	< 1 > 1	?			0 +	0 +
Hydrogenkarbonat (HCO ₃ ⁻)	< 70 70 bis 300 > 300	14	0	+	0 + 0	+ + 0
Aluminium (Al) gelöst	< 0,2 > 0,2	0,01	+	+	+ 0	+ +
SULFATE	bis 70 70 bis 300 >300	17	+	+	+ 0 -	+ + 0
SULPHIT (SO ₃), freies	< 1	< 0,05	+	+	+	+
Chlorgas (Cl ₂)	< 1 1 bis 5 > 5	?			+ 0 -	+ + 0

Beständigkeit von kupfergelöteten oder geschweißten Edelstahl-Plattenwärmetauschern gegenüber Wasserinhaltsstoffen

„+“ normalerweise gute Beständigkeit

„0“ Korrosionsprobleme können entstehen, insbesondere, wenn mehrere Faktoren mit 0 bewertet sind

„-“ von der Verwendung ist abzusehen

[< kleiner als, > größer als]

Beurteilungsmerkmal	Konzentrationsbereich (mg/l)	Tunnel Rennsteig Südportal, TR-S-2	Bewertung		Bewertungskriterium	
			Kupfer	Edelstahl > 13 °C	Kupfer	Edelstahl > 13 °C
Probenahmedatum		21.12.2015				
absetzbare Stoffe (organische)	mg/l	< 5,0			0	0
Ammoniak NH3	< 2 2 bis 20 > 20	Nicht analysiert			+ 0 -	+ + 0
Chlorid	< 300 > 300	5,2	+	+	+ 0	+ 0
elektr. Leitfähigkeit	< 10 µS/cm 10 bis 500 µS/cm > 500 µS/cm	90	+	+	0 + -	0 + 0
Eisen (Fe) gelöst	< 0,2 > 0,2	0,017	+	+	+ 0	+ 0
freie (aggressive) Kohlensäure	< 5 5 bis 20 > 20	< 5	+	+	+ 0 -	+ + 0
MANGAN (Mn) gelöst	< 0,1 > 0,1	0,0020	+	+	+ 0	+ 0
NITRATE (NO3) gelöst	< 100 > 100	7,3	+	+	+ 0	+ +
PH-Wert	< 7,5 7,5 bis 9 > 9	7,6	+	+	0 + 0	0 + +
Sauerstoff	< 2 > 2	Nicht analysiert			+ 0	+ +
Schwefelwasserstoff (H2S)	< 0,05 > 0,05	< 0,05	+	+	+ -	+ 0
HCO3- / SO42-	< 1 > 1	Nicht analysiert			0 +	0 +
Hydrogenkarbonat (HCO3-)	< 70 70 bis 300 > 300	25	0	+	0 + 0	+ + 0
Aluminium (Al) gelöst	< 0,2 > 0,2	0,07	+	+	+ 0	+ +
SULFATE	bis 70 70 bis 300 > 300	9	+	+	+ 0 -	+ + 0
SULPHIT (SO3), freies	< 1	< 0,05	+	+	+	+
Chlorgas (Cl2)	< 1 1 bis 5 > 5	Nicht analysiert			+ 0 -	+ + 0

Beständigkeit von kupfergelöteten oder geschweißten Edelstahl-Plattenwärmetauschern gegenüber Wasserinhaltsstoffen

„+“ normalerweise gute Beständigkeit

„0“ Korrosionsprobleme können entstehen, insbesondere, wenn mehrere Faktoren mit 0 bewertet sind

„-“ von der Verwendung ist abzusehen

[< kleiner als, > größer als]

Beurteilungsmerkmal	Konzentrationsbereich (mg/l)	Tunnel Rennsteig Südportal, TR-S-1	Bewertung		Bewertungskriterium	
			Kupfer	Edelstahl > 13 °C	Kupfer	Edelstahl > 13 °C
Probenahmedatum		10.09.2015				
absetzbare Stoffe (organische)	mg/l	< 0,5			0	0
Ammoniak NH3	< 2 2 bis 20 > 20	Nicht analysiert			+ 0 -	+ + 0
Chlorid	< 300 > 300	7,6	+	+	+ 0	+ 0
elektr. Leitfähigkeit	< 10 µS/cm 10 bis 500 µS/cm > 500 µS/cm	108	+	+	0 + -	0 + 0
Eisen (Fe) gelöst	< 0,2 > 0,2	0,011	+	+	+ 0	+ 0
freie (aggressive) Kohlensäure	<5 5 bis 20 > 20	6	0	+	+ 0 -	+ + 0
MANGAN (Mn) gelöst	< 0,1 > 0,1	0,0050	+	+	+ 0	+ 0
NITRATE (NO3) gelöst	< 100 > 100	7,8	+	+	+ 0	+ +
PH-Wert	< 7,5 7,5 bis 9 > 9	7,6	+	+	0 + 0	0 + +
Sauerstoff	< 2 > 2	Nicht analysiert			+ 0	+ +
Schwefelwasserstoff (H2S)	< 0,05 > 0,05	< 0,05	+	+	+ -	+ 0
HCO3- / SO42-	< 1 > 1	Nicht analysiert			0 +	0 +
Hydrogenkarbonat (HCO3-)	< 70 70 bis 300 > 300	18	0	+	0 + 0	+ + 0
Aluminium (Al) gelöst	< 0,2 > 0,2	0,071	+	+	+ 0	+ +
SULFATE	bis 70 70 bis 300 >300	12	+	+	+ 0 -	+ + 0
SULPHIT (SO3), freies	< 1	< 0,05	+	+	+	+
Chlorgas (Cl2)	< 1 1 bis 5 > 5	Nicht analysiert			+ 0 -	+ + 0

Beständigkeit von kupfergelöteten oder geschweißten Edelstahl-Plattenwärmetauschern gegenüber Wasserinhalstoffen

„+“ normalerweise gute Beständigkeit

„0“ Korrosionsprobleme können entstehen, insbesondere, wenn mehrere Faktoren mit 0 bewertet sind

„-“ von der Verwendung ist abzusehen

[< kleiner als, > größer als]

4 Zusammenfassende Bewertung

4.1 Nordportal

Am Nordportal des Tunnels Rennsteig wurden während zwei Ortsbegehungen Wasserproben des Tunneldrainagewassers genommen und labor-technisch untersucht:

1. Probennahme am 10.09.2015
2. Probennahme am 21.12.2015

Hierbei zeigt sich durchgehend ein geringer pH-Wert von 6,6 – 6,9. Diese Größenordnung wurde auch im Rahmen des Vorprojektes bei der Beprobung vor Ort so festgestellt. Darüber hinaus zeigen auch die Werte des Hydrogencarbonats (HCO_3^-) sowie am 10.09.2015 der Wert der freien Kohlensäure eine gewisse Korrosionsgefahr beim Einsatz eines Wärmeübertragers an. Das wesentlich zur Verockerung einer Geothermieanlage beitragende gelöste Eisen sowie Mangan sind unauffällig.

Jede Messung ist fehlerbehaftet. Die Qualität einer Wasseranalyse wird nicht zuletzt anhand des Ionenbilanzfehlers (Ladungsbilanz) beurteilt. Dieser liegt für das Nordportal des Tunnels Füssen bei 10,39 bzw. 12,72 %. Dies ist eine hohe Abweichung. Welche Faktoren für die hohen Abweichungen ausschlaggebend waren, konnte auch nach Rücksprache mit dem zuständigen Labor nicht abschließend geklärt werden. Für die weitergehende Projektierung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage wird der Einsatz eines Edelstahlwärmeübertragers erforderlich. Darüber hinaus werden aufgrund des ermittelten pH-Wertes und bedingt durch den Umstand des hohen Ionenbilanzfehlers weitere Messungen zur Beobachtung des Drainagewasserchemismus hinsichtlich seiner Korrosionswirkung bei einer Niedrigtemperaturanlage mit und ohne Wärmepumpe, z.B. zur Eisfreihaltung, empfohlen.

4.2 Südportal

Am Südportal des Tunnels Rennsteig wurden während zwei Ortsbegehungen Wasserproben des Tunneldrainagewassers genommen und labor-technisch untersucht. Auffällig ist hier der Wert des Hydrogencarbonats (HCO_3^-) sowie am 10.09.2015 der niedrige pH-Wert. Das wesentlich zur Verockerung einer Geothermieanlage beitragende gelöste Eisen sowie Mangan sind unauffällig.

Der Ionenbilanzfehler liegt am Südportal des Tunnels Rennsteig bei 5,64% (tolerabel) und 14,34%. Welche Faktoren für die hohen Abweichungen ausschlaggebend waren, konnte auch nach Rück-

sprache mit dem zuständigen Labor nicht abschließend geklärt werden.

Für die weitergehende Projektierung einer Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlage können sowohl Kupfer- als auch Edelstahlwärmeübertrager eingesetzt werden. Weitere Untersuchungen des Wasserchemismus zur Eignung der Drainagewässer in Verbindung mit nachgeschalteten Wärmeübertragern werden empfohlen.

5 Akkreditierung Prüflabor



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorium

Eurofins Umwelt Ost GmbH

an den Standorten

Löbstedter Straße 78, 07749 Jena

Niederlassung Freiberg

Lindenstraße 11, 09627 Bobritzsch-Hilbersdorf

Außenstelle Greiz

Liebigstraße 7, 07973 Greiz-Dölau

Niederlassung Zschopau

Neue Marienberger Straße 189, 09405 Zschopau

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

physikalische, physikalisch-chemische, chemische, sensorische, biologische und mikrobiologische Untersuchungen von Wasser, Abwasser, Schwimm- und Badebeckenwasser und Eluat; physikalische, physikalisch-chemische, chemische, sensorische und biologische Untersuchungen von Boden, Sedimenten, Gesteinskörnungen, Abfall und Stoffen zur Verwertung oder Ablagerung; physikalische, physikalisch-chemische, chemische und ausgewählte biologische Untersuchungen von Klärschlamm und anderen Schlämmen; physikalische, physikalisch-chemische, chemische und ausgewählte mikrobiologische Untersuchungen von Kompost, Bioabfall, Kultursubstraten, Bodenverbesserungsmitteln, Düngemitteln, Biomassen, Gärresten, Pflanzen; physikalische, physikalisch-chemische, chemische Untersuchungen von Holz, flüssigen, festen und gasförmigen Brennstoffen, Ölen, Bioethanol, Aschen, Bodenluft, Deponiegas, sonstigen Feststoffen (wie Kunststoffen, Baustoffen, keramische Werkstoffe, Papier, Streusalz, Kalk); Probenahme von Grundwasser, Abwasser, aus stehenden Gewässern, aus Grundwasserleitern, Fließgewässern, von Schwimm- und Badebeckenwasser, Schwebstoffen, Boden, Sedimenten, Abfall, Kompost, Gesteinskörnungen, Klärschlamm, Bodenluft, Bauschutt, Holz, Brennstoffen, Altöl und Bioethanol; mikrobiologische, sensorische und ausgewählte chemische Parameter gemäß Trinkwasserverordnung, Probenahme von Roh- und Trinkwasser; Fachmodule Wasser, Boden und Altlasten sowie Abfall

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 10.07.2015 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-14081-01 und ist gültig bis 02.09.2019. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 152 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: **D-PL-14081-01-00**

Im Auftrag

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Valbuena'.

Andrea Valbuena
Abteilungsleiterin

Berlin, 10.07.2015

Siehe Hinweise auf der Rückseite

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin
Spittelmarkt 10
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main
Gartenstraße 6
60594 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKS). Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkKS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30). Die DAkKS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:

EA: www.european-accreditation.org

ILAC: www.ilac.org

IAF: www.iaf.nu