

**DONAU-  
KRAFTWERK  
JOCHENSTEIN**  
AKTIENGESELLSCHAFT



## Ermittlung möglicher Schadstoffgehalte im Staub



Erstellt	IFB Eigenschenk	Dipl.-Geol. Dr. R. Kunz	23.04.2020
Geprüft	IFB Eigenschenk	Dipl.-Geol. Dr. Ch. Barth	23.04.2020
Freigegeben	DKJ/ES-R	Dr. D. Mayr <i>Mayr</i>	30.03.2020
	Unternehmen / Abteilung	Vorname Nachname	Datum

Fremdfirmen-Nr.:																								Aufstellungsort:										Bl. von Bl.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							



# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	4
2	Aufgabenstellung .....	5
3	Verwendete Unterlagen .....	5
4	Untersuchungsraum .....	6
5	Durchgeführte Untersuchungen / Methodik .....	7
	5.1 Ortstermin mit Probenahme .....	7
	5.2 Laboruntersuchungen .....	8
	5.3 Untersuchungen der TU München .....	8
	5.4 Ermittlung Bewertungsgrundlagen .....	8
6	Untersuchungsergebnisse .....	9
	6.1 Materialinventar .....	9
	6.2 Ermittlung asbesthaltiger Gesteinsvorkommen .....	9
	6.3 Analysenergebnisse .....	9
	6.4 Staubbildung .....	9
7	Ergänzende Hinweise .....	10
8	Literatur .....	10





## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektübersicht .....	4
Abbildung 2: Umgriff Untersuchungsgebiet .....	7

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Lagepläne
Anlage 1.1:	Übersichtslageplan
Anlage 1.2:	Detaillageplan mit Lage der Bohrpunkte
Anlage 2:	Projekttagesbericht
Anlage 3:	Fotoaufnahmen mit Probenmaterial
Anlage 4:	Analysenergebnisse
Anlage 5:	Prüfzeugnisse TU München
Anlage 6:	StMUGV: Stoffeinstufung von Quarzfeinstaub





## 1 Einleitung

Im 1952 vereinbarten Regierungsabkommen der Regierungen der Bundesrepublik Deutschland, des Freistaates Bayern und der Republik Österreich zur Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ) wurde der Bau und die möglichst wirtschaftliche Nutzung der Kraftwerksanlage Jochenstein an der Grenzstrecke der Donau vereinbart. Zu den im Regierungsübereinkommen genannten Kraftwerksanlagen zählt auch ein Pumpspeicherwerk, dessen Errichtung bis heute nicht erfolgte.

Durch die derzeit herrschenden Rahmenbedingungen in der Europäischen Energiewirtschaft mit dem Willen, erneuerbare Energieträger nachhaltig in die Energieaufbringung mit einzubeziehen und der sich daraus ergebenden Notwendigkeit, die erzeugte Energie aus volatilen Energieträgern (Wind, Photovoltaik) zu speichern, bedingen eine steigende Nachfrage nach Energiespeichern. Dabei stellen Pumpspeicherkraftwerke aus Wasserkraft derzeit die mit Abstand effizienteste und nachhaltigste Möglichkeit dar.

Vor diesem Hintergrund plant die Donaukraftwerk Jochenstein AG im Oberwasserbereich des Kraftwerkes Jochenstein die Errichtung eines modernen Pumpspeicherkraftwerkes, im Folgenden als **„Energiespeicher Riedl“** bezeichnet. Die Grundkonzeption des Energiespeichers Riedl ist in Abbildung 1 dargestellt.



Abbildung 1: Projektübersicht



Das Wasser für die neue Anlage wird der Donau aus dem Stauraum Jochenstein am rechten Ufer des Trenndamms der bestehenden Laufwasserstufe über ein Ein-/Auslaufbauwerk sowohl entnommen als auch zurückgegeben. Ein neu errichteter Speichersee, welcher in der "Riedler Mulde" südwestlich der Ortschaft Gottsdorf und nördlich der Ortschaft Riedl vorgesehen ist, wird als Oberbecken verwendet. Die beiden Wasserkörper werden durch Stollen mit einer als Schachtbauwerk errichteten Kraftstation im Talbodenbereich von Jochenstein verbunden, in welcher die beiden Pumpen und Turbinen aufgestellt sind. Die erzeugte elektrische Energie wird in einem unterirdischen Kabelkanal in die bestehende Schaltanlage des Kraftwerkes Jochenstein eingespeist. Alle Anlagenteile des Energiespeichers Riedl befinden sich auf deutschem Staatsgebiet.

Der Energiespeicher Riedl ist eine Wasserkraftanlage, mit der die Herstellung eines Gewässers (Speichersee) sowie die wesentliche Umgestaltung eines Gewässers (Donau) verbunden ist. Für derartige Vorhaben ist gemäß §§ 67 ff. Wasserhaushaltsgesetz (WHG) eine wasserrechtliche Planfeststellung erforderlich.

## 2 Aufgabenstellung

---

Im Rahmen der Bautätigkeit bei der Errichtung des Energiespeichers Riedl ist durch die Baumaschinen mit der Freisetzung von Staubemissionen zu rechnen. Zur Ermittlung möglicher Schadstoffgehalte im Staub ist ein Probenahmekonzept zu erarbeiten, entsprechende Materialproben sind zu entnehmen, diese zu untersuchen und zu bewerten.

## 3 Verwendete Unterlagen

---

Folgende Unterlagen und Fachberichte wurden bei der Erstellung des vorliegenden Gutachtens herangezogen:

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2006): Vorläufige Geologische Karte von Bayern 1 : 25.000 Blatt 7448 Untergriesbach. Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2020): Digitale geologische Karte von Bayern 1 : 25.000 Blatt 7448 Untergriesbach. Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umwelt).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2011): Neubau Energiespeicher Riedl, Jochenstein Bereich Speichersee. Ergänzende Baugrunduntersuchung mittels Schürfen. 53 S.; Deggen-  
dorf (IFB Eigenschenk).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2013): Schlussbericht zu den Erkundungen EB21 bis EB36 (Vertikalbohrungen Bereich Ein-/Auslaufbauwerk Speichersee und Bereich Krafthaus). 46 S.; Deggen-  
dorf (IFB Eigenschenk).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2013): Planfeststellungsverfahren Geologischer Bericht. JES-A001-IFBE1-B40085-00-\_FE. 38 S.; Deggen-  
dorf (IFB Eigenschenk).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2019): Neubau Energiespeicher Riedl – Jochenstein. Ergänzende geotechnische Laborversuche. Bericht 319001-1 vom 12.04.2019. 5 S.; Deggen-  
dorf (IFB Eigenschenk).

IFB EIGENSCHENK GMBH (2019): Neubau Energiespeicher Riedl – Jochenstein. Ergänzende geotechnische Laborversuche. Bericht 319001-2 vom 20.09.2019. 8 S.; Deggen-  
dorf (IFB Eigenschenk).





INTERGEO GMBH (2011): Schlussbericht zu Erkundungsbohrungen EB 3 – EB 9 und Pegelbohrungen PB 3 – PB 11. 25 S.; Salzburg (INTERGEO GMBH).  
KUNERT, N. (1977): Pumpspeicherwerk Riedl. – Ingenieur und Hydrogeologie. 42 S.; Olpe (Geotechnisches Büro Kunert).

ÖSTERREICHISCHE DONAUKRAFTWERKE AG (1984): Örtliche Beschreibung und geologischer Bericht für die Herstellung eines Belüftungs- und Probestollen für das Pumpspeicherwerkes Jochenstein – Riedl. 13 S.; Wien (Österr. Donaukraftwerke AG).

STENZEL, G. (1984): Pumpspeicherwerk Riedl – Oberbecken. Vorläufige Zusammenstellung der Baugrunduntersuchungsergebnisse 1984. 14 S.; Nürnberg.

IFB EIGENSCHENK GMBH (2019): Energiespeicher Riedl – Jochenstein. Volumenberechnung von Felsmaterial Bereich Speichersee. Bericht Nr. 3191516 vom 13.12.2019. 5 S.; (IFB Eigenschenk GmbH).

#### 4 Untersuchungsraum

---

Das zu untersuchende Projektgebiet befindet sich im äußersten Osten des Landkreises Passau im bayerisch-österreichischen Grenzgebiet nahe den Ortschaften Jochenstein und Gottsdorf.

Das Projektareal umfasst mehrere geomorphologische Einheiten, darunter den Talboden des Donautals, in dem sich bereits die Staustufe Jochenstein befindet, den Steilhangbereich der Donauleiten, durch den unterirdisch der geplante Triebwasserkanal **führt, sowie die „Riedler Mulde“, eine Senke zwischen den Ortschaften** Gottsdorf und Riedl. Letztere ist als Standort für den künftigen Speichersee geplant.

Das Untersuchungsgebiet für den vorliegenden Bericht befindet sich im Auswirkungsbereich der Baumaßnahmen am geplanten Speichersee zwischen den Ortslagen von Gottsdorf und Riedlerhof sowie im Talboden an den Standorten der Kraftstation und des Ein-/Auslaufbauwerkes auf dem Trenndamm. Die Umgriffe des Untersuchungsgebietes ist in Abbildung 2 dargestellt.





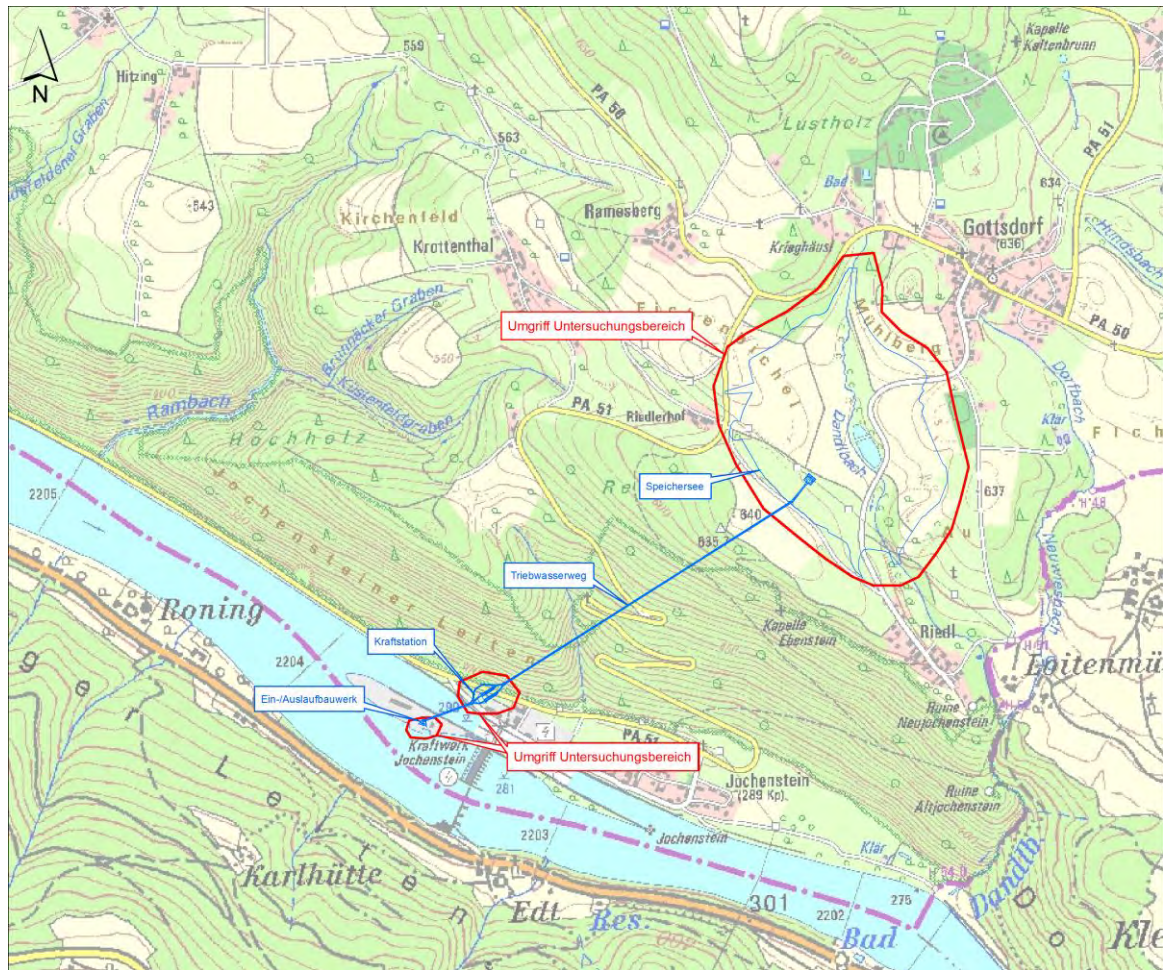


Abbildung 2: Umgriff Untersuchungsgebiet

## 5 Durchgeführte Untersuchungen / Methodik

Nachfolgend werden die durchgeführten Untersuchungen hinsichtlich der angewandten Methodik kurz beschrieben.

## 5.1 Ortstermin mit Probenahme

Vor dem Hintergrund der gegebenen Aufgabenstellung erfolgte ein Ortstermin mit Probenahme. Hierfür wurden die in Kernkisten lagernden Materialproben früherer Bohrungen aufgesucht.

Es wurde aufgrund der räumlichen Verteilung der Bohrungen und der Untergrundbeschaffenheit durch Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz von IFB Eigenschenk gemeinsam mit Dr. Mayr vom Energiespeicher Riedl mehrere repräsentative Materialproben für die Untersuchung ausgewählt. Es erfolgte eine Dokumentation des Probenahmeguts mittels Fotoaufnahmen. Weiter erfolgte eine Dokumentation der durchgeführten Arbeiten in Form eines Projekttagessberichtes, der als Anlage 2 diesem Bericht beiliegt.



## 5.2 Laboruntersuchungen

---

Die im Rahmen des Ortstermins entnommenen Materialproben wurden an akkreditierte Labore zur Durchführung der entsprechenden Laboruntersuchungen übermittelt. Dabei wurden vier Materialproben auf die SM8 (Arsen, Blei, Cadmium, Chrom gesamt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) und zusätzlich auf die Schwermetalle Thallium und Uran in der Originalsubstanz untersucht.

Zusätzlich wurden zwei Materialproben mit dem Rasterelektronenmikroskop gemäß VDI Richtlinie 3866 Blatt 5 auf Asbest untersucht. Die Prüfberichte der Laboruntersuchungen liegen als Anlage 4 diesem Bericht bei.

## 5.3 Untersuchungen der TU München

---

Vom Auftraggeber wurden Untersuchungsberichte der TU München zu Untersuchungen an Bohrkernproben einschließlich Brechversuch der Bohrkernserie PB3 und PB4 zur Verfügung gestellt, die als Anlage 5 diesem Bericht beiliegen.

## 5.4 Ermittlung Bewertungsgrundlagen

---

Vom Auftraggeber wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz vom 13.02.2008 das Schreiben mit der Bezeichnung *Vollzug der TA Luft; Stoffeinstufung von Quarzfeinstaub* herangezogen, das als Anlage 6 zu diesem Bericht beiliegt.

Als weitere Bewertungsgrundlagen wurde die technischen Regeln für Gefahrstoffe herangezogen und zwar insbesondere:

TRGS 517: Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen.

TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte incl. Grenzwert für Chrom

TRGS 505: Blei





## 6 Untersuchungsergebnisse

### 6.1 Materialinventar

---

Im Untersuchungsgebiet stehen Metamorphite als Felsgestein und deren Verwitterungsbildungen als Lockergestein an. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Gneis und Gneiszersatz sowie um Hanglehm.

### 6.2 Ermittlung asbesthaltiger Gesteinsvorkommen

---

Gemäß Anlage 1 zu TRGS 517 erfolgte eine Ermittlung asbesthaltiger Gesteinsvorkommen. Die in der Anlage 1 zu TRGS 517 aufgeführten potenziell asbesthaltigen Gesteinsarten wie Ultrabasite/Peridotite, basische Effusiva, basische Intrusiva sowie insbesondere metamorphe und metasomatisch überprägten Grüngesteine sind im Untersuchungsgebiet aufgrund des geologischen Rahmens und der amtlichen geologischen Karte 1 : 25.000 nicht zu erwarten. Insofern ist nach dieser Vorprüfung nicht mit dem Auftreten von Asbestmineralien zu rechnen.

### 6.3 Analysenergebnisse

---

Die Ergebnisse der durchgeführten Analysen liegen als Anlage 4 diesem Bericht bei.

Mit den durchgeführten Schwermetallanalysen wurden Stoffgehalte angetroffen, die kennzeichnend sind für geogen schwach erhöhte Schwermetallgehalte im Ostbayerischen Grundgebirge und damit auch für das Untersuchungsgebiet.

Die festgestellten Schwermetallgehalte liegen gemäß der Vollzugshilfe „*Hintergrundwerte von anorganischen und organischen Schadstoffen in Böden Bayerns*“ des Bayerischen Landesamts für Umwelt, in der Größenordnung oder unterhalb der natürlichen Hintergrundwerte für das Grundgebirge des Bayerischen Waldes. Die einzige Ausnahme bildet der Chromgehalt im Festgestein in Bohrung EB 26 (24,3 bis 24,4 m), der mit 140 mg/kg oberhalb der zu erwartenden geogenen Hintergrundwerte (42 bis 75 mg/kg) liegt.

In den beiden untersuchten Materialproben konnte im Rahmen der Bestimmungsgrenzen kein Asbest nachgewiesen werden. Aufgrund der geologischen Rahmenbedingungen ist in dem vorliegenden Kristallin mit gneisartigen Gesteinen ein Vorkommen von Asbest nicht zu erwarten.

### 6.4 Staubbildung

---

Der allgemeine Grenzwert für einatembaren Staub (E-Staub) liegt bei 10 mg/m<sup>3</sup> Luft. Alle festgestellten Schwermetallgehalte der untersuchten Gesteinsproben liegen in einer Größenordnung, bei denen die größten festgestellten Gehalte so gering sind, dass bei Einhaltung des oben genannten Grenzwertes für Staub die jeweiligen Grenzwerte für die Schwermetallgehalte in der Staubfraktion weit unterschritten werden.

So ist zum Beispiel der Bleigehalt bei einem Anteil von 30 mg/kg in der Staubfraktion von 10 mg/m<sup>3</sup> Raumluft in einer Konzentration von 0,0003 mg/m<sup>3</sup> Raumluft enthalten, während der Arbeitsplatzgrenzwert gemäß TRGS 505 bei 0,1 mg/m<sup>3</sup> Raumluft liegt.





Auch der Chromgehalt liegt bei einem Anteil von maximal 140 mg/kg in der zulässigen Staubfraktion von 10 mg/m<sup>3</sup> einatembaren Staub in der Raumluft in einer Konzentration von 0,0014 mg/m<sup>3</sup> Raumluft vor, während der Arbeitsplatzgrenzwert gemäß TRGS 505 bei 2 mg/m<sup>3</sup> Raumluft liegt.

Der Schwermetallgehalt der untersuchten Gesteine ist daher bereits bei Einhaltung des Staubgrenzwertes für E-Staub von 10 mg/m<sup>3</sup> nicht mehr relevant. Die Staubgrenzwerte für alveolengängiger Staub (A-Staub) mit 1,25 mg/m<sup>3</sup> sowie für alveolengängigen Quarzstaub mit 15 µg/m<sup>3</sup> sind noch deutlich geringer.

Damit ist bei Einhaltung der Grenzwerte für allgemeinen Staub sowie für Quarzfeinstaub auch die Einhaltung der Grenzwerte für alle Schwermetalle sichergestellt.

## 7 Ergänzende Hinweise

---

Die Empfehlungen und Folgerungen des vorliegenden Berichtes wurden auf der Grundlage einer Vielzahl von punktuellen Baugrundaufschlüssen und weitergehenden Auswertungen erarbeitet.

## 8 Literatur

---

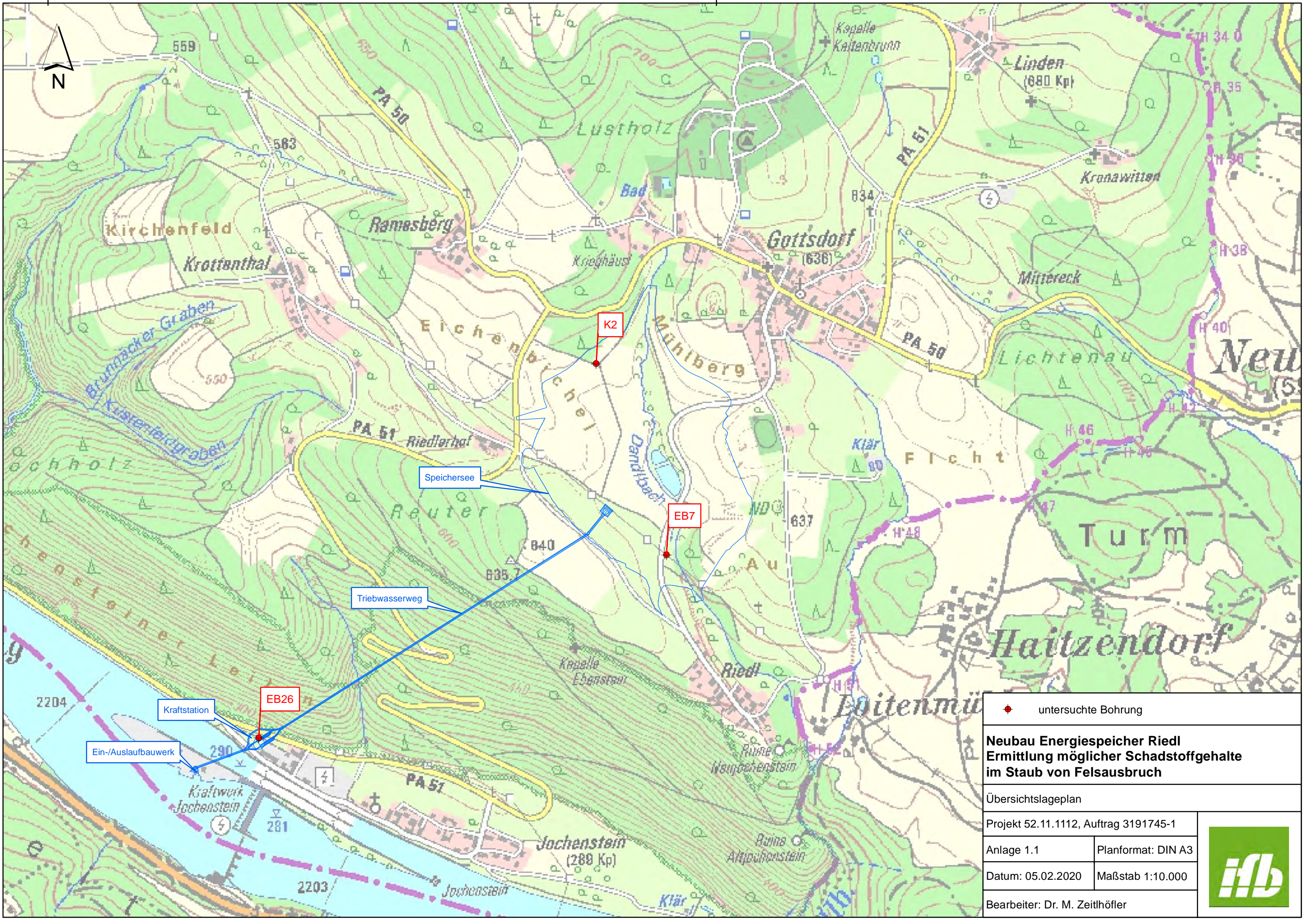
Ausschuss für Gefahrstoffe (Fassung vom 02.03.2015): TRGS 517: Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen. – 39 Seiten.

Ausschuss für Gefahrstoffe (Fassung 08.08.2019):  
TRGS 900: Arbeitsplatzgrenzwerte. – 69 Seiten.

Ausschluss für Gefahrstoffe (Ausgabe Februar 2007) TRGS 505: Blei. – 18 Seiten.

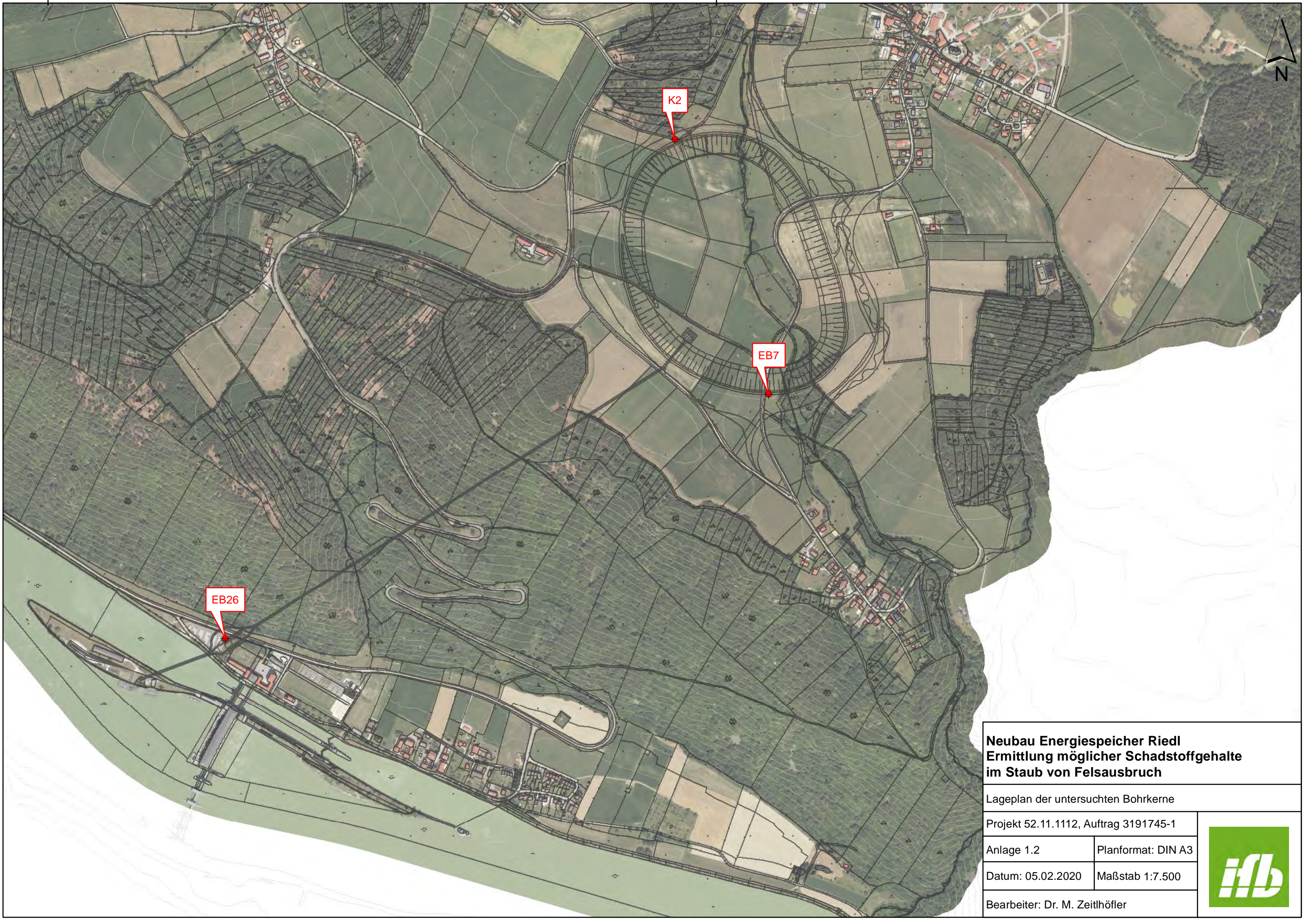






♦ untersuchte Bohrung	
<b>Neubau Energiespeicher Riedl Ermittlung möglicher Schadstoffgehalte im Staub von Felsausbruch</b>	
Übersichtslageplan	
Projekt 52.11.1112, Auftrag 3191745-1	
Anlage 1.1	Planformat: DIN A3
Datum: 05.02.2020	Maßstab 1:10.000
Bearbeiter: Dr. M. Zeithöfler	





**Neubau Energiespeicher Riedl**  
**Ermittlung möglicher Schadstoffgehalte**  
**im Staub von Felsausbruch**

Lageplan der untersuchten Bohrkern

Projekt 52.11.1112, Auftrag 3191745-1

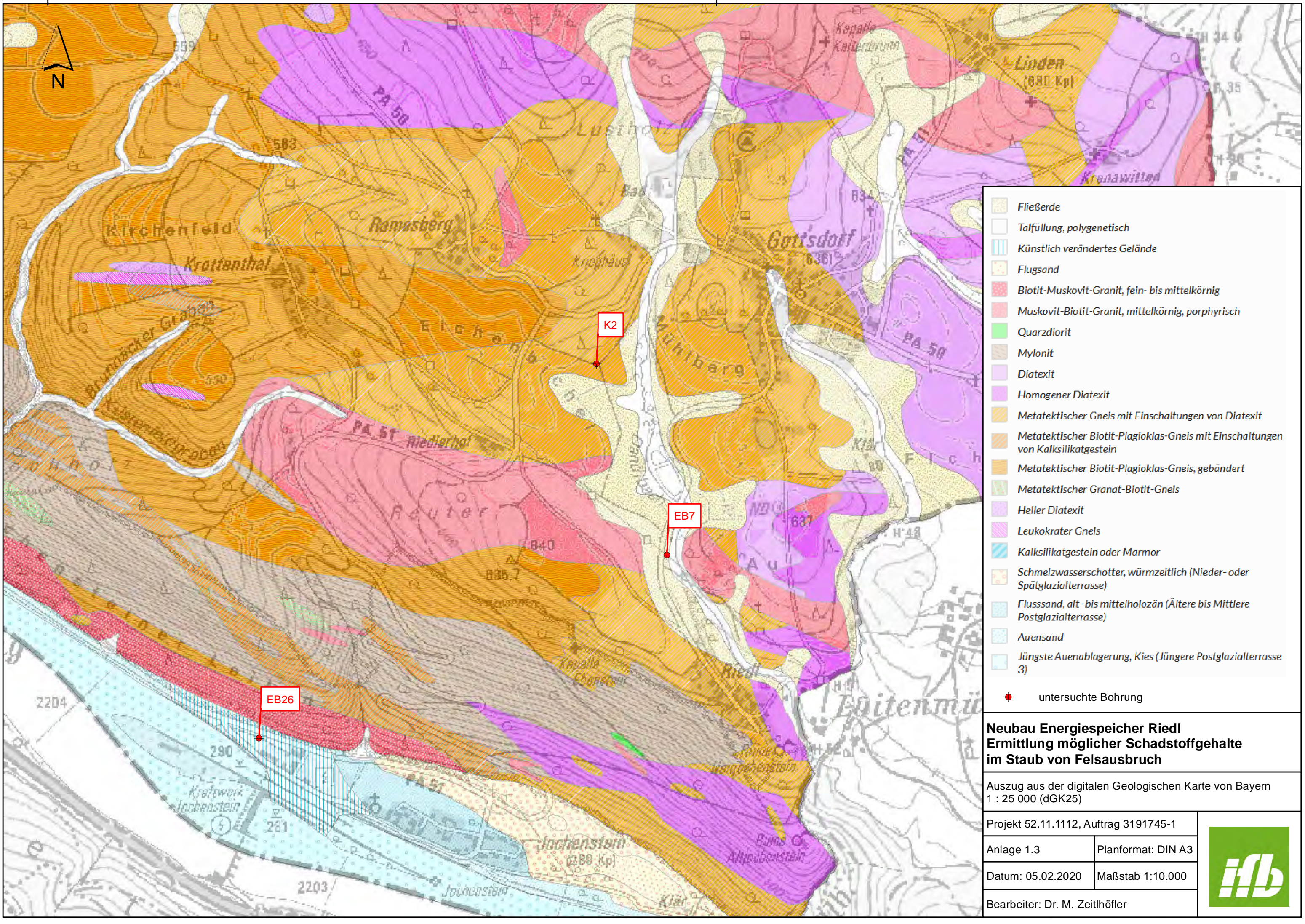
Anlage 1.2	Planformat: DIN A3
------------	--------------------

Datum: 05.02.2020	Maßstab 1:7.500
-------------------	-----------------

Bearbeiter: Dr. M. Zeithöfler







- Fließerde
- Talfüllung, polygenetisch
- Künstlich verändertes Gelände
- Flugsand
- Biotit-Muskovit-Granit, fein- bis mittelkörnig
- Muskovit-Biotit-Granit, mittelkörnig, porphyrisch
- Quarzdiorit
- Mylonit
- Diatexit
- Homogener Diatexit
- Metatektischer Gneis mit Einschaltungen von Diatexit
- Metatektischer Biotit-Plagioklas-Gneis mit Einschaltungen von Kalksilikatgestein
- Metatektischer Biotit-Plagioklas-Gneis, gebändert
- Metatektischer Granat-Biotit-Gneis
- Heller Diatexit
- Leukokrater Gneis
- Kalksilikatgestein oder Marmor
- Schmelzwasserschotter, würmzeitlich (Nieder- oder Spätglazialterrasse)
- Flusssand, alt- bis mittelholozän (Ältere bis Mittlere Postglazialterrasse)
- Auensand
- Jüngste Auenablagerung, Kies (Jüngere Postglazialterrasse 3)
- untersuchte Bohrung

**Neubau Energiespeicher Riedl**  
**Ermittlung möglicher Schadstoffgehalte**  
**im Staub von Felsausbruch**

Auszug aus der digitalen Geologischen Karte von Bayern  
1 : 25 000 (dGK25)

Projekt 52.11.1112, Auftrag 3191745-1		
Anlage 1.3	Planformat: DIN A3	
Datum: 05.02.2020	Maßstab 1:10.000	
Bearbeiter: Dr. M. Zeithöfler		



# Projekttagbericht

**Auftrag:** 3191745, Neubau Energiespeicher Riedl  
**Auftraggeber:** Donaukraftwerk Jochenstein AG  
**Unser Zeichen:** RK/SSR



**Datum:** Donnerstag, 05.12.2019

**Fachgutachter vor Ort:**  
**Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz**

**11:00 Uhr bis 12:15 Uhr**

**Fachgutachter im Einsatz:**  
**Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz**

**4 Stunden inkl. An- und  
 Abfahrt sowie  
 Protokollerstellung**

**Personen vor Ort:**  
**Herr Dr. Mayr, Energiespeicher Riedl**

**Wetter:**  
**neblig, ca. 0°C**

## Situation:

Zur Ermittlung möglicher Schadstoffgehalte im Staub bei der Errichtung des Energiespeicher Riedl wurde ein Probenahmekonzept erarbeitet. Anschließend wurde dieses Probenahmekonzept umgesetzt und es erfolgt eine Probenahme aus den Kernkisten der früheren niedergebrachten Bohrungen.

Aus der Bohrung K2 im Speicherbecken im Norden wurde der Oberboden (Schluff, sandig, schwach kiesig, braun) beprobt, um diese auf SM8, Thallium und Uran zu untersuchen.

Weiterhin wurde aus dem Bereich von 9,8 m bis 9,9 m ein Kristallingestein beprobt, um dieses ebenfalls auf SM8, Thallium und Uran sowie auf Asbest zu untersuchen.

Weiterhin wurde im Bereich der Organismenwanderhilfe aus der Bohrung EB26 der Bereich von 0,1 bis 0,2 m auf SM8, Thallium und Uran sowie getrennt auf Asbest beprobt.

Es handelt sich um eine Auffüllung anzusprechen als Fein-bis Mittelsand kiesig, schwach schluffig.

Gleichfalls wurde für den Bereich des Energiespeicher Riedl Krafthaus die Bohrung EB26 von 24,3 bis 24,4 m sowohl für Asbest als auch für SM8, Thallium und Uran beprobt und die Proben fotografiert. Es handelt sich hier um Kristallin.

Des Weiteren wurden im Bereich der Organismenwandhilfe der Bereich der JPB2 von 0,1 bis 0,2 m (Auenablagerung) sowie der kiesige Bereich der Organismenwanderhilfe von 5,1 bis 5,2 m (Kies, sandig, schwach schluffig) auf SM8, Thallium und Uran beprobt.



**Anmerkungen:**

Vor Ort wurden Fotoaufnahmen erstellt.

Aufgestellt am: 05.12.2019 Name: Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz

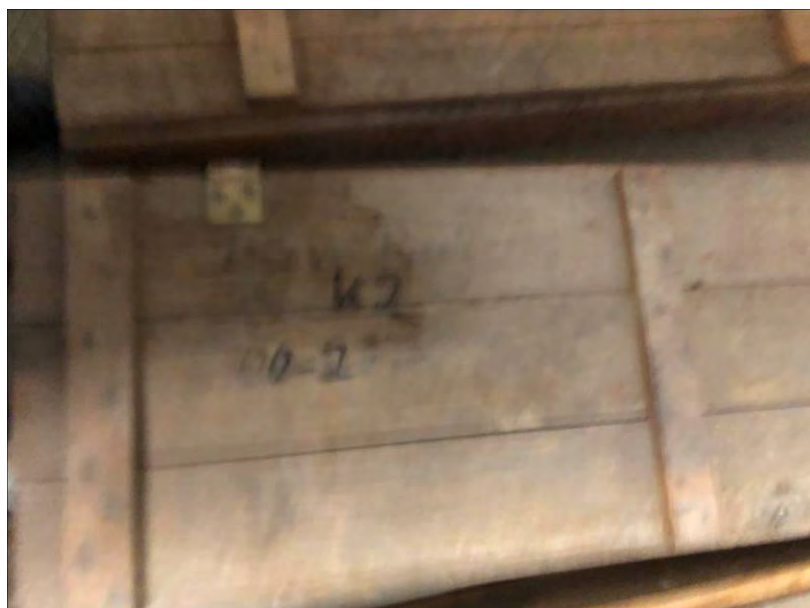




1



2



3



4





5



6



7



8





9



10



11



12



IFB Eigenschenk GmbH  
Mettener Straße 33  
D-94469 Deggendorf

## Prüfbericht V196341

12.12.2019

**Projekt** 3191745 Neubau Energiespeicher

**Auftraggeber** IFB Eigenschenk GmbH

**Auftragsdatum** 09.12.2019

**Probenart** Feststoff






**Probenahme** 05.12.2019

**Probenehmer** Auftraggeber

**Probeneingang** 06.12.2019

**Prüfzeitraum** 09.12.2019 - 12.12.2019



-  Umweltanalytik
-  Lebensmittelanalytik
-  Rückstandsanalytik
-  RoHS-Analytik
-  Analytik von Arzneimitteln und pharmazeutischen Produkten

Akkreditiertes Prüflaboratorium  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Gegenprobensachverständigen-  
Prüflabor (PrüfLabV)

Zulassung nach dem  
Arzneimittelgesetz

Untersuchungsstelle nach  
§ 15 TrinkwV:2001 und  
§ 18 BBodSchG

**görtler**  
analytical services gmbh

i.A.

Dr. Silvia Ferioli  
QMB

Die Prüfbefunde beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichts ist ohne schriftliche Genehmigung der görtler analytical services gmbh nicht zulässig. Untersuchungsstelle ist die görtler analytical services gmbh, D-85591 Vaterstetten. Wenn nicht anders vereinbart oder fachlich begründet, werden Proben 2 Monate aufbewahrt.

görtler analytical services gmbh  
Johann-Sebastian-Bach-Straße 40  
D-85591 Vaterstetten

Telefon +49 8106 2460-0  
Telefax +49 8106 2460-60  
info@goertler.com  
www.goertler.com

Geschäftsführung:  
Giesa Warthemann, Roland Görtler

HRB München 93447  
USt.-IdNr. DE 129 360 902  
St.Nr. 114/127/60117

Volksbank Raiffeisenbank  
Rosenheim-Chiemsee eG  
IBAN: DE57 7116 0000 0000 6644 48  
BIC: GENODEF1VRR

Kreissparkasse  
München Starnberg Ebersberg  
IBAN: DE39 7025 0150 0027 4168 82  
BIC: BYLADEM1KMS

Vaterstetten  
São Paulo\*



\* Akkreditierung  
NBR ISO / IEC 17025 INMETRO CRL 0537



**Feststoff**

<b>Probenbezeichnung</b> <b>Probenahme durch</b> <b>Probenahme am</b> <b>Probeneingang</b> <b>Anliefergefäß</b>				<b>K2 / 0,0-0,2 m</b> Auftraggeber 05.12.2019 06.12.2019 Eimer	<b>K2 / 9,8-9,9 m</b> Auftraggeber 05.12.2019 06.12.2019 Eimer	<b>EB 7/ 0,0-0,1 m</b> Auftraggeber 05.12.2019 06.12.2019 Eimer
<b>Parameter</b>	<b>Methode</b>	<b>BG</b>	<b>Einheit</b>	<b>V1928468</b>	<b>V1928469</b>	<b>V1928470</b>
Probenaufbereitung			-	gebrochen	gebrochen	gebrochen
Trockenrückstand (TR)	DIN EN 14346:2007-03	0,1	%	97,7	99,7	96,3
Metalle:						
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01					
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	1	mg/kg TR	6,5	1,9	7,1
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	3	mg/kg TR	20	13	30
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,3	mg/kg TR	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	49	33	49
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	22	13	17
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	31	20	25
Quecksilber	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,1	mg/kg TR	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,4	mg/kg TR	0,59	0,51	0,67
Uran	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,1	mg/kg TR	2,7	2,5	2,9
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	69	57	87



**Feststoff**

<b>Probenbezeichnung</b>				<b>EB 7/ 3,6-3,7 m</b>
<b>Probenahme durch</b>				Auftraggeber
<b>Probenahme am</b>				05.12.2019
<b>Probeneingang</b>				06.12.2019
<b>Anliefergefäß</b>				Eimer
<b>Parameter</b>	<b>Methode</b>	<b>BG</b>	<b>Einheit</b>	<b>V1928471</b>
Probenaufbereitung			-	gebrochen
Trockenrückstand (TR)	DIN EN 14346:2007-03	0,1	%	99,7
Metalle:				
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01			
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	1	mg/kg TR	< 1,0
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	3	mg/kg TR	8,2
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,3	mg/kg TR	< 0,30
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	23
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	2,9
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	17
Quecksilber	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,1	mg/kg TR	< 0,10
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,4	mg/kg TR	0,72
Uran	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,1	mg/kg TR	2,2
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	48

**Legende**

Komponenten unter der Bestimmungsgrenze (BG) wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt (Summen gerundet)

n.n. = nicht nachweisbar; n.b. = nicht beauftragt

Retsch = Befunde aus der gebrochenen Originalprobe (Probenaufbereitung mit Backenbrecher RETSCH)

Fraktion = Befunde aus der Fraktion < 2 mm

Frakt. < 22,4 = Befunde aus der gebrochenen Fraktion < 22,4 mm bzw. Eluatansatz aus der Fraktion < 22,4 mm

grob gebrochen = Eluatansatz aus der grob gebrochenen Originalprobe

Originalprobe = Befunde bzw. Eluatansatz aus der Originalprobe

zerkleinert = Befunde bzw. Eluatansatz aus der zerkleinerten Originalprobe

gemahlen = Befunde aus der gemahlten Originalprobe



**AGROLAB Labor GmbH**, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 BruckbergIFB EIGENSCHENK GMBH  
METTENER STR. 33  
94469 Deggendorf

Datum 12.12.2019

Kundennr. 27013335

**PRÜFBERICHT 2960355 - 129803**

Auftrag **2960355 3191745, chemische Analysen Untergrund**  
Analysennr. **129803**  
Probeneingang **09.12.2019**  
Probenahme **05.12.2019**  
Probenehmer **Auftraggeber (Dr. Roland Kunz, IFB Eigenschenk GmbH)**  
Kunden-Probenbezeichnung **K2 / 9,8 - 9,9 m**

Einheit Wert i.d.OS Best.-Gr. Methode

**Materialprobe**

Asbest		nicht nachweisbar			VDI 3866, Blatt 5 : 2017-06
--------	--	-------------------	--	--	-----------------------------

**Asbestart**

Asbest Amphibol	% (m/m)	<1	1	VDI 3866, Blatt 5 : 2017-06
Asbest Chrysotil	% (m/m)	<1	1	VDI 3866, Blatt 5 : 2017-06

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Asbest:

Auf die Beachtung der folgenden Gefahrstoffrichtlinien wird hingewiesen:

TRGS 517 2013-02 "Tätigkeiten mit potentiell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen."

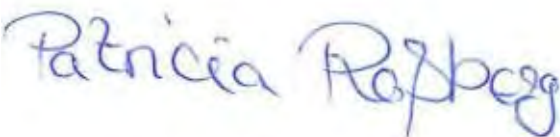
TRGS 519 2019-10 "...bei Tätigkeiten mit Asbest und asbesthaltigen Materialien bei Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten (ASI-Arbeiten) und bei der Abfallbeseitigung..." S. 5, 1(1)

Alle asbesthaltigen Abfälle sind als gefährlicher Abfall gem. GefStoffV ordnungsgemäß zu entsorgen.

Beginn der Prüfungen: 10.12.2019

Ende der Prüfungen: 12.12.2019

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

**AGROLAB Labor GmbH, Patricia Roßberg, Tel. 08765/93996-53**  
**patricia.rossberg@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**



**AGROLAB Labor GmbH**, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 BruckbergIFB EIGENSCHENK GMBH  
METTENER STR. 33  
94469 Deggendorf

Datum 12.12.2019

Kundennr. 27013335

**PRÜFBERICHT 2960355 - 129804**

Auftrag **2960355 3191745, chemische Analysen Untergrund**  
Analysennr. **129804**  
Probeneingang **09.12.2019**  
Probenahme **05.12.2019**  
Probenehmer **Auftraggeber (Dr. Roland Kunz, IFB Eigenschenk GmbH)**  
Kunden-Probenbezeichnung **EB 26 / 24,3 - 24,4**

Einheit Wert i.d.OS Best.-Gr. Methode

**Materialprobe**

Asbest		nicht nachweisbar			VDI 3866, Blatt 5 : 2017-06
--------	--	-------------------	--	--	-----------------------------

**Asbestart**

Asbest Amphibol	% (m/m)	<1	1	VDI 3866, Blatt 5 : 2017-06
Asbest Chrysotil	% (m/m)	<1	1	VDI 3866, Blatt 5 : 2017-06

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Asbest:

Auf die Beachtung der folgenden Gefahrstoffrichtlinien wird hingewiesen:

TRGS 517 2013-02 "Tätigkeiten mit potentiell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen."

TRGS 519 2019-10 "...bei Tätigkeiten mit Asbest und asbesthaltigen Materialien bei Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten (ASI-Arbeiten) und bei der Abfallbeseitigung..." S. 5, 1(1)

Alle asbesthaltigen Abfälle sind als gefährlicher Abfall gem. GefStoffV ordnungsgemäß zu entsorgen.

Beginn der Prüfungen: 10.12.2019

Ende der Prüfungen: 12.12.2019

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

**AGROLAB Labor GmbH, Patricia Roßberg, Tel. 08765/93996-53**  
**patricia.rossberg@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**



**AGROLAB Labor GmbH**, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 BruckbergIFB EIGENSCHENK GMBH  
METTENER STR. 33  
94469 Deggendorf

Datum 12.12.2019

Kundennr. 27013335

**PRÜFBERICHT 2960355 - 129806**

Auftrag **2960355 3191745, chemische Analysen Untergrund**  
Analysennr. **129806**  
Probeneingang **09.12.2019**  
Probenahme **05.12.2019**  
Probenehmer **Auftraggeber (Dr. Roland Kunz, IFB Eigenschenk GmbH)**  
Kunden-Probenbezeichnung **EB 7 / 3,6 -3,7 m**

Einheit Wert i.d.OS Best.-Gr. Methode

**Materialprobe**

Asbest		nicht nachweisbar			VDI 3866, Blatt 5 : 2017-06
--------	--	-------------------	--	--	-----------------------------

**Asbestart**

Asbest Amphibol	% (m/m)	<1	1	VDI 3866, Blatt 5 : 2017-06
Asbest Chrysotil	% (m/m)	<1	1	VDI 3866, Blatt 5 : 2017-06

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Asbest:

Auf die Beachtung der folgenden Gefahrstoffrichtlinien wird hingewiesen:

TRGS 517 2013-02 "Tätigkeiten mit potentiell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen."

TRGS 519 2019-10 "...bei Tätigkeiten mit Asbest und asbesthaltigen Materialien bei Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten (ASI-Arbeiten) und bei der Abfallbeseitigung..." S. 5, 1(1)

Alle asbesthaltigen Abfälle sind als gefährlicher Abfall gem. GefStoffV ordnungsgemäß zu entsorgen.

Beginn der Prüfungen: 10.12.2019

Ende der Prüfungen: 12.12.2019

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekannten Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Prüfergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der ISO/IEC 17025:2005, Abs. 5.10.1 berichtet.

**AGROLAB Labor GmbH, Patricia Roßberg, Tel. 08765/93996-53**  
**patricia.rossberg@agrolab.de**  
**Kundenbetreuung**



IFB Eigenschenk GmbH  
Mettener Straße 33  
D-94469 Deggendorf

## Prüfbericht V196342

12.12.2019

**Projekt** 3191744 Organismenwanderhilfe

**Auftraggeber** IFB Eigenschenk GmbH

**Auftragsdatum** 09.12.2019

**Probenart** Feststoff






**Probenahme** 05.12.2019

**Probenehmer** Drillinz

**Probeneingang** 06.12.2019

**Prüfzeitraum** 09.12.2019 - 12.12.2019



-  Umweltanalytik
-  Lebensmittelanalytik
-  Rückstandsanalytik
-  RoHS-Analytik
-  Analytik von Arzneimitteln und pharmazeutischen Produkten

Akkreditiertes Prüflaboratorium  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Gegenprobensachverständigen-  
Prüflabor (PrüfLabV)

Zulassung nach dem  
Arzneimittelgesetz

Untersuchungsstelle nach  
§ 15 TrinkwV:2001 und  
§ 18 BBodSchG

görtler analytical services gmbh  
Johann-Sebastian-Bach-Straße 40  
D-85591 Vaterstetten

Telefon +49 8106 2460-0  
Telefax +49 8106 2460-60  
info@goertler.com  
www.goertler.com

Geschäftsführung:  
Giesa Warthemann, Roland Görtler  
HRB München 93447  
USt.-IdNr. DE 129 360 902  
St.Nr. 114/127/60117

Volksbank Raiffeisenbank  
Rosenheim-Chiemsee eG  
IBAN: DE57 7116 0000 0000 6644 48  
BIC: GENODEF1VRR

Kreissparkasse  
München Starnberg Ebersberg  
IBAN: DE39 7025 0150 0027 4168 82  
BIC: BYLADEM1KMS

Vaterstetten  
São Paulo\*



\* Akkreditierung  
NBR ISO / IEC 17025 INMETRO CRL 0537

görtler  
analytical services gmbh

i.A.

Dr. Silvia Ferioli  
QMB

Die Prüfbefunde beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichts ist ohne schriftliche Genehmigung der görtler analytical services gmbh nicht zulässig. Untersuchungsstelle ist die görtler analytical services gmbh, D-85591 Vaterstetten. Wenn nicht anders vereinbart oder fachlich begründet, werden Proben 2 Monate aufbewahrt.



**Feststoff**

Probenbezeichnung				JPB 2 / 0,1-0,2 m Drillinz 05.12.2019 06.12.2019 Eimer	JPB 2 / 5,1-5,2 m Drillinz 05.12.2019 06.12.2019 Eimer	EB 26 / 0,1-0,2 m Drillinz 05.12.2019 06.12.2019 Eimer
Probenahme durch Probenahme am Probeneingang Anliefergefäß						
Parameter	Methode	BG	Einheit	V1928472	V1928473	V1928474
Probenaufbereitung			-	gebrochen	gebrochen	gebrochen
Trockenrückstand (TR)	DIN EN 14346:2007-03	0,1	%	98,9	99,8	98,1
Metalle:						
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01					
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	1	mg/kg TR	6,6	4,0	12
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	3	mg/kg TR	11	4,8	15
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,3	mg/kg TR	< 0,30	< 0,30	< 0,30
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	23	19	31
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	12	11	21
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	18	15	31
Quecksilber	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,1	mg/kg TR	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,4	mg/kg TR	< 0,40	< 0,40	< 0,40
Uran	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,1	mg/kg TR	1,0	1,0	1,5
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	42	25	60



**Feststoff**

<b>Probenbezeichnung</b>				<b>EB 26 / 24,3-24,4 m</b>
<b>Probenahme durch</b>				Drillinz
<b>Probenahme am</b>				05.12.2019
<b>Probeneingang</b>				06.12.2019
<b>Anliefergefäß</b>				Eimer
<b>Parameter</b>	<b>Methode</b>	<b>BG</b>	<b>Einheit</b>	<b>V1928475</b>
Probenaufbereitung			-	gebrochen
Trockenrückstand (TR)	DIN EN 14346:2007-03	0,1	%	99,8
Metalle:				
Königswasseraufschluss	DIN EN 13657:2003-01			
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	1	mg/kg TR	11
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	3	mg/kg TR	< 3,0
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,3	mg/kg TR	< 0,30
Chrom, gesamt	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	140
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	13
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	67
Quecksilber	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,1	mg/kg TR	< 0,10
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,4	mg/kg TR	0,82
Uran	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	0,1	mg/kg TR	0,55
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (E29):2017-01, ICP-MS	2	mg/kg TR	78

**Legende**

Komponenten unter der Bestimmungsgrenze (BG) wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt (Summen gerundet)

n.n. = nicht nachweisbar; n.b. = nicht beauftragt

Retsch = Befunde aus der gebrochenen Originalprobe (Probenaufbereitung mit Backenbrecher RETSCH)

Fraktion = Befunde aus der Fraktion < 2 mm

Frakt. < 22,4 = Befunde aus der gebrochenen Fraktion < 22,4 mm bzw. Eluatansatz aus der Fraktion < 22,4 mm

grob gebrochen = Eluatansatz aus der grob gebrochenen Originalprobe

Originalprobe = Befunde bzw. Eluatansatz aus der Originalprobe

zerkleinert = Befunde bzw. Eluatansatz aus der zerkleinerten Originalprobe

gemahlen = Befunde aus der gemahlten Originalprobe





Technische Universität München

TUM · MPA BAU · Abteilung Baustoffe  
Franz-Langinger-Straße 10 · 81245 München · Germany

Kraftwerk Jochenstein DKJ  
Am Kraftwerk 2  
94107 Untergriesbach

cbm · Centrum Baustoffe  
und Materialprüfung  
MPA BAU,  
Abteilung Baustoffe

Franz-Langinger-Straße 10  
81245 München  
Germany

Tel +49.89.289.27066  
Fax +49.89.289.27069  
[www.cbm.bgu.tum.de](http://www.cbm.bgu.tum.de)

## UNTERSUCHUNGSBERICHT

### Prüfzeugnis

**Nr.: 52-19-1552-01**

FG Gesteine

Datum  
21.02.2020

Unser Zeichen  
WI/KW

Bearbeiter  
Westiner

E-Mail  
[baustoffe@cbm.bgu.tum.de](mailto:baustoffe@cbm.bgu.tum.de)

Betrifft: Bauvorhaben Energiespeicher Riedl  
Untersuchungen an Bohrkernproben einschließlich Brechversuch  
Bohrkernserie PB 3

Bezug: Ihr Auftrag vom 18.11.2019  
Bestellnummer 4500425848

Dieser Bericht umfasst:  
11 Textseiten (inkl. Deckblatt)

Der Untersuchungsbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine gekürzte oder eine auszugsweise Vervielfältigung sowie eine Veröffentlichung in Druckschriften sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Materialprüfungsamtes zulässig. Das Probenmaterial wird, sofern keine andere Vereinbarung getroffen wurde, vier Wochen nach Erstellung des Berichtes vernichtet.



# 1. ALLGEMEINES

## 1.1 Angaben zur Probe

Herkunft/Werk:	Energiespeicher Riedl
Art:	natürliche Gesteinskörnung
Petrographischer Typ:	Festgestein - Gneis, ungebrochen
Korngruppe:	Bohrkerne
Bezeichnung/Entnahmestelle:	Bohrkern PB 3 (14,0-16,0) Bohrkern PB 3 (16,0-18,0) Bohrkern PB 3 (18-20)
Tag der Probeanlieferung:	13.12.2019
durch:	Auftraggeber
Bemerkung:	Die Bohrkerne wurden zu einer Sammelprobe vereinigt. Dieses Gesteinsmaterial wurde mit einer Laborprallmühle in einem dreistufigen Prozess zerkleinert, anschließend erfolgten die bautechnischen Untersuchungen.

## 1.2 Vorschriften und Richtlinien

DIN EN 13043	„Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlungen für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen“
TL Gestein-StB 04	„Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2018“ (Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr Az. 49-43415-4-3 vom 18.03.2019)
TP Gestein-StB	„Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2008“ (mit * wurden Prüfverfahren nach DIN EN gekennzeichnet, bei denen Ergänzungen und Präzisierungen nach TP Gestein-StB berücksichtigt wurden; siehe Abschnitt 1.1 der TL Gestein-StB)
TL Asphalt-StB 07	„Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007“ (Bekanntmachung der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern Nr. II D9-43434-001/08 vom 28.08.2017)
ZTV Asphalt-StB 07	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007“ (Bekanntmachung der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern Nr. II D9-43415-004/08 vom 28.08.2017)



## 2. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### Brechversuch

Das Gesteinsmaterial wurde in drei Brechstufen zerkleinert. Zunächst wurde es händisch mit Hammer auf Handstückgröße zerschlagen (Vorzerkleinerung). Anschließend erfolgte ein aufbrechen des Gesteinsmaterials mit dem Laborbackenbrecher (Spaltweite 40 mm). Als dritte Brechstufe wurde das Gesteinsmaterial mit einer Laborprallmühle (Spaltweite 20 mm) aufbereitet. Der sich aus dem Brechgut ergebende Kornanteil größer 16 mm wurde abgesiebt und der Laborprallmühle erneut zugeführt. Dies geschah so lange, bis ein Baustoffgemisch 0/16 vorlag.

Vorzerkleinerung (händisch)	
Zeitdauer in Stunden	3
Grad der Anstrengung (leicht – mittel – groß)	mittel
Korngröße nach Zerkleinerung in mm	32/125
Backenbrecherversuch	
Zeitdauer in Stunden	1
Grad der Anstrengung (leicht – mittel – groß)	mittel
Korngröße nach Zerkleinerung in mm	0/45
Prallmühlenversuch	
Anzahl der Durchgänge	3
Grad der Belastung (leicht – mittel – groß)	mittel
Korngröße nach Zerkleinerung in mm	0/16

### Brechversuch - Petrographische Beurteilung

Die petrographische Beurteilung erfolgte nach DIN EN 932-3 an den Gesteinskörnungen und ist in nachstehender Tabelle angegeben:

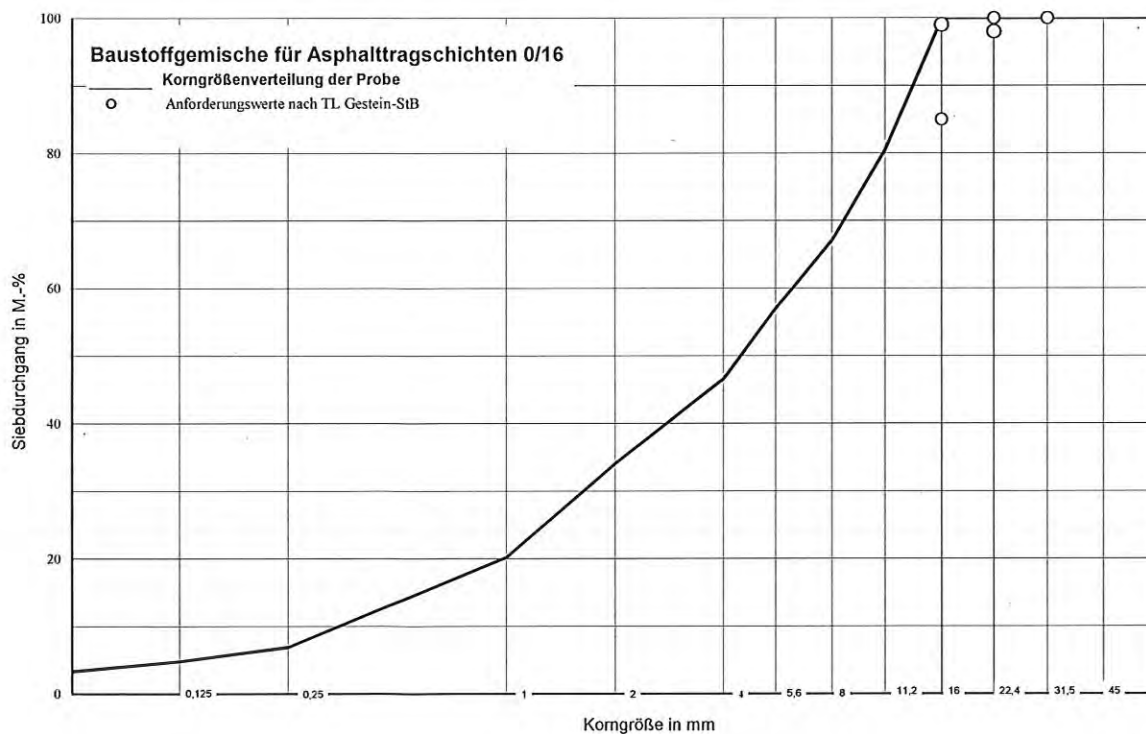
Art der Entstehung	metamorph
Gesteinsart	Festgestein - Gneis
Gesteinsbeschreibung	schwarz, sehr homogen, grobkörnig mit undeutlicher Schieferung/Einregelung; Einsprenglinge (weiß) bis ca. 0,5 cm; Mineralbestand (Feldspat, Quarz, Glimmer, Mafite)
Petrographische Ansprache	Das Gesteinsmaterial besteht aus gebrochenen, unregelmäßig geformten, schafkantigen Körnern. Es besitzt scharfe Kanten, sehr raue Bruchflächen und ein gleichmäßiges dichtes Gefüge ohne offene Klüftung. Beim Schlag mit dem Hammer erweist es sich als sehr hart, der Bruch ist splittrig bis scharfkantig. Nennenswerte Risse, verwitterte oder mergelig-tonige Einlagerungen können beim untersuchten Gesteinsmaterial nicht erkannt werden.



### Brechversuch - Kornzusammensetzung und Gehalt an Feinanteilen

Die Kornzusammensetzung und der Gehalt an Feinanteilen (Korn < 0,063 mm) des aufbereiteten Gesteinsmaterials wurde nach DIN EN 933-1 bestimmt. Die Kornzusammensetzung und der Gehalt an Feinanteilen ergeben sich aus der nachstehenden Tabelle und Abbildung:

Prüfsieb mm	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%
63	0,0	100,0
45	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
22,4	0,0	100,0
16	0,0	100,0
11,2	19,5	80,5
8	13,4	67,1
5,6	10,1	57,0
4	10,4	46,6
2	12,5	34,1
1	13,9	20,2
0,25	13,3	6,9
0,125	2,1	4,8
0,063	1,5	3,3
< 0,063	3,3	





## Brechversuch – Kornform

### Kornformkennzahl

Die Kornform wurde nach DIN EN 933 - 4 mit dem Kornform-Messschieber ermittelt und als Kornformkennzahl  $S$ /angegeben:

Kornklasse	8/12,5
Kornformkennzahl $S$ /[M.-%]	10,1
Kategorie	$S_{20}$

Kornklasse	11/16	8/11	5/8	2/5
Kornformkennzahl $S$ /[M.-%]	13,4	10,5	8,9	8,2
Kategorie	$S_{20}$	$S_{20}$	$S_{20}$	$S_{20}$

Nach den TL Asphalt-StB 07 unter Bezug zur DIN EN 13043 gilt bei der Kornformkennzahl von groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeck- (Ausnahme: für Offenporiger Asphalt) und Asphaltbinderschichten Kategorie  $S_{20}$ . Für Gesteinskörnungen für Asphalttragdeck- und Asphalttragschichten gilt Kategorie  $S_{50}$ . Für Gesteinskörnungen für Offenporigen Asphalt gilt Kategorie  $S_{15}$ .

### Plattigkeitskennzahl

Die Kornform wurde nach DIN EN 933 – 3 durch Stabsiebung ermittelt und als Plattigkeitskennzahl  $F$ / angegeben:

Kornklasse	11/16	8/11	5/8	2/5
Plattigkeitskennzahl $F$ /[M.-%]	13,8	14,5	16,1	16,5
Kategorie	$F_{20}$	$F_{20}$	$F_{20}$	$F_{20}$

Nach den TL Asphalt-StB 07 unter Bezug zur DIN EN 13043 gilt bei der Plattigkeitskennzahl I von groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeck- (Ausnahme: für Offenporiger Asphalt) und Asphaltbinderschichten Kategorie  $F_{20}$ . Für Gesteinskörnungen für Asphalttragdeck- und Asphalttragschichten gilt Kategorie  $F_{50}$ . Für Gesteinskörnungen für Offenporigen Asphalt gilt Kategorie  $F_{15}$ .

## Brechversuch - Anteil gebrochener Kornoberfläche

Der Anteil der gebrochenen Kornoberfläche der groben Gesteinskörnungen mit  $d > 4$  mm wurde nach DIN EN 933 – 5 bestimmt<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Bei Gesteinskörnungen aus gebrochenem Festgestein ist nach den TL Gestein-StB davon auszugehen, dass sie der Kategorie  $C_{1000}$  (mind. 90 M.-% vollständig gebrochene Körner, 100 M.-% vollständig gebrochene und teilweise gebrochene Körner und 0 M.-% vollständig gerundete Körner) entsprechen. Eine Prüfung ist nicht erforderlich.



Nach den TL Asphalt-StB unter Bezug zur DIN EN 13043 gilt bei groben Gesteinskörnungen für Asphalttragdeck- und Asphalttragschichten „AC T N“ und „AC T L“ die Kategorie  $C_{NR}$  (keine Anforderung). Für Gesteinskörnungen für Asphalttragschichten „AC T S“ gilt Kategorie  $C_{50/30}$  (min. 50 M.-% vollständig gebrochene und teilweise gebrochene Körner und max. 30 M.-% vollständig gerundete Körner). Groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeck- (Ausnahme: für Offenporiger Asphalt) und Asphaltbinderschichten können grundsätzlich die Kategorien  $C_{100/0}$  (min. 90 M.-% vollständig gebrochene Körner, 100 M.-% vollständig gebrochene und teilweise gebrochene Körner und 0 M.-% vollständig gerundete Körner),  $C_{95/1}$  (min. 30 M.-% vollständig gebrochene Körner, min. 95 M.-% vollständig gebrochene und teilweise gebrochene Körner und max. 1 M.-% vollständig gerundete Körner) oder  $C_{90/1}$  (min. 30 M.-% vollständig gebrochene Körner, min. 90 M.-% vollständig gebrochene und teilweise gebrochene Körner und max. 1 M.-% vollständig gerundete Körner) zugewiesen werden. Hierbei gilt zusätzlich für Gesteinskörnungen für Asphaltbinderschichten „AC B S“ und Splittmastixasphalt „SMA S“ unter Berücksichtigung der Bekanntmachung der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern Nr. II D9-43415-004/08 vom 24.04.2014 zur ZTV Asphalt-StB, dass bei den Kategorien  $C_{95/1}$  und  $C_{90/1}$  in den Korngruppen der Anteil der vollständig gebrochenen Körnern min. 45 M.-% betragen muss. Für Gesteinskörnungen für Offenporigen Asphalt gilt ausschließlich Kategorie  $C_{100/0}$ .

#### Brechversuch - Anteil an leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen

Die nach Abschnitt 14.2 der DIN EN 1744-1 durchgeführte Bestimmung des Anteils an leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen erbrachte die nachfolgend dargestellten Ergebnisse:

Kornklasse	11/16	8/11	5/8	2/5
Gehalt an leichtgew. org. Verunreinigungen [M.-%]	0,00	0,00	0,00	0,00
Kategorie	$m_{LPC0,10}$	$m_{LPC0,10}$	$m_{LPC0,10}$	$m_{LPC0,10}$

Nach den TL Asphalt-StB unter Bezug zur DIN EN 13043 darf bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeck-, Asphaltbinder-, Asphalttragdeck- und Asphalttragschichten der Anteil an leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen max. 0,10 M.-% betragen.

#### Brechversuch - Kornrohddichte

Die nach DIN EN 1097-6, Anhang A an der Korngruppe 8/12,5 durchgeführte Bestimmung der Kornrohddichte (Trockenrohddichte) erbrachte das nachfolgend dargestellte Ergebnis:

Trockenrohddichte $\rho_p$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	2,755
---	-------

In den TL Asphalt-StB 07 unter Bezug zur DIN EN 13043 sind keine Kategorien zur Beurteilung der Kornrohddichte enthalten. Nach TL Asphalt-StB 07 ist die Kornrohddichte zu bestimmen und anzugeben.



### Brechversuch - Widerstand gegen Zertrümmerung

Der Widerstand gegen Zertrümmerung der groben Gesteinskörnungen wurde nach DIN EN 1097 - 2 mit dem Schlagversuch an der Prüfkornklasse 8/12,5 mm ermittelt und als Schlagzertrümmerungswert angegeben:

Schlagzertrümmerungswert $SZ$	17,3
Kategorie	$SZ_{18}$

Nach den TL Asphalt-StB 07 unter Bezug zur DIN EN 13043 gilt bei groben Gesteinskörnungen für Asphalttrag- und Asphaltdeckschichten „AC D L“ die Kategorie  $SZ_{26}$ . Abweichend hiervon kann unter Berücksichtigung der Bekanntmachung der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern Nr. II D9-43434-001/08 vom 10.11.2008 zur TL Asphalt-StB 07 bei ungebrochenem Kies für Asphalttragschichten der Schlagzertrümmerungswert bis max. 30 M.-% reichen (bei Kategorie  $SZ_{35}$ ). Bei groben Gesteinskörnungen für Asphalttragdeck-, Asphaltbinderschichten „AC B N“ bzw. „AC 16 B S der Bauklassen II und III“ und Asphaltdeckschichten „MA N“ und „AC D N“ gilt Kategorie  $SZ_{22}$ . Bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltbinderschichten „AC 22 B S“, „AC 16 B S der Bauklassen SV und I“ und Asphaltdeckschichten „AC D S“, „SMA“, „MA S“ und „PA“ gilt Kategorie  $SZ_{18}$ .

Nach den TL Beton-StB 07 gilt bei groben Gesteinskörnungen für hydraulisch gebundene Tragschichten, Betontragschichten, Unterbeton und Oberbeton der Belastungsklassen Bk1,8 – Bk0,3 als Anforderung Kategorie  $SZ_{26}$ . Für Oberbeton der Belastungsklassen Bk100 – Bk3,2 gilt Kategorie  $SZ_{22}$ . Für Oberbeton (Waschbeton) gilt Kategorie  $SZ_{18}$ .

### Brechversuch - Widerstand gegen Hitzebeanspruchung

Der Widerstand gegen Hitzebeanspruchung der groben Gesteinskörnungen wurde nach DIN EN 1367-5\* ermittelt:

	Unterkorn / [M.-%]	Festigkeit bei Hitzebeanspruchung $V_{SZ}$
	0,3	1,5
Anforderung	< 3	≤ 3

Nach den TL Asphalt-StB muss bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeck-, Asphaltbinder-, Asphalttragdeck- und Asphalttragschichten bei der Untersuchung des Widerstands gegen Hitzebeanspruchung der groben Gesteinskörnung der Anteil an Unterkorn / unter 3 M.-% liegen und darf gleichzeitig die Festigkeit  $V_{SZ}$  (Festigkeitsänderung) bei Hitzebeanspruchung max. 3 % betragen. Für Abstreumaterial besteht keine Anforderung.

### Brechversuch - Affinität zwischen groben Gesteinskörnungen und Bitumen

Die Affinität zwischen groben Gesteinskörnungen und Bitumen wurde nach EN 12697-11\* mit dem Verfahren A an der Prüfkornklasse 8/11,2 mm unter Verwendung eines Bitumens 50/70 ermittelt und als Grad der Umhüllung nach 6 h und nach 24 h angegeben:



	Prüfer A	Prüfer B	Mittelwert
Grad der Umhüllung nach 6 h [M.-%]	80	80	80
Grad der Umhüllung nach 24 h [M.-%]	45	40	40

In den TL Asphalt-StB unter Bezug zur DIN EN 13043 sind keine Kategorien zur Beurteilung der Affinität zwischen grober Gesteinskörnung und Bitumen enthalten. Nach TL Asphalt-StB ist der Grad der Umhüllung zu bestimmen und nach TL Gestein-StB der Wert nach 6 h anzugeben.

#### Brechversuch - Widerstand gegen Frost-Beanspruchung

Der Widerstand gegen Frost-Beanspruchung der groben Gesteinskörnungen wurde nach DIN EN 1367 – 1 an der Prüfkornklasse 8/16 mm ermittelt und als Widerstand gegen Frost-Beanspruchung  $F$  angegeben (Durchgang durch das Prüfsieb 4 mm):

Frost-Tau-Widerstand $F$ [M.-%]	0,2
Kategorie	$F_1$

Nach den TL Asphalt-StB unter Bezug zur DIN EN 13043 gilt bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltbinder- und Asphalttragdeckschichten Kategorie  $F_1$  bzw. für Asphalttragschichten Kategorie  $F_4$ .

#### Brechversuch - Widerstand gegen Frost-Tausalzbeanspruchung

Der Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung der groben Gesteinskörnungen wurde nach DIN EN 1367-6 mit einer Frost-Tau-Wechselprüfung an einer Prüfkörnung 8/11,2 mm unter Verwendung einer 1%igen NaCl-Lösung ermittelt und als Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung  $FTS$  (in M.-%) angegeben (Durchgang durch das Prüfsieb 4 mm):

Frost-Tausalz-Widerstand $FTS$ [M.-%]	0,5
Anforderung	$\leq 5$ (Bk100 – Bk0,3)

Nach den TL Asphalt-StB gilt bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeckschichten und Abstreumaterial die grundsätzliche Anforderung, dass der Durchgang durch das Prüfsieb max. 8 M.-%, betragen darf. Bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeckschichten und Abstreumaterial im Bereich der Belastungsklassen Bk100 – Bk3,2 darf der Durchgang durch das Prüfsieb max. 5 M.-%, betragen.

Liegt der Frost-Tausalz-Widerstand, bestimmt nach DIN EN 1367 – 6 mit einem Frost-Tau-Wechsel-Versuch an der Prüfkörnung 8/11 mm unter Verwendung einer 1%igen NaCl-Lösung unter 5 M.-%, so ist aufgrund des am MPA BAU – Abteilung Baustoffe vorliegenden Erfahrungshintergrundes auch die Anforderung an den Widerstand gegen Frost-Beanspruchung der Kategorie  $F_1$  oder  $F_4$  erfüllt. Eine Prüfung nach DIN EN 1367-1 (Prüfmedium Wasser) ist somit nicht durchzuführen. Die Anforderung an den Widerstand gegen Frost-Beanspruchung von groben Gesteinskörnungen für Asphaltbinder- und Asphalttragdeckschichten (Kategorie  $F_1$ ) bzw. Asphalttragschichten (Kategorie  $F_4$ ) wird somit erfüllt.



### Brechversuch - Sandeigenschaften

Der Anteil an feiner Gesteinskörnung (Korn < 2 mm, Sandanteil) wurde hinsichtlich seiner weiteren Eigenschaften untersucht. Die Untersuchungsergebnisse sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben:

Nr.	Prüfgegenstand		Prüfergebnis	Kategorie	Anforderung
1	Kornzusammensetzung DIN EN 933-1* Durchgang $\leq 0,063$ mm Durchgang $\leq 0,063$ mm* (*bezogen auf Durchgang 2 mm)	M.-%	3,3 9,7	$f_3, f_{16}, f_{\text{angegeben}}$ ---	Wert ist anzugeben ---
2	Grobe organische Verunreinigungen DIN EN 1744-1, Abschn. 14.2		0,0	$m_{\text{LP}0,10}$	$m_{\text{LP}0,10}$
3	Fließkoeffizient DIN EN 933-6*		44,3	$E_{\text{CS}38}$	Wert ist anzugeben
4	Rohdichte (< 0,125 mm) DIN EN 1097-7	Mg/m <sup>3</sup>	2,807	---	---
5	Rohdichte (0,063/2 mm) DIN EN 1097-6, Anhang A zu bestimmen, wenn Feinanteil > 10 M.-%	Mg/m <sup>3</sup>	2,764	---	---
6	Rigden-Hohlraumgehalt DIN EN 1097-4 zu bestimmen, wenn Feinanteil > 10 M.-%	Vol.-%	41,8	$V_{28/45}$	$V_{28/45}$
7	Erweichungspunkterhöhung DIN EN 13179-1* zu bestimmen, wenn Feinanteil > 10 M.-%	°C	15,0	$\Delta_{\text{R\&B}8/25}$	$\Delta_{\text{R\&B}8/25}$
8	Wasserempfindlichkeit TP Gestein-StB, Teil 6.6.3 Wasseraufnahme Quellung Schüttel-Abrieb zu bestimmen, wenn Feinanteil > 3 M.-%	Vol.-% Vol.-% M.-%	Serie E 22,4 1,9 15,2 Serie F 16,5 1,4 14,2	--- --- ---	--- --- $\leq 25^{1,2,4)}; \leq 60^{1,3)}$ <sup>1)</sup> gilt für Serie E <sup>2)</sup> gilt für Deck-, Trag- deck- und Bindersch. <sup>3)</sup> gilt für Tragschichten <sup>4)</sup> bei $f > 16: \leq 15$
9	Wasserlöslichkeit DIN EN 1744-1, Abschn. 16* zu bestimmen, wenn Feinanteil > 10 M.-%	M.-%	1,0	$WS_{10}$	$WS_{10}$



### 3. BEURTEILUNG

Dem in Labor gebrochenen natürlichen Gesteinsmaterial (Gneis) können hinsichtlich der untersuchten Prüfmerkmale folgende Kategorien nach TL Gestein-StB zugewiesen werden:

#### Anteil grobe Gesteinskörnung (Splitt) 2/16:

$$m_{\text{PC}0,10} - S_{20} - F_{20} - C_{100/0} - SZ_{18} - F_1$$

Die Anforderung an den Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung von groben Gesteinskörnungen nach den TL Asphalt-StB 07 für Asphaltdeckschichten der Belastungsklassen Bk1,8 – Bk0,3 (max. 8 M.-%) wird erfüllt. Zudem wird die Anforderung für Asphaltdeckschichten der Belastungsklassen Bk100 – Bk3,2 erfüllt (max. 5 M.-%).

Die Anforderung an den Widerstand gegen Hitzebeanspruchung von groben Gesteinskörnungen nach den TL Asphalt-StB wird erfüllt.

#### Anteil feine Gesteinskörnung (Sand) 0/2:

$$m_{\text{PC}0,10} - E_{\text{CS}38} - V_{28/45} - \Delta_{\text{R\&B}8/25} - WS_{10}$$

Der Schüttel-Abrieb (Serie E) liegt unter dem für feine Gesteinskörnungen für Asphalttragschichten in Bayern geltenden Höchstwert (max. 60 M.-%). Zudem wird die Anforderung für feine Gesteinskörnungen für Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragdeckschichten erfüllt (max. 25 M.-%).

#### MATERIALPRÜFUNGSAMT FÜR DAS BAUWESEN ABTEILUNG BAUSTOFFE

Leiter der RAP Stra Prüfstelle

stellv. Leiter der RAP Stra Prüfstelle





Ltd.Akad.Dir. Dr.-Ing. Th. Wörner  
AG 5 "Bitumenhaltige Baustoffe und Gesteine"

Dipl.-Geol. Dr.rer.nat. E. Westiner  
FG 5-3 „Gesteine“

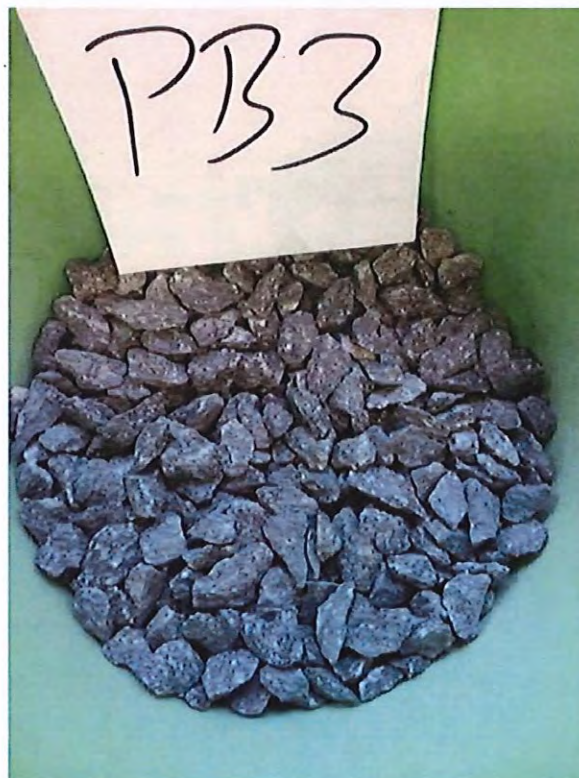
Dr.  
Thomas  
Wörner

Digital  
unterschieden von  
Dr. Thomas Wörner  
DN: cn=Dr. Thomas  
Wörner, o=ou,  
email=woerner@tu  
m.de, c=DE  
Datum: 2020.01.21  
10:37:36 +01'00'





Ausgangsmaterial



nach Brechversuch









Technische Universität München

TUM · MPA BAU · Abteilung Baustoffe  
Franz-Langinger-Straße 10 · 81245 München · Germany

Kraftwerk Jochenstein DKJ  
Am Kraftwerk 2  
94107 Untergriesbach

cbm · Centrum Baustoffe  
und Materialprüfung  
MPA BAU,  
Abteilung Baustoffe

Franz-Langinger-Straße 10  
81245 München  
Germany

Tel +49.89.289.27066  
Fax +49.89.289.27069  
[www.cbm.bgu.tum.de](http://www.cbm.bgu.tum.de)

## UNTERSUCHUNGSBERICHT

### Prüfzeugnis

**Nr.: 52-19-1552-02**

FG Gesteine

Datum  
21.02.2020

Unser Zeichen  
Wi/KW

Betrifft: Bauvorhaben Energiespeicher Riedl  
Untersuchungen an Bohrkernproben einschließlich Brechversuch  
Bohrkernserie PB 4

Bearbeiter  
Westiner

Bezug: Ihr Auftrag vom 18.11.2019  
Bestellnummer 4500425848

E-Mail  
[baustoffe@cbm.bgu.tum.de](mailto:baustoffe@cbm.bgu.tum.de)

Dieser Bericht umfasst:  
11 Textseiten (inkl. Deckblatt)

Der Untersuchungsbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine gekürzte oder eine auszugsweise Vervielfältigung sowie eine Veröffentlichung in Druckschriften sind nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Materialprüfungsamtes zulässig. Das Probenmaterial wird, sofern keine andere Vereinbarung getroffen wurde, vier Wochen nach Erstellung des Berichtes vernichtet.



# 1. ALLGEMEINES

## 1.1 Angaben zur Probe

Herkunft/Werk:	Energiespeicher Riedl
Art:	natürliche Gesteinskörnung
Petrographischer Typ:	Festgestein - Gneis, unebrochen
Korngruppe:	Bohrkerne
Bezeichnung/Entnahmestelle:	Bohrkern PB 4 (16-18) Bohrkern PB 4 (18-20) Bohrkern PB 4 (20-22)
Tag der Probeanlieferung:	13.12.2019
durch:	Auftraggeber
Bemerkung:	Die Bohrkerne wurden zu einer Sammelprobe vereinigt. Dieses Gesteinsmaterial wurde mit einer Laborprallmühle in einem dreistufigen Prozess zerkleinert, anschließend erfolgten die bautechnischen Untersuchungen.

## 1.2 Vorschriften und Richtlinien

DIN EN 13043	„Gesteinskörnungen für Asphalt und Oberflächenbehandlungen für Straßen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen“
TL Gestein-StB 04	„Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2018“ (Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr Az. 49-43415-4-3 vom 18.03.2019)
TP Gestein-StB	„Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Ausgabe 2008“ (mit * wurden Prüfverfahren nach DIN EN gekennzeichnet, bei denen Ergänzungen und Präzisierungen nach TP Gestein-StB berücksichtigt wurden; siehe Abschnitt 1.1 der TL Gestein-StB)
TL Asphalt-StB 07	„Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007“ (Bekanntmachung der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern Nr. II D9-43434-001/08 vom 28.08.2017)
ZTV Asphalt-StB 07	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007“ (Bekanntmachung der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern Nr. II D9-43415-004/08 vom 28.08.2017)



## 2. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### Brechversuch

Das Gesteinsmaterial wurde in drei Brechstufen zerkleinert. Zunächst wurde es händisch mit Hammer auf Handstückgröße zerschlagen (Vorzerkleinerung). Anschließend erfolgte ein aufbrechen des Gesteinsmaterials mit dem Laborbackenbrecher (Spaltweite 40 mm). Als dritte Brechstufe wurde das Gesteinsmaterial mit einer Laborprallmühle (Spaltweite 20 mm) aufbereitet. Der sich aus dem Brechgut ergebende Kornanteil größer 16 mm wurde abgesiebt und der Laborprallmühle erneut zugeführt. Dies geschah so lange, bis ein Baustoffgemisch 0/16 vorlag.

Vorzerkleinerung (händisch)	
Zeitdauer in Stunden	3
Grad der Anstrengung (leicht – mittel – groß)	mittel
Korngröße nach Zerkleinerung in mm	32/125
Backenbrecherversuch	
Zeitdauer in Stunden	1
Grad der Anstrengung (leicht – mittel – groß)	mittel
Korngröße nach Zerkleinerung in mm	0/45
Prallmühlenversuch	
Anzahl der Durchgänge	3
Grad der Belastung (leicht – mittel – groß)	mittel
Korngröße nach Zerkleinerung in mm	0/16

### Brechversuch - Petrographische Beurteilung

Die petrographische Beurteilung erfolgte nach DIN EN 932-3 an den Gesteinskörnungen und ist in nachstehender Tabelle angegeben:

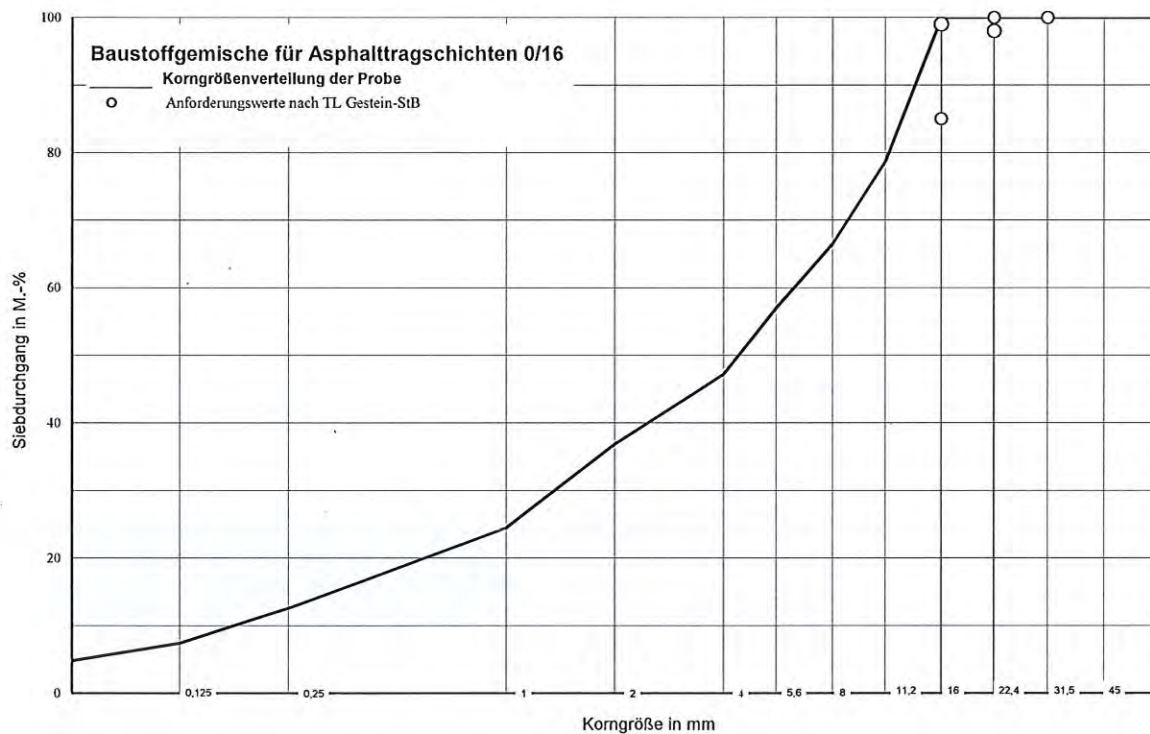
Art der Entstehung	metamorph
Gesteinsart	Festgestein - Gneis
Gesteinsbeschreibung	dunkelgrau bis schwarz, homogen, grobkörnig mit undeutlicher Schieferung/Einregelung; Einsprenglinge (weiß) bis ca. 0,5 cm; Mineralbestand (Feldspat, Quarz, Glimmer, Mafite)
Petrographische Ansprache	Das Gesteinsmaterial besteht aus gebrochenen, unregelmäßig geformten, schafkantigen Körnern. Es besitzt scharfe Kanten, sehr raue Bruchflächen und ein gleichmäßiges dichtes Gefüge ohne offene Klüftung. Beim Schlag mit dem Hammer erweist es sich als sehr hart, der Bruch ist splittig bis scharfkantig. Nennenswerte Risse, verwitterte oder mergelig-tonige Einlagerungen können beim untersuchten Gesteinsmaterial nicht erkannt werden.



### Brechversuch - Kornzusammensetzung und Gehalt an Feinanteilen

Die Kornzusammensetzung und der Gehalt an Feinanteilen (Korn < 0,063 mm) des aufbereiteten Gesteinsmaterials wurde nach DIN EN 933-1 bestimmt. Die Kornzusammensetzung und der Gehalt an Feinanteilen ergeben sich aus der nachstehenden Tabelle und Abbildung:

Prüfsieb mm	Rückstand M.-%	Durchgang M.-%
63	0,0	100,0
45	0,0	100,0
31,5	0,0	100,0
22,4	0,0	100,0
16	0,0	100,0
11,2	21,3	78,7
8	12,2	66,5
5,6	9,5	57,0
4	9,8	47,2
2	10,3	36,9
1	12,4	24,5
0,25	11,9	12,6
0,125	5,2	7,4
0,063	2,6	4,8
< 0,063	4,8	





## Brechversuch – Kornform

### Kornformkennzahl

Die Kornform wurde nach DIN EN 933 - 4 mit dem Kornform-Messschieber ermittelt und als Kornformkennzahl  $S$ /angegeben:

Kornklasse	8/12,5
Kornformkennzahl $S$ /[M.-%]	12,3
Kategorie	$S_{20}$

Kornklasse	11/16	8/11	5/8	2/5
Kornformkennzahl $S$ /[M.-%]	14,1	11,5	10,3	11,1
Kategorie	$S_{20}$	$S_{20}$	$S_{20}$	$S_{20}$

Nach den TL Asphalt-StB 07 unter Bezug zur DIN EN 13043 gilt bei der Kornformkennzahl von groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeck- (Ausnahme: für Offenporiger Asphalt) und Asphaltbinderschichten Kategorie  $S_{20}$ . Für Gesteinskörnungen für Asphalttragdeck- und Asphalttragschichten gilt Kategorie  $S_{50}$ . Für Gesteinskörnungen für Offenporigen Asphalt gilt Kategorie  $S_{15}$ .

### Plattigkeitskennzahl

Die Kornform wurde nach DIN EN 933 – 3 durch Stabsiebung ermittelt und als Plattigkeitskennzahl  $F$ / angegeben:

Kornklasse	11/16	8/11	5/8	2/5
Plattigkeitskennzahl $F$ /[M.-%]	14,5	16,8	17,2	15,4
Kategorie	$F_{20}$	$F_{20}$	$F_{20}$	$F_{20}$

Nach den TL Asphalt-StB 07 unter Bezug zur DIN EN 13043 gilt bei der Plattigkeitskennzahl  $F$  von groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeck- (Ausnahme: für Offenporiger Asphalt) und Asphaltbinderschichten Kategorie  $F_{20}$ . Für Gesteinskörnungen für Asphalttragdeck- und Asphalttragschichten gilt Kategorie  $F_{50}$ . Für Gesteinskörnungen für Offenporigen Asphalt gilt Kategorie  $F_{15}$ .

## Brechversuch – Anteil gebrochener Kornoberfläche

Der Anteil der gebrochenen Kornoberfläche der groben Gesteinskörnungen mit  $d > 4$  mm wurde nach DIN EN 933 – 5 bestimmt<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Bei Gesteinskörnungen aus gebrochenem Festgestein ist nach den TL Gestein-StB davon auszugehen, dass sie der Kategorie  $C_{1000}$  (mind. 90 M.-% vollständig gebrochene Körner, 100 M.-% vollständig gebrochene und teilweise gebrochene Körner und 0 M.-% vollständig gerundete Körner) entsprechen. Eine Prüfung ist nicht erforderlich.



Nach den TL Asphalt-StB unter Bezug zur DIN EN 13043 gilt bei groben Gesteinskörnungen für Asphalttragdeck- und Asphalttragschichten „AC T N“ und „AC T L“ die Kategorie  $C_{NR}$  (keine Anforderung). Für Gesteinskörnungen für Asphalttragschichten „AC T S“ gilt Kategorie  $C_{50/30}$  (min. 50 M.-% vollständig gebrochene und teilweise gebrochene Körner und max. 30 M.-% vollständig gerundete Körner). Groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeck- (Ausnahme: für Offenporiger Asphalt) und Asphaltbinderschichten können grundsätzlich die Kategorien  $C_{100/0}$  (min. 90 M.-% vollständig gebrochene Körner, 100 M.-% vollständig gebrochene und teilweise gebrochene Körner und 0 M.-% vollständig gerundete Körner),  $C_{95/1}$  (min. 30 M.-% vollständig gebrochene Körner, min. 95 M.-% vollständig gebrochene und teilweise gebrochene Körner und max. 1 M.-% vollständig gerundete Körner) oder  $C_{90/1}$  (min. 30 M.-% vollständig gebrochene Körner, min. 90 M.-% vollständig gebrochene und teilweise gebrochene Körner und max. 1 M.-% vollständig gerundete Körner) zugewiesen werden. Hierbei gilt zusätzlich für Gesteinskörnungen für Asphaltbinderschichten „AC B S“ und Splittmastixasphalt „SMA S“ unter Berücksichtigung der Bekanntmachung der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern Nr. II D9-43415-004/08 vom 24.04.2014 zur ZTV Asphalt-StB, dass bei den Kategorien  $C_{95/1}$  und  $C_{90/1}$  in den Korngruppen der Anteil der vollständig gebrochenen Körnern min. 45 M.-% betragen muss. Für Gesteinskörnungen für .Offenporigen Asphalt gilt ausschließlich Kategorie  $C_{100/0}$ .

#### Brechversuch - Anteil an leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen

Die nach Abschnitt 14.2 der DIN EN 1744-1 durchgeführte Bestimmung des Anteils an leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen erbrachte die nachfolgend dargestellten Ergebnisse:

Kornklasse	11/16	8/11	5/8	2/5
Gehalt an leichtgew. org. Verunreinigungen [M.-%]	0,00	0,00	0,00	0,00
Kategorie	$m_{LPC0,10}$	$m_{LPC0,10}$	$m_{LPC0,10}$	$m_{LPC0,10}$

Nach den TL Asphalt-StB unter Bezug zur DIN EN 13043 darf bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeck-, Asphaltbinder-, Asphalttragdeck- und Asphalttragschichten der Anteil an leichtgewichtigen organischen Verunreinigungen max. 0,10 M.-% betragen.

#### Brechversuch - Kornrohddichte

Die nach DIN EN 1097-6, Anhang A an der Korngruppe 8/12,5 durchgeführte Bestimmung der Kornrohddichte (Trockenrohddichte) erbrachte das nachfolgend dargestellte Ergebnis:

Trockenrohddichte $\rho_p$ [Mg/m³]	2,715
------------------------------------	-------

In den TL Asphalt-StB 07 unter Bezug zur DIN EN 13043 sind keine Kategorien zur Beurteilung der Kornrohddichte enthalten. Nach TL Asphalt-StB 07 ist die Kornrohddichte zu bestimmen und anzugeben.



### Brechversuch - Widerstand gegen Zertrümmerung

Der Widerstand gegen Zertrümmerung der groben Gesteinskörnungen wurde nach DIN EN 1097 - 2 mit dem Schlagversuch an der Prüfkornklasse 8/12,5 mm ermittelt und als Schlagzertrümmerungswert angegeben:

Schlagzertrümmerungswert $SZ$	<b>18,0</b>
Kategorie	$SZ_{18}$

Nach den TL Asphalt-StB 07 unter Bezug zur DIN EN 13043 gilt bei groben Gesteinskörnungen für Asphalttrag- und Asphaltdeckschichten „AC D L“ die Kategorie  $SZ_{26}$ . Abweichend hiervon kann unter Berücksichtigung der Bekanntmachung der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern Nr. II D9-43434-001/08 vom 10.11.2008 zur TL Asphalt-StB 07 bei ungebrochenem Kies für Asphalttragschichten der Schlagzertrümmerungswert bis max. 30 M.-% reichen (bei Kategorie  $SZ_{35}$ ). Bei groben Gesteinskörnungen für Asphalttragdeck-, Asphaltbinderschichten „AC B N“ bzw. „AC 16 B S der Bauklassen II und III“ und Asphaltdeckschichten „MA N“ und „AC D N“ gilt Kategorie  $SZ_{22}$ . Bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltbinderschichten „AC 22 B S“, „AC 16 B S der Bauklassen SV und I“ und Asphaltdeckschichten „AC D S“, „SMA“, „MA S“ und „PA“ gilt Kategorie  $SZ_{18}$ .

Nach den TL Beton-StB 07 gilt bei groben Gesteinskörnungen für hydraulisch gebundene Tragschichten, Betontragschichten, Unterbeton und Oberbeton der Belastungsklassen Bk1,8 – BK0,3 als Anforderung Kategorie  $SZ_{26}$ . Für Oberbeton der Belastungsklassen Bk100 – Bk3,2 gilt Kategorie  $SZ_{22}$ . Für Oberbeton (Waschbeton) gilt Kategorie  $SZ_{18}$ .

### Brechversuch - Widerstand gegen Hitzebeanspruchung

Der Widerstand gegen Hitzebeanspruchung der groben Gesteinskörnungen wurde nach DIN EN 1367-5\* ermittelt:

	Unterkorn / [M.-%]	Festigkeit bei Hitzebeanspruchung $I_{sz}$
	<b>0,0</b>	<b>0,4</b>
Anforderung	< 3	≤ 3

Nach den TL Asphalt-StB muss bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeck-, Asphaltbinder-, Asphalttragdeck- und Asphalttragschichten bei der Untersuchung des Widerstands gegen Hitzebeanspruchung der groben Gesteinskörnung der Anteil an Unterkorn / unter 3 M.-% liegen und darf gleichzeitig die Festigkeit  $I_{sz}$  (Festigkeitsänderung) bei Hitzebeanspruchung max. 3 % betragen. Für Abstreumaterial besteht keine Anforderung.

### Brechversuch - Affinität zwischen groben Gesteinskörnungen und Bitumen

Die Affinität zwischen groben Gesteinskörnungen und Bitumen wurde nach EN 12697-11\* mit dem Verfahren A an der Prüfkornklasse 8/11,2 mm unter Verwendung eines Bitumens 50/70 ermittelt und als Grad der Umhüllung nach 6 h und nach 24 h angegeben:



	Prüfer A	Prüfer B	Mittelwert
Grad der Umhüllung nach 6 h [M.-%]	85	80	80
Grad der Umhüllung nach 24 h [M.-%]	45	45	45

In den TL Asphalt-StB unter Bezug zur DIN EN 13043 sind keine Kategorien zur Beurteilung der Affinität zwischen grober Gesteinskörnung und Bitumen enthalten. Nach TL Asphalt-StB ist der Grad der Umhüllung zu bestimmen und nach TL Gestein-StB der Wert nach 6 h anzugeben.

#### Brechversuch - Widerstand gegen Frost-Beanspruchung

Der Widerstand gegen Frost-Beanspruchung der groben Gesteinskörnungen wurde nach DIN EN 1367 – 1 an der Prüfkornklasse 8/16 mm ermittelt und als Widerstand gegen Frost-Beanspruchung  $F$  angegeben (Durchgang durch das Prüfsieb 4 mm):

Frost-Tau-Widerstand $F$ [M.-%]	0,7
Kategorie	$F_1$

Nach den TL Asphalt-StB unter Bezug zur DIN EN 13043 gilt bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltbinder- und Asphalttragdeckschichten Kategorie  $F_1$  bzw. für Asphalttragschichten Kategorie  $F_4$ .

#### Brechversuch - Widerstand gegen Frost-Tausalzbeanspruchung

Der Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung der groben Gesteinskörnungen wurde nach DIN EN 1367-6 mit einer Frost-Tau-Wechselprüfung an einer Prüfkörnung 8/11,2 mm unter Verwendung einer 1%igen NaCl-Lösung ermittelt und als Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung  $FTS$  (in M.-%) angegeben (Durchgang durch das Prüfsieb 4 mm):

Frost-Tausalz-Widerstand $FTS$ [M.-%]	0,9
Anforderung	$\leq 5$ (Bk100 – Bk0,3)

Nach den TL Asphalt-StB gilt bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeckschichten und Abstreumaterial die grundsätzliche Anforderung, dass der Durchgang durch das Prüfsieb max. 8 M.-%, betragen darf. Bei groben Gesteinskörnungen für Asphaltdeckschichten und Abstreumaterial im Bereich der Belastungsklassen Bk100 – Bk3,2 darf der Durchgang durch das Prüfsieb max. 5 M.-%, betragen.

Liegt der Frost-Tausalz-Widerstand, bestimmt nach DIN EN 1367 – 6 mit einem Frost-Tau-Wechsel-Versuch an der Prüfkörnung 8/11 mm unter Verwendung einer 1%igen NaCl-Lösung unter 5 M.-%, so ist aufgrund des am MPA BAU – Abteilung Baustoffe vorliegenden Erfahrungshintergrundes auch die Anforderung an den Widerstand gegen Frost-Beanspruchung der Kategorie  $F_1$  oder  $F_4$  erfüllt. Eine Prüfung nach DIN EN 1367-1 (Prüfmedium Wasser) ist somit nicht durchzuführen. Die Anforderung an den Widerstand gegen Frost-Beanspruchung von groben Gesteinskörnungen für Asphaltbinder- und Asphalttragdeckschichten (Kategorie  $F_1$ ) bzw. Asphalttragschichten (Kategorie  $F_4$ ) wird somit erfüllt.



## Brechversuch - Sandeigenschaften

Der Anteil an feiner Gesteinskörnung (Korn < 2 mm, Sandanteil) wurde hinsichtlich seiner weiteren Eigenschaften untersucht. Die Untersuchungsergebnisse sind in nachfolgender Tabelle wiedergegeben:

Nr.	Prüfgegenstand		Prüfergebnis	Kategorie	Anforderung
1	Kornzusammensetzung DIN EN 933-1* Durchgang $\leq 0,063$ mm Durchgang $\leq 0,063$ mm* (*bezogen auf Durchgang 2 mm)	M.-%	4,8 13,0	$f_3, f_6, f_{\text{angegeben}}$ ---	Wert ist anzugeben ---
2	Grobe organische Verunreinigungen DIN EN 1744-1, Abschn. 14.2		0,0	$m_{\text{LP}0,10}$	$m_{\text{LP}0,10}$
3	Fließkoeffizient DIN EN 933-6*		44,4	$E_{\text{CS}38}$	Wert ist anzugeben
4	Rohdichte (< 0,125 mm) DIN EN 1097-7	Mg/m <sup>3</sup>	2,796	---	---
5	Rohdichte (0,063/2 mm) DIN EN 1097-6, Anhang A zu bestimmen, wenn Feinanteil > 10 M.-%	Mg/m <sup>3</sup>	2,759	---	---
6	Rigden-Hohlraumgehalt DIN EN 1097-4 zu bestimmen, wenn Feinanteil > 10 M.-%	Vol.-%	41,1	$V_{28/45}$	$V_{28/45}$
7	Erweichungspunkterhöhung DIN EN 13179-1* zu bestimmen, wenn Feinanteil > 10 M.-%	°C	14,5	$\Delta_{\text{R\&B}8/25}$	$\Delta_{\text{R\&B}8/25}$
8	Wasserempfindlichkeit TP Gestein-StB, Teil 6.6.3 Wasseraufnahme Quellung Schüttel-Abrieb zu bestimmen, wenn Feinanteil > 3 M.-%	Vol.-% Vol.-% M.-%	Serie E 21,5 2,0 12,8 Serie F 16,5 2,0 12,7	--- --- ---	--- --- $\leq 25^{1,2,4)}; \leq 60^{1,3)}$ <sup>1)</sup> gilt für Serie E <sup>2)</sup> gilt für Deck-, Trag- deck- und Bindersch. <sup>3)</sup> gilt für Tragschichten <sup>4)</sup> bei $f > 16$ : $\leq 15$
9	Wasserlöslichkeit DIN EN 1744-1, Abschn. 16* zu bestimmen, wenn Feinanteil > 10 M.-%	M.-%	1,3	$WS_{10}$	$WS_{10}$



### 3. BEURTEILUNG

Dem in Labor gebrochenen natürlichen Gesteinsmaterial (Gneis) können hinsichtlich der untersuchten Prüfmerkmale folgende Kategorien nach TL Gestein-StB zugewiesen werden:

#### Anteil grobe Gesteinskörnung (Splitt) 2/16:

$$m_{\text{PC}0,10} - S_{k20} - F_{k20} - C_{100/0} - SZ_{18} - F_1$$

Die Anforderung an den Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung von groben Gesteinskörnungen nach den TL Asphalt-StB 07 für Asphaltdeckschichten der Belastungsklassen Bk1,8 – Bk0,3 (max. 8 M.-%) wird erfüllt. Zudem wird die Anforderung für Asphaltdeckschichten der Belastungsklassen Bk100 – Bk3,2 erfüllt (max. 5 M.-%).

Die Anforderung an den Widerstand gegen Hitzebeanspruchung von groben Gesteinskörnungen nach den TL Asphalt-StB wird erfüllt.

#### Anteil feine Gesteinskörnung (Sand) 0/2:

$$m_{\text{PC}0,10} - E_{\text{CS}38} - V_{28/45} - \Delta_{\text{R\&B}8/25} - W_{\text{S}10}$$

Der Schüttel-Abrieb (Serie E) liegt unter dem für feine Gesteinskörnungen für Asphalttragschichten in Bayern geltenden Höchstwert (max. 60 M.-%). Zudem wird die Anforderung für feine Gesteinskörnungen für Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragdeckschichten erfüllt (max. 25 M.-%).

#### MATERIALPRÜFUNGSAMT FÜR DAS BAUWESEN ABTEILUNG BAUSTOFFE

Leiter der RAP Stra Prüfstelle

stellv. Leiter der RAP Stra Prüfstelle





Ltd.Akad.Dir. Dr.-Ing. Th. Wörner  
AG 5 "Bitumenhaltige Baustoffe und Gesteine"

Dipl.-Geol. Dr.rer.nat. E. Westiner  
FG 5-3 „Gesteine“

Dr.  
Thomas  
Wörner

Digital  
unterschieden von  
Dr. Thomas Wörner  
DN: cn=Dr. Thomas  
Wörner, o, ou,  
email=woerner@tu  
m.de, c=DE  
Datum: 2020.01.21  
10:37:49 +01'00'





Ausgangsmaterial



nach Brechversuch







# Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



StMUGV - Postfach 81 01 40 - 81901 München

An die  
Regierungen



Ihre Nachricht

Unser Zeichen  
75b-U8721.0-2002/4-21

Telefon +49 89 9214-3415  
Dr. Roland Fischer  
roland.fischer@stmugv.bayern.de

München  
13.8.2008

Vollzug der TA Luft;  
Stoffeinstufung von Quarzfeinstaub

## Anlagen

1. Zusammenstellung von Anlagen mit möglichen Quarzfeinstaubemissionen
2. Bericht des UBA vom 17.01.2008 zu Quarzfeinstaub-Untersuchungen

Sehr geehrte Damen und Herren,

der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) hat am 07.05.2002 unter anderem beschlossen, dass kristallines Siliziumdioxid in Form von Quarz und Cristobalit (alveolen-gängiger Staubanteil) krebserzeugende Wirkung am Menschen hat. Im Juli 2005 wurden Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte Quarzfeinstaub ausge-setzt sind, in die Technische Regel für Gefahrstoffe 906 aufgenommen.

Die Folgen dieser Einstufung für den Vollzug der TA Luft wurden in der Bund / Län-der-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) diskutiert. Im März 2006 wurde von der LAI beschlossen, dass Quarzfeinstaub der Klasse III der Nr. 5.2.7.1.1 TA Luft zuzuordnen ist. Gleichzeitig wurde der Ausschuss für „Anlagenbezogenen Im-missionsschutz / Störfallvorsorge“ (AISV) gebeten zu prüfen, ob die Emissionsbe-

**Standort**  
Rosenkavalierplatz 2  
81925 München

**Öffentliche Verkehrsmittel**  
U4 Arabellapark

**Telefon/Telefax**  
+49 89 9214-00 /  
+49 89 9214-2266

**E-Mail**  
poststelle@stmugv.bayern.de  
**Internet**  
www.stmugv.bayern.de



grenzung dieser Klasse (Massenstrom: 2,5 g/h oder Massenkonzentration 1 mg/m<sup>3</sup>) mit verhältnismäßigem Aufwand bei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen eingehalten werden kann (Prüfung nach Nr. 5.2.7.1.1 Abs. 3 TA Luft).

Im Rahmen der Verhältnismäßigkeitsprüfung durch den AISV wurden bei einigen in Anlage 1 aufgeführten Anlagen mit einer möglichen Quarzfeinstaub-Relevanz PM 4-Quarzfeinstaub-emissionen gemessen (PM 4 ist die im Arbeitsschutz betrachtete Feinstaubgröße). Die Messergebnisse zeigen, dass - mit der Ausnahme bei Anlagen zur Gewinnung und Aufbereitung von Quarzsand - Emissionen von deutlich unter 0,5 mg Quarzfeinstaub pro m<sup>3</sup> erreicht werden. Die Anforderungen der Klasse III Nr. 5.2.7.1.1 TA Luft können somit bei den meisten Anlagen eingehalten werden. Näheres können Sie dem beigefügten Bericht des Umweltbundesamtes (UBA; Anlage 2) entnehmen.

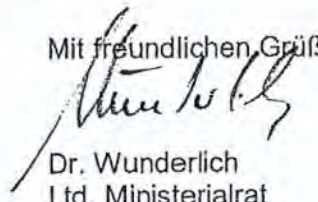
In Bezug auf die Anlagen zur Gewinnung und Aufbereitung von Quarzsand wurde das UBA gebeten, ein Fachgespräch unter Beteiligung der betroffenen Industrie und der Länder zu organisieren, um die Möglichkeiten der Minderung der Emissionen durch den Einsatz von auf den Einzelfall angepassten Gewebefiltern zu eruieren. Sobald uns dazu Informationen vorliegen, erhalten Sie weitere Nachricht.

Wegen der guten Korrelation zwischen Gesamtstaub- und Quarzfeinstaub-Emissionen gehen wir bis auf Weiteres davon aus, dass der Quarzfeinstaub-Emissionsgrenzwert eingehalten ist, wenn die Anforderungen an Gesamtstaub erfüllt werden. Aufgrund des in vielen Fällen geringen Quarzfeinstaub-Anteils im Gesamtstaub wird auch dem Emissionsminimierungsgebot Rechnung getragen.

Wir bitten Sie, die Kolleginnen und Kollegen der Kreisverwaltungsbehörden über die geänderte Einstufung von Quarzfeinstaub zu unterrichten, damit sichergestellt wird, dass bei Neu- und Änderungsgenehmigungen die geänderte Einstufung berücksichtigt wird und dass bei einem Verdacht auf Grenzwertüberschreitung bei bestehenden Anlagen eine Überprüfung der Anforderungen vorgenommen wird.

Zwecks direkter Information der Kreisverwaltungsbehörden stellen wir dieses UMS in LAURIS ein.

Mit freundlichen Grüßen



Dr. Wunderlich  
Ltd. Ministerialrat



## Anlage 1

Gelöscht: 4

Anlagen mit möglichen Quarzfeinstaubemissionen, geordnet nach der Höhe des vermuteten Gehalts an kristallinem Siliziumdioxid in der PM4-Fraktion (Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt). Die Liste der Anlagen ist nicht abschließend.

Nr. nach Anhang 4. BImSchV	Anlagenart	Anlagenteile, Verfahrensschritte
2.1; 2.2	Gewinnung von Steinen und Erden einschließlich Steinbearbeitung	Sprengen, Brechen, Klassieren, Sieben, Umschlag, Lagerung
3.7; 3.8	Eisen- Temper- und Stahlgießereien; Gießereien für Nichteisenmetalle (soweit verlorene Formen verwendet werden)	Form- und Kernherstellung, Schmelzbetrieb, Formenabguss, Abkühlen der Formen, Ausleeren der Formen, Putzerei, Altsandregenerierung
2.10	Brennen keramischer Materialien zur Herstellung grob- und feinkeramischer Erzeugnisse sowie zur Herstellung von Fliesen, Ofenkacheln und Steinzeug	Aufbereitung keramischer Massen (Grobzerkleinerung mittels Koller, Brecher, Mühle, Feinzerkleinerung mittels Kugelmühle, Walzwerk, Klassieren, Mischen), Brennen, Nachbearbeitung
2.11	Schmelzen mineralischer Stoffe	Gemengeaufbereitung (Brechen, Mahlen, Klassieren, Mischen), Formgebung, Schmelzen und Nachbearbeitung
5.4	Beschichten von Dachpappen und Bitumenbahnen mit Quarzsand	Mischen, Besanden der Bahnen
8.11	Recycling von Bauschutt	Brechen, Klassieren
5.9; 5.10	Herstellung von Schleifmaterialien (Scheiben, Papier, Gewebe), Reibbeläge	Mischen, Pressen, Beschichten, Besanden,
4.1	Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen und Gummiwaren; Herstellung von Farbstoffen, Anstrichmitteln, Waschmitteln, Silizium, Siliziumkarbid, Düngemitteln	Abwiegen und Abfüllen von Füllstoffen, Mischen, Kneten; zusätzlich bei Kunststoff- und Kautschukherstellung: Extrudieren, Nachbearbeiten (Schneiden, Schleifen)
10.7	Vulkanisieren von Natur- und Synthesekautschuk	Füllstoffdosierung
3.24; 3.18; 3.20	Bearbeitung von Metall für den Bau von Kraftfahrzeugen oder die Herstellung und Reparatur von Schiffskörpern; Strahlen von metallischen Oberflächen	Schleifen, Polieren, Strahlen, Druckluftspritzen
2.8	Herstellung von Glas	Gemengeaufbereitung, Mengengetransport, Schmelzen, Vergüten, Nachbearbeiten
3.2; 3.3; 3.4	Gewinnung von Metallen	Sintern, Möllern, Rosten, Schmelzen, Blasen (Konverter), Ausbrechen und Neuzustellung von Öfen und Tiegeln
2.3	Herstellung von Zementklinker und Zement	Rohstoffaufbereitung, Brennen, Mahlen, Umschlag
2.15	Herstellung von Asphaltmischgut	Lagerung Umschlag, Dosierung und Trocknung der Einsatzstoffe,
2.14	Herstellung von Formstücken unter Verwendung von Zement	Lagerung, Umschlag und Aufbereitung der Einsatzstoffe
1.1; 1.2	Feuerungsanlagen	Bekohlung, Mahlen und Verfeuerung der Kohle, Entaschung
6.2	Herstellung von Papier, Karton und Pappe	Aufbereitung von Füllstoffen, Pulverbeschichtung

Gelöscht: 2.13;

Gelöscht: Beton, Mörtel, Straßenbaustoffen oder



Umweltbundesamt – III 2.2 - 50134-2/4  
R. Remus

Dessau, den 17. Januar 2008  
HR: 3994

**TOP 5    Quarzfeinstaub - Stand des Projekts  
          (in Verfolgung des TOP 5 der 113. Sitzung)  
          Berichtersteller: Umweltbundesamt**

**Anlagen:**    1. Tabelle Untersuchungsergebnisse Quarzfeinstaub PM 4  
                  2. Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Messungen  
                      von Quarzfeinstaub durch das LANUV NRW

**1. Vermerk**

**Anlass/Zweck der Vorlage**

Bericht zum Stand des Quarzfeinstaubmessprogramms in Verfolgung des TOP 5 der 113. Sitzung.

**Sachstand**

Mit dem Vertrag vom 30.11.2005 wurde das Institut für Gefahrstoff-Forschung (IGF) beauftragt, ein bestehendes Analyseverfahren für Quarzstaub auf Metallvliesfiltern durch gezielte Versuche zu validieren, damit dieses im Rahmen des anstehenden Quarzfeinstaub-Messprogrammes der Länder insbesondere bei Anlagen mit hohen Abgastemperaturen eingesetzt werden kann. Nach der Validierung mit Prüfstäuben sollten reale Staubproben an heißen (Metallvliesfilter) und kalten Quellen (Cellulose-nitratfilter) analysiert werden.

Letztlich dient das gesamte Vorhaben der Ermittlung der tatsächlichen Quarzfeinstaubemissionen (PM 4) aus industriellen Anlagen, um eine Konkretisierung der Anforderungen an einen Quarzemissionswert entsprechend der TA Luft für krebserzeugende Stoffe zu ermöglichen. Damit sollten die fachlichen Grundlagen zum Vollzug der TA Luft für Quarzfeinstaub geschaffen werden. Das Vorhaben wurde im Oktober 2007 abgeschlossen.

Die Ziele des Projektes konnten insgesamt erreicht werden. Das Analyseverfahren wurde validiert. Das Analyseverfahren setzt sich zusammen aus einem Aufschluss der Metallvliesfilter in Königswasser, eine Überführung eines definierten Anteils des Glührückstandes auf einen Silberfilter und einer röntgendiffraktometrischen Bestimmung (XRD) des Quarz- und Cristobalitgehaltes der Probe. Die analytische Messunsicherheit (2-fache relative Standardabweichung im mittleren Konzentrationsbereich der Kalibrierfunktion) liegt dabei für Quarz je nach Bestimmungswellenlänge zwischen 0,6 und 5% und für Cristobalit bei 0,7%. Damit liegt die Messunsicherheit im üblichen Bereich empfindlicher analytischer Verfahren der Luftanalyse.

Die Wiederfindungsrate des analytischen Verfahrens liegt zwischen 98 und 102% (im Rahmen der Messgenauigkeit also 100%); es sind somit keine Korrekturen des Messergebnisses um die Wiederfindung notwendig.

Auch die absoluten Nachweisgrenzen im Staub für die Analyse von Quarz- und Cristobalitfeinstaub in Abgasen sind mit 11 µg (Cristobalit) und 6 µg (Quarzreflex 0,334 nm) sehr gut. Die Nachweisgrenze des Quarzreflexes 0,426 nm ist mit 90 µg schlechter, allerdings muss dieser Reflex nur bei Störungen (Querempfindlichkeiten) des Quarzreflexes 0,334 nm herangezogen werden. Generell lässt sich aber die



relative Nachweisgrenze durch Erhöhung der Messdauer oder durch Verwendung von Probenahmesystemen mit höherem Luftdurchsatz verbessern.

Für eine gravimetrische Bestimmung der Gesamtstaubmasse eignen sich Metallvliesfilter nur bedingt, da bei hohen Temperaturen eine Massenzunahme registriert wurde. Dieses beeinträchtigt die Quarz/Cristobalitbestimmungen aber nicht, so lange keine Beschädigung des Filters vorliegt (Loch- und Rissbildung oder Verringerung des Abscheidegrades). Es wird allerdings empfohlen, für die gravimetrische Staubmassenbestimmung eine Parallelprobenahme auf thermisch stabilen Filtermedien (z.B. Quarzglasfaserfiltern) vorzunehmen. Die Kenntnis der Staubmasse/-konzentration ist aber nicht für die Analyse der Konzentration kristalliner Kieselsäuren notwendig.

Die Ergebnisse der Messungen im Rahmen des UBA-Projektes und zusätzliche Ergebnisse der Länder sind in der Tabelle Anlage 1 aufgeführt. Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse der Untersuchungen an heißen Quellen sehr niedrige Quarz- bzw. Cristobalitkonzentrationen unterhalb von  $0,5 \text{ mg/m}^3$ . Dieses Ergebnis deckt sich mit den durchgeführten Analysen an kalten Quellen.

Lediglich in Anlagen zur Gewinnung und Aufbereitung von Quarzsand werden teilweise höhere Werte auch über dem Emissionswertes der TA Luft Nr. 5.2.7.1.1 Klasse III von  $1 \text{ mg/m}^3$  festgestellt. Die Werte liegen häufig zwischen 3 bis  $9 \text{ mg/m}^3$ . Zum Teil werden als Abscheideverfahren Nassabscheider eingesetzt. Bei einer Quarzaufbereitungsanlage mit Gewebefiltern werden auch niedrige Werte zwischen  $0,11$  und  $1,6 \text{ mg/m}^3$  festgestellt.

### **Beurteilung / Problemlösung**

Das Projekt ist abgeschlossen. Die ermittelten Ergebnisse können als Grundlage für eine Konkretisierung der Anforderungen an einen Quarzemissionswert entsprechend der TA Luft für krebserzeugende Stoffe herangezogen werden. Damit sind die fachlichen Grundlagen zum Vollzug der TA Luft für Quarzfeinstaub geschaffen worden.

Quarzfeinstaub wurde von der LAI in die Klasse III der Nummer 5.2.7.1.1 der TA Luft eingeordnet. Damit wäre als Mindestanforderung ein Emissionswert von  $1 \text{ mg/m}^3$  einzuhalten, sofern dieser Wert mit verhältnismäßigen Mitteln eingehalten werden kann. Gleichzeitig gilt das Emissionsminimierungsgebot.

Mit Ausnahme von Anlagen zur Gewinnung und Aufbereitung von Quarzsand zeigen die Messdaten, dass Emissionen von deutlich unter  $0,5 \text{ mg/m}^3$  erreicht werden. Aufgrund der guten Korrelation zwischen den Gesamtstaub- und Quarzfeinstaub-Emissionswerten schlagen wir vor, die Überwachung dieses Emissionswertes auf der Basis von Gesamtstaubmessungen vorzunehmen. Zur Ableitung eines solchen Wertes wären ggf. aber noch weitere Messungen erforderlich.

Bei Anlagen zur Gewinnung und Aufbereitung von Quarzsand sind die Daten für eine abschließende Bewertung noch nicht ausreichend. Bei Einsatz eines Gewebefilters werden niedrige Emissionswerte ( $0,1 - 1,6 \text{ mg/m}^3$ ) gemessen. Bei Einsatz von Nassfiltern sind die Emissionen erwartungsgemäß sehr hoch.

Es wäre zu klären, ob ein gut ausgelegtes Gewebefilter bei diesen Anlagen generell als Stand der Technik angesehen werden kann oder ob es bei einzelnen Quellen technische Probleme geben könnte.

Deshalb schlagen wir vor, hierzu ein Fachgespräch (unter Beteiligung der Industrie) durchzuführen.

### **Beschlussvorschlag**

Kenntnisnahme durch den AISV



Die weitere Beratung bleibt abzuwarten.

***Zusätzliche Hinweise***

Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) hat zusätzliche Untersuchungen bei den Quarzwerken Frechen durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen war die Validierung des gesamten Messverfahrens unter Einschluss der Probenahme und des Analyseverfahrens. Die Analyse wurde ebenfalls vom IFG Bochum durchgeführt. Darin wird die Eignung des beschriebenen Messverfahrens zur Bestimmung von Quarzfeinstaub als PM 4. Als Anlage 2 ist eine zusammenfassende Stellungnahme des LANUV beigefügt.



**Quarzfeinstaubmessprogramm Sachsen-Anhalt, Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz**  
**Stand 1/08 (vorläufige Ergebnisse zum internen Dienstgebrauch)**

Land/Nr.	Anlagenart	Abscheideverfahren	Analyseverfahren	Abgastemp. in °C	Konz. Gesamtstaub in mg/m³	Konz. Feinstaub PM 4 (PM 2,5) in mg/m³	Konz. Quarzfeinstaub <sup>1</sup> in mg/m³	Anz. Proben
ST/1	Zementwerk Drehrohröfen	Elektrofilter	XRD	131 bis 134	9,4	5,6 bis 6,5	< 0,19	3
ST/2	Mahlanlage für Kalkstein	Schlauchfilter	FTIR	90	3	1,59 (PM 2,5)	< 0,008 (PM 2,5) < 0,02 (berechnet worst case)	1
ST/3	Aufbereitung von Quarzporphyrgestein	Gewebefilter	FTIR	-	-	-	Ergebnis liegt noch nicht vor	2 nur Filterstaub
ST/4-1	Hartstoffmahanlage	Schlauchfilter	FTIR	18	0,8	0,026 bis 0,030 (PM4)	< 0,006 (PM4)	2
ST/4-2	Gießerei Handformerei	Schlauchfilter	FTIR (LAU)	34	25,6	1,0 bis 5,9	0,01 bis 0,08	3
ST/4-3	Gießerei Sandaufbereitung	Taschenfilter	FTIR (LAU)	36	< 0,01	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	2
ST/4-4	Gießerei Putzerei	Kompaktfilter	FTIR (LAU)	32	1,0	0,5 bis 0,7	0,01 bis 0,03	2
BY/5-1	Gießerei I Ausleerstation	Elektrofilter	FTIR	Keine Freigabe	Keine Freigabe	0,4 bis 0,7	0,01	3
BY/5-2	Gießerei I Sandaufbereitung	Gewebefilter	FTIR	Keine Freigabe	Keine Freigabe	1,4 bis 8,3	0,01 bis 0,04	5
BY/5-3	Gießerei I Kernsandmischanlage	Gewebefilter						
BY/6	Gießerei II Ausleerstation und Kaltharz-Sandaufbereitung	Gewebefilter	FTIR/XRD	44,1	3,4 bis 6,8	0,6 bis 5,9 (PM 4) 1,3 bis 1,8 (PM 2,5)	0,04 bis 0,35 Mittel 0,11) (PM 4) 0,05 und 0,08 (PM 2,5)	6
BW/7	Stahl-Gießerei	Gewebefilter	XRD	105	0,3 bis 0,6	0,1 bis 0,5 (PM 4)	kleiner Bestimmungsgrenze bis 0,03	2
BY/8	Siliziumherstellung	Gewebefilter	XRD	ca. 180	1,4 bis 1,7	0,61 bis 0,90 (PM 4) 0,74 (PM 2,5)	0,012 bis 0,095 <sup>2</sup> (Mittel 0,051) (PM 4) 0,047 (PM 2,5)	5
								1

<sup>1</sup> Summe Cristobalit und Quarz

<sup>2</sup> Quarzfeinstaubwerte für Cristobalit höher als für Quarz



ST/9	Kupolofen zur Herst. von Steinwolle	Gewebefilter	XRD	350	1,3	1,286 bis 1,29	< 0,01 bis 0,05	3
ST/10	Industriekraftwerk (Braunkohle, FWL 188 MW)	Elektrofilter	FTIR	85	8 bis 17	5 bis 16	< 0,025	3
ST/11	Hallenabsaugung an Brech- und Klassieranlagen	Gewebefilter	FTIR	14 bis 18	0,02	0,01 bis 0,02	< 0,001 bis 0,002	2
ST/12-1	Quarzsandkühlung	Nassabscheider	FTIR (Doppelbestimmungen LAU + IFG)	25	29 - 93 <sup>3</sup>		9 bis 16 (PM 4) 0,4 bis 16 (PM 2,5)	3 3
ST/12-2	Quarzsandmahanlage	Schlauchfilter	FTIR	24	0,04 - 0,09		0,03	2
BY/13-1	Grobsandtrockner	Gewebefilter	FTIR	72,8	2,5	0,9 bis 1,7 (PM 4) 0,5 (PM 2,5)	0,26 bis 0,51 (PM 4) 0,27 (PM 2,5)	3 1
BY/13-2	Quarzmühle	Gewebefilter	FTIR	28,9	0,5	0,2 und 0,3 (PM 4) 0,1 und 0,2 (PM 2,5)	0,11 und 0,13 (PM 4) 0,10 (PM 2,5)	2 2
BY/13-3	Quarzsandsieb	Gewebefilter	FTIR	18,6	5,4 bis 10,8	3,5 bis 10,6 (PM 4) 5,2 bis 7 (PM 2,5)	0,4 bis 1,6 (PM 4) Ca. 0,7 (PM 2,5)	6 2
BY/13-4	Quarzsandtrockner	Nassabscheider	-	Ca. 60	-		-	-
NRW/14-1	Anlage 1 Quarzsandtrocknung	Nassabscheider (?)	FTIR	30	14,2 bis 24,8	6,7 bis 8,8 (4,3 bis 4,4)	4,4 bis 6,0 (2,8 bis 2,9)	6
NRW/14-2	Anlage 2 Quarzsandtrocknung	Nassabscheider (?)	FTIR	30	9,1 bis 17,1	8,2 bis 10,0 (4,8 bis 6,4)	3 bis 3,4 (1,3 bis 1,9)	6
NRW/14-3	Anlage 4 Mahanlage für Quarzsand	Gewebefilter	FTIR XRD	30	9,7 bis 10,8	4,5 bis 7,1 4,1 bis 5,9	3,5 bis 4,6 2,9 bis 4,6	16
BW/15	Kunststoffplattenherstellung (Quarzsand = Füllmaterial)	Gewebefilter	XRD	28	0,9	0,2 bis 0,3 (PM 4)	kleiner Bestimmungsgrenze ( $< 0,2$ )	2
RP	Brennen keramischer Erzeugnisse, Tunnelofen	Schüttischfilter	XRD	Ca. 170	14 bis 42	9 bis 21	0,3	2
RP	Herstellung von Steinzeugfliesen, Rollenofen	Kein Abscheider	XRD	190	6 bis 13	2,3 - bis 2,9	0,08 bis 0,3 (Mittel 0,19)	3

XRD = Röntgendiffraktometrie  
IR = Infrarotspektrometrie



## Anlage 2

### Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Messungen von Quarzfeinstaub durch das LANUV NRW

Die Messungen des LANUV NRW dienen in erster Linie der Überprüfung des vollständigen Messverfahrens (Probenahme und Analytik)

Zum Einsatz kamen zwei verschiedene Filtermedien zur Sammlung der PM 4 Fraktion und die beiden Analyseverfahren FTIR und XRD. Die Proben wurden sowohl gravimetrisch als auch analytisch ausgewertet.

Aus Doppelbestimmungen wurde die Messunsicherheit des vollständigen Verfahrens bestimmt.

Standardabweichung aus Doppelbestimmungen

PM 4 Partikel gravimetrisch

Messserie	Filter 1	Filter 2	Stabw [mg/m³]	Stabw [%]	Kollektivmittelwert [mg/m³]	Stichproben- umfang
2	CA	CA	0,58	12,1	4,8	8
3	EV	EV	0,28	4,1	6,9	8
4	CA	EV	0,51*	8,9*	5,8	8

\* eventuell liegen systematische Unterschiede vor

CA = Celluloseacetat

EV = Edeltahlvlies

Quarz in der PM 4 Fraktion

Messserie	Filter 1	Filter 2	Stabw [mg/m³]	Stabw [%]	Kollektiv- mittelwert [mg/m³]	Stichproben- umfang	Analyse
2	CA	CA	0,55	14,5	3,8	8	XRD
3	EV	EV	0,59	9,6	6,2	8	XRD
4	CA	EV	1,11 *	23 *	4,8	8	XRD
5	CA	CA	0,17	5,7	3,0	5	IR

\* eventuell liegen systematische Unterschiede vor

XRD = Röntgendiffraktometrie

IR = Infrarotspektrometrie

Mit der Messkampagne konnte dokumentiert werden, dass das Messverfahren für die Messaufgabe geeignet ist.