

Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz  
Zwerchallee 24  
55120 Mainz

Max-Planck-Ring 47  
65205 Wiesbaden-Delkenheim  
Telefon 06122 95 62-0  
Telefax 06122 52 59-1  
info@bfm-wi.de  
www.bfm-wi.de

Erd- und Grundbau  
Spezialtiefbau  
Fels- und Tunnelbau  
Deponie- und Dammbau  
Straßenbau  
Geothermie  
Umwelttechnik  
Alllastensanierung  
Gebäuderückbau

Bodenmechanisches Labor  
Baugrunduntersuchungen  
Grundwasseruntersuchungen  
Geotechnische Messungen  
Alllastenerkundung  
Geotechnische Beratung  
Statische Berechnungen  
Objektplanung  
SiGe-Koordination  
Bauüberwachung  
Bauschadensanalysen



zertifiziert nach DIN EN ISO 9001

29. April 2015 / Sa-se-schl

## Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs Laubenheim

Fachtechnische Stellungnahme zur Querung der Bundesautobahn A 60 im Zuge der Neuverlegung eines in geschlossener Bauweise geplanten Oberflächenwasserkanals

BFM-Projektnummer : 6015-500/365-**10197N1** (bei Schriftwechsel bitte angeben)  
Seiten : 14  
Anlagen : 7

## 1 Vorgang

Im Rahmen der Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs Laubenheim wird eine Umgestaltung des bisherigen Entwässerungssystems erforderlich, da die vorhandenen Sumpfanlagen überschüttet werden sollen. Nach vorliegender Planung soll das zukünftig anfallende Niederschlags- und Grundwasser in einem im Zuge der Verfüllung im Steinbruch Laubenheim neu anzulegenden Biotopteich gesammelt und von dort mittels eines in geschlossener Bauweise herzustellenden Entwässerungskanals, der die Bundesautobahn BAB A60 in nördlicher Richtung queren soll, in den bestehenden Angelteich des bereits renaturierten Steinbruchs Weisenau übergeleitet werden.

Die Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH (BFM), Wiesbaden-Delkenheim, wurde vom Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz beauftragt, die möglichen Auswirkungen des in geschlossener Bauweise geplanten Entwässerungskanals auf die Fahrbahn der Bundesautobahn BAB A60 fachtechnisch zu bewerten.

Geschäftsführende Gesellschafter

Dipl.-Ing. Gottfried Hahlsinger

Dipl.-Ing. Dieter Ringleb  
Sachverständiger\* für Alllasten und Gebäuderückbau

Gesellschafter

Dipl.-Ing. Ulrich Adamietz  
Sachverständiger\*\* für Erd- und Grundbau

Dipl.-Ing. Jürgen Dinkheller  
Sachverständiger\* für Bodenmechanik, Erd- und Grundbau

Dipl.-Ing. Oltmar Eisenbach  
Sachverständiger\* für Baugrund und Grundbau  
Prüfsachverständiger für Erd- und Grundbau nach HPPVO

Dipl.-Ing. Erhan Gürtliyen

Dipl.-Geol. Volker Sachtleben

Dipl.-Ing. Dipl.-Geol. Jürgen Scherschel

\* Von der IHK Wiesbaden öffentlich bestellt und vereidigt

\*\* Von der Ingenieurkammer Hessen öffentlich bestellt und vereidigt

Sitz der Gesellschaft  
Wiesbaden

Registergericht  
Amtsgericht Wiesbaden: HR B 6697

Finanzamt Wiesbaden  
US-IdNr.: DE 11 38 29 523

Bankverbindungen

Tanus-Sparkasse  
IBAN: DE85 5125 0000 0036 0006 43  
BIC: HELADEF1TTSK

Postbank Frankfurt  
IBAN: DE23 5001 0060 0308 5426 05  
BIC: PBNKDEFF

Frankfurter Volksbank eG  
IBAN: DE69 5019 0000 0015 1205 09  
BIC: FFVBDEFF



## 2 Verwendete Unterlagen

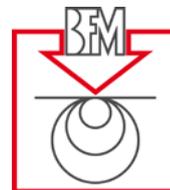
- [1] WAT INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2011): Lageplan Gesamtgestaltung, Oberflächen-gestaltung der Variante A, 04-1-a\_130911 Lageplan -mit Schnitten- Gesamtgestaltung-Variante A, Stand 08/2013, als dwg-Datei per E-Mail am 11.09.2013.
- [2] WAT INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2015): Lageplan Oberflächenentwässerung, Ge-nehmigungsplanung, Maßstab 1 : 2000, Stand 04/2015, als pdf-Datei per E-Mail am 22.04.2015.
- [3] WAT INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2015): Lageplan Biotopteich, Genehmigungs-planung, Maßstab 1 : 500, Stand 04/2015, als pdf-Datei per E-Mail am 22.04.2015.
- [4] WAT INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2015): Abdichtung Biotopteich – Vorbrecher-bereich, Schnitt 5, Maßstab 1 : 250 / 25, Stand 04/2015, als pdf-Datei per E-Mail am 22.04.2015.
- [5] BÜRO FÜR GEOHYDROLOGIE UND UMWELTINFORMATIONSSYSTEME DR. BREHM & GRÜNZ GBR (BGU) (2013): Hydrogeologisches Gutachten zur Verfüllung und Renaturierung des ehemaligen Steinbruchs "Laubenheim" in Mainz-Laubenheim – Dokumentation und Grundwasserströmungsmodell – Unveröffentlichtes Gutachten 25.07.2013; Auf-traggeber: Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz; Mainz.
- [6] BÜRO FÜR GEOHYDROLOGIE UND UMWELTINFORMATIONSSYSTEME DR. BREHM & GRÜNZ GbR (BGU) (2015): Grundwassermonitoring im ehemaligen Steinbruch Mainz-Laubenheim, Wasserstandentwicklung und – statistik in Tabellen und Grafiken bis ein-schl. 10.04.2015, als pdf-Datei per E-Mail am 28.04.2015.- Auftraggeber: Entsor-gungsbetrieb der Stadt Mainz; Mainz.
- [7] HPC AG (2008): Prüfung IST-Zustand Auffüllmaterial sowie ergänzende Grundwasser-untersuchungen Steinbrüche Laubenheim und Weisenau, HeidelbergCement AG, Mahlwerk Mainz-Weisenau. Unveröffentlichtes Gutachten 21.08.2008; Auftraggeber: HeidelbergCement AG; Karlsruhe.
- [8] SCHERLE, M. (1977): Rohrvortrieb, Band 1, Technik - Maschinen - Geräte, Berlin.
- [9] SCHERLE, M. (1977): Rohrvortrieb, Band 2, Statik - Planung - Ausführung, Berlin.
- [10] STEIN, D. (2003): Grabenloser Leitungsbau, Berlin.



- [11] STEIN, D. (2005): Trenchless Technology for Installation of Cables and Pipelines, Bochum.
- [12] Gemeinschaftsveröffentlichung DIN EN 12889, „Grabenlose Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen“ und DWA-A 125, „Rohrvortrieb und verwandte Verfahren“, Beuth Verlag, 2009, Berlin.
- [13] RICHTLINIE 836 Erdbauwerke planen, bauen und instand halten, Fassung 1999, DB Netz AG.
- [14] RICHTLINIE 836 Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke, Fassung 2014, DB Netz AG.
- [15] THEWES, M. (1999): Adhäsion von Tonböden beim Tunnelvortrieb mit Flüssigkeitsschilden.- Dissertation, Institut für Bodenmechanik und Grundbau, Bericht Nr. 21, 194 S., Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, Shaker Verlag, Aachen.
- [16] THEWES, M. (2003): Adhäsion von Tonböden beim Tunnelvortrieb mit Flüssigkeitsschilden.- Geotechnik, 26. Jg., Nr. 4, S. 253 – 261.
- [17] WEH, M., ZWICK, O. & ZIEGLER, M. (2009a): Maschinenvortrieb in verklebungsfähigem Baugrund, Teil 1. – Tunnel, 28: 25 – 36.
- [18] WEH, M., ZWICK, O. & ZIEGLER, M. (2009b): Maschinenvortrieb in verklebungsfähigem Baugrund, Teil 2. – Tunnel, 28: 18 – 28

### **Eigene Unterlagen**

- [19] Gutachten zur Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs Laubenheim – Gegenstand: Baugrund und Setzungsprognose.- Gutachten vom 16.04.2014 sowie darin aufgeführte Unterlagen.
- [20] Bericht zur Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs Laubenheim – Gegenstand: Geotechnische Empfehlungen zur Herstellung des Biotopteichs.- Bericht vom 21.04.2015 sowie darin aufgeführte Unterlagen.



### 3 Bauvorhaben

Nach den vorliegenden Planunterlagen soll im Zuge der Verfüllung und Renaturierung die derzeit noch aktive Sümpfung des im ehemaligen Steinbruch Laubenheim anfallenden Niederschlags- und Grundwassers über den vom ehemaligen Steinbruchbetreiber, der HeidelbergCement AG, angelegten Vorbrecherteich eingestellt und das anfallende Wasser mittels eines Oberflächenwasserkanals vom noch herzustellenden Biotopteich nach Norden in den Angelteich des bereits renaturierten Steinbruch Weisenau abgeleitet werden.

Von dort wird das Wasser über das vorhandene Entwässerungssystem in den Rhein abgeführt.

Der Abfluss vom Biotopteich soll im freien Gefälle über eine rd. 255 m lange, in geschlossener Bauweise herzustellende Rohrleitung unter der Bundesautobahn BAB A60 hindurch zum bestehenden Angelteich erfolgen.

Die Startgrube für den Rohrvortrieb ist nördlich des anzulegenden Biotopteichs in einem Abstand von rd. 127 m südlich der BAB A60 und die Zielgrube rd. 79 m nördlich der BAB A60 projektiert. Die Unterfahrung der BAB A60 erfolgt demnach auf einer Länge von ca. 39 m in einer Tiefenlage von im Mittel rd. 15 m unter Fahrbahnniveau.

### 4 Baugrundaufbau und Grundwasserverhältnisse im Bereich des geplanten Oberflächenwasserkanals

Die ehemaligen Steinbrüche befinden sich am östlichen Rand des Mainzer Beckens auf einer abgesunkenen tektonischen Großscholle, die im Osten durch den Oberrheintalgraben und im Westen, ab Marienborn, durch eine weiträumige Bruchzone mit NNW-SSE- und ENE-WSW-streichenden Störungen begrenzt wird.

In den Steinbrüchen wurden abbauwürdige, bis zu rd. 70 m mächtige tertiäre Schichten, das sog. **Kalktertiär**, bestehend aus Cerithienschichten, Corbículaschichten und Hydrobienstschichten, – auch als **Mainzer Triade** bezeichnet – aufgeschlossen. Bei diesen tertiären Schichten handelt es sich um eine Wechselfolge aus Kalksteinen, Mergeln und Kalkmergeln sowie aus Fossilien bestehenden Fein- bis Grobsanden. Diese Schichtenfolge wird im unver-



ritzten Gebirge von einer örtlich bis zu rd. 50 m mächtigen Lockergesteinsdecke überlagert, die sich aus Sanden und Tonen, lokal auch karbonatisch verfestigten Sandpartien (Sandsteine bis Kalksandsteine) zusammensetzen.

Im Hangenden werden die zuvor beschriebenen Schichten von einem bis zu 30 m mächtigen Lösspaket, das örtlich dekarbonatisiert ist und aufgrund fortgeschrittener Verwitterung dann einen höheren Tongehalt aufweist (**Lösslehm**), überlagert.

Kalktertiär und Deckgebirge werden von einem mehrere 100 m mächtigen, überwiegend tonig mergelig ausgebildeten Schichtpaket, dem sog. **Mergeltertiär**, unterlagert.

Eine ausführliche Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich des ehemaligen Steinbruchs Laubenheim ist dem entsprechenden Abschnitt in [5] zu entnehmen.

Im Trassenbereich des projektierten Oberflächenwasserkanals stehen nach den Ergebnissen der im Jahre 2011 im Steinbruch Laubenheim durchgeführten Gebirgserkundung [19] unterhalb von bereits eingelagerten Verfüllmassen noch unverritzte, abbauwürdige Schichten des sog. Kalktertiärs an, die von dem sog. Mergeltertiär unterlagert werden. Aufschlussresultate vorheriger Erkundungen [7] zeigen aber auch, dass das Kalktertiär örtlich nahezu vollständig bis zum Top des Mergeltertiärs ausgesteint wurde. Eine räumliche Eingrenzung dieser Bereiche ist in Ermangelung eines Risswerkes bzw. Abbauplans nicht möglich.

Bei den Verfüllmassen handelt es sich sowohl im Steinbruch Weisenau als auch im Steinbruch Laubenheim um ein stark heterogenes Gemenge aus einer sandig-kiesigen und schluffigen bis stark schluffigen Bodenmatrix, wobei bindige Materialien (vorrangig Schluffe) mit unterschiedlich hohen Nebengemenganteilen an Sanden und Kiesen dominieren. Während es sich im Steinbruch Weisenau zum überwiegenden Teil um Abraummaterial des Steinbruchs Laubenheim handelt, stammen die in Laubenheim eingelagerten Materialien von verschiedenen Aushubmaßnahmen der Region.

Zwischen beiden Steinbrüchen verläuft die BAB A60 auf einem verbliebenen Kalksteinsockel tertiären Alters, der sich – wie zuvor beschrieben – aus einer Wechselfolge von Kalksteinen, Mergeln und Kalkmergeln sowie aus Fossilien bestehenden Fein- bis Grobsanden zusammensetzt.



Aus historischen Luftbildern ist zu entnehmen, dass die Steinbruchtätigkeit im Steinbruch Laubenheim ca. Ende der 1960er Jahre begann und im Bereich des Steinbruch Weisenau zu diesem Zeitpunkt bereits erste Verfüllarbeiten durchgeführt und der Angelteich zur Sumpfungszwecken angelegt wurde (siehe hierzu Anlagen 6).

Oberflächen-, Schicht- und Grundwässer werden zz. noch in dem vom ehemaligen Steinbruchbetreiber, der HeidelbergCement AG, angelegten Vorbrecherteich gesammelt und von dort aus mittels Schwimmpumpe über erdverlegte Entwässerungs-Druckleitungen entweder zum Angelteich oder zum Löschwasserteich des bereits renaturierten Steinbruchs Weisenau gefördert und von dort über ein vorhandenes Entwässerungssystem dem Rhein zugeführt.

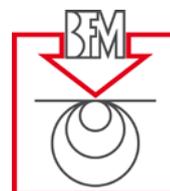
Nach vorliegenden Unterlagen liegt der Wasserspiegel in dem zur Sumpfung des Steinbruchs angelegten Vorbrecherteich bei rd. 82 m NN.

Nach den aktuellen Angaben des Grundwassermonitorings [6] liegt der Grundwasserspiegel im Bereich der BAB A60 bei rd. 88,9 m NN (siehe hierzu auch Anlage 5)

## **5 Projektierter Rohrvortrieb und Überlagerungshöhen**

Nach den vorliegenden Informationen soll der Oberflächenwasserkanal die BAB A60 in einem biegesteifen Stahlbetonvortriebsrohr DN 1600 queren, das – wie zuvor beschrieben - in grabenloser Bauweise mittels Rohrvortrieb nach dem Microtunneling-Verfahren in den Untergrund eingebracht wird.

Angaben zum Außendurchmesser des Stahlbetonvortriebsrohres liegen zz. noch nicht vor. Aufgrund vorliegender Erfahrungen aus in ähnlichen Baugrundverhältnissen ausgeführten Rohrvortrieben wird nominal ein Durchmesser von rd. 1.940 mm und zur Reduzierung der Pressenkräfte – bezogen auf die Außenkante Vortriebsrohr – ein Überschneid von 15 mm in den folgenden Betrachtungen hinsichtlich möglicher Auswirkung des Rohrvortriebs auf die BAB angenommen. Der zwischen Vortriebsrohr und Baugrund vorhandene Ringspalt ist während des Rohrvortriebs durch eingepresste Bentonitsuspension zu stützen und unmittelbar im Nachgang der erfolgten Rohrdurchpressung kraftschlüssig mit einem Füllbinder zu verpressen.



Die Stützung der Ortsbrust während der Vortriebsphase erfolgt dabei mechanisch und flüssigkeitsgestützt, das gelöste Bodenmaterial wird mittels Nassförderung nach Übertage verbracht.

Die Fahrbahnen der auf dem verbliebenen Kalksteinsockel verlaufenden BAB A60 liegen im Bereich der Querung mit dem Rohrvortrieb etwa auf Höhenlagen zwischen 110,95 m NN im Süden und 109,85 m NN im Norden. Die Scheitellagen des von Süd nach Nord mit etwa 1° fallend verlaufenden Stahlbetonvortriebsrohres liegen im Bereich der Querung BAB planmäßig etwa auf Höhenlagen zwischen 95,48 m NN im Süden und 95,1 m NN im Norden. Die minimale Überdeckungshöhe  $h_{\bar{u}}$  im Bereich der Querung BAB liegt mit etwa 14,75 m auf der Nordseite der Fahrbahn in Fahrrichtung Bingen. Die aus den Planunterlagen ermittelten minimalen Überdeckungen  $h_{\bar{u}}$  zwischen geplantem Rohrscheitel und Fahrbahnen BAB sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Überdeckungen  $h_{\bar{u}}$  im Bereich der geplanten Querung Rohrvortrieb mit BAB A60

Abschnitt Trasse		Fahrbahn BAB	
		→ Frankfurt	→ Bingen
Höhenlage GOK	[m NN]	110,95	109,85
Scheitellage VTR	[m NN]	95,48	95,10
Sohllage VTR	[m NN]	93,54	93,16
min $h_{\bar{u}}$ $D_a$ 1940 mm	[m]	15,47	14,75

Mit den hier vorhandenen Überdeckungshöhen wird das gemäß DWA-A 125 geforderte Mindestmaß für Bundesfernstraßen von  $h_{\bar{u}}$  mindestens 2-facher Rohraußendurchmesser  $D_a$ , im Minimum jedoch 2,0 m, deutlich eingehalten.



## 6 Abschätzung der zu erwartenden Senkungen an der Geländeoberfläche

### 6.1 Allgemeines

Nach [10] sind im Zusammenhang mit möglichen Bodenverformungen infolge Rohrvortriebs folgende Termini definiert:

- **Bodenverformungen** sind horizontale oder vertikale Lageänderung der Bodenoberfläche oder von Punkten im Inneren des Bodens.  
Vertikale Bodenverformungen in Richtung zur Oberfläche hin werden als Hebungen und in entgegengesetzter Richtung als Senkungen, Sackungen und Setzungen bezeichnet.
- **Senkungen** sind vertikal nach unten gerichtete Verschiebungen ganzer Bodenschichten infolge Materialentzugs in der Tiefe, wobei in der Regel die Größenordnung der daraus resultierenden Verschiebungen an der Geländeoberfläche, nicht aber deren zeitlicher Verlauf abgeschätzt werden kann.
- **Sackungen** entstehen bei körnigen Böden durch plötzliche Kornumlagerung, in der Regel verursacht durch Wasserzugabe. Bei locker gelagerten Böden können diese Sackungen bis zu ca. 5 % der Schichtdicke betragen, bei dicht gelagerten Sanden noch ca. 1 % bis 2 % der Schichtdicke.
- **Setzungen** entstehen infolge vertikaler Verschiebung einzelner Bodenelemente oder der Bodenoberfläche durch entsprechend geartete Erhöhung der einwirkenden Spannungen.

Die hier relevanten Senkungen stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Rohrvortrieb. Sie sind orts- und zeitabhängig und können nach ihrer Position relativ zur Ortsbrust unterschieden werden in:

- vorlaufende Senkungen (ggf. auch Hebungen) im Bereich vor der Vortriebs-/Schildmaschine
- Senkungen im Bereich über der Vortriebs-/Schildmaschine
- nachlaufende Senkungen im Bereich hinter der Vortriebs-/Schildmaschine

Durch vortriebsbedingten Senkungen in der Folge des Rohrvortriebs entsteht an der Geländeoberfläche ein dreidimensionales Verformungsbild, die Senkungsmulde. Die Größe der



resultierenden Bodensenkungen wird durch die verfahrenstechnischen, geometrischen und geotechnischen Randbedingungen maßgeblich beeinflusst.

Zu den verfahrenstechnischen Randbedingungen gehört z. B. die Art der Stützung der Ortsbrust, die Art und Kontrolle der Bodenentnahme und die Schmierung bzw. Verpressung des Ringspalt es infolge Überschnitt. Dazu zählen aber auch Vortriebsunterbrechungen, die erfahrungsgemäß zu erhöhten Bodenverformungen führen können.

Die kontinuierliche Injektion des Ringspalt es (z. B. mit Bentonitsuspension) während des Vortriebs reduziert in der Regel nicht nur die erforderlichen Pressenkräfte, sondern trägt auch unmittelbar zur Reduzierung der zu erwartenden Senkungen bei. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn die Suspensionsverluste gering sind und der Suspensionsdruck im Ringspalt ständig aufrechterhalten werden kann. Der Ringspalt sollte nach Beendigung des Vortriebs mit einer Zementsuspension druckgesteuert und volumenkontrolliert kraftschlüssig verpresst werden, um dauerhaft durch den Überschnitt bedingte Senkungen ausschließen bzw. auf ein Minimum reduzieren zu können.

Zu den geometrischen Einflussgrößen zählen der Rohrdurchmesser und die Überdeckungshöhe bzw. das Verhältnis Überdeckungshöhe zu Durchmesser Vortriebsrohr ( $h_{\bar{u}}/D_a$ ). Dieses Verhältnis bestimmt wesentlich die Ausdehnung der Senkungsmulde in Richtung quer zur Vortriebsachse. Je größer das Verhältnis ( $h_{\bar{u}}/D_a$ ) ist, umso größer ist auch die Ausdehnung der entsprechenden Senkungsmulde anzunehmen.

Zu den geotechnischen Einflüssen zählen insbesondere die Bodenart, die Lagerungsdichte des Bodens und das Vorhandensein von Grundwasser. Während Bodenart und Lagerungsdichte in der Regel maßgeblich die Form und Ausdehnung der Senkungsmulde beeinflussen, können Grundwassereinflüsse auch die Größe der Maximalsenkungen steuern.



## 6.2 Abschätzung der zu erwartenden Senkungen

Gemäß SCHERLE [9] und STEIN [11] können die durch Überschnitt, Bodenverlust und allgemeine Auflockerung des anstehenden Bodens beim Rohrvortrieb an der Geländeoberfläche zu erwartenden Senkungen  $s$  überschlägig nach folgender Formel ermittelt werden:

$$s \approx \frac{D_a}{1 + \frac{1}{2} \cdot (h_{\ddot{u}}/D_a)} \cdot B_k$$

mit:  $s$  = Senkungsbetrag [cm]  
 $D_a$  = Außendurchmesser Vortriebsrohr [m]  
 $h_{\ddot{u}}$  = Überdeckungshöhe [m]  
 $B_k$  = Bodenkennziffer [-]

(Überschlägiges Verfahren zur Bestimmung von Senkungen infolge Rohrvortrieb (Überschnitt, Bodenverlust und Auflockerung) nach SCHERLE [9]).

Die Länge der zu erwartenden Setzungsmulde quer zur Vortriebsrichtung errechnet sich nach SCHERLE [10] / STEIN [12] im Bereich der Querungen von Bundesstraßen zu

$$L \approx (D_a + h_{\ddot{u}}).$$

Als Länge der Setzungsmulde ist hierbei das Maß in Trassenrichtung der gequerten BAB bzw. senkrecht zur Vortriebsstrecke zu sehen.

Mit einem geplanten Außendurchmesser der Stahlbetonvortriebsrohre von  $D_a = 1940$  mm und den in Tabelle 1 genannten Überdeckungshöhen ergeben sich für die abgeschätzten Senkungen die in Tabelle 3 zusammengefassten Werte. Als Bodenkennziffer  $B_k$  wurde zur Abschätzung der Senkungen an der Geländeoberfläche infolge Rohrvortrieb für das unter der BAB A60 anstehende unverritzte Kalktertiär – auf der sicheren Seite liegend – der Wert  $B_k = 2$ , der für halbfeste bindige Bodenschichten und für dicht gelagerte nichtbindige Bodenschichten in Ansatz gebracht werden kann, zugrunde gelegt (Tabelle 2).

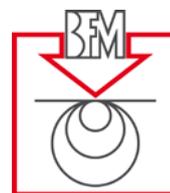


Tabelle 2: Bodenkennziffer  $B_k$  nach SCHERLE [9] / STEIN [10]

Bodenart	Nichtbindige Böden				Bindige Böden			
	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	sehr dicht	dicht	locker	sehr locker	halb-fest	steif	weich
$B_k$	1,5	2	3	4	2	3	4	6

Tabelle 3: Abschätzung der zu erwartenden Senkungen - Querung BAB A60

Vortriebsrohr (VTR): Stahlbeton, biegesteif; Abschätzung nach SCHERLE [9] / STEIN [10]

Querung Rohrvortrieb mit			Fahrbahn (BAB)	
			→ Frankfurt	→ Bingen
<b>Außen-Ø Vortriebsrohr</b>	$D_a$	[m]	1,940	1,940
<b>Überdeckungshöhe</b>	$h_{\ddot{u}}$	[m]	15,47	14,75
<b>Bodenkennziffer</b>	$B_k$	[-]	2	2
<b>Senkungsbeträge</b>	s	[cm]	0,78	0,81
<b>Länge Senkungsmulde</b>	L	[m]	17,41	16,69

Für den Bereich der Querung des Rohrvortriebs mit der BAB sind danach Senkungen der Fahrbahnoberkante in der Größenordnung von rd. 1 cm zu erwarten und die Erstreckung der Senkungsmulde in Längsrichtung der Fahrbahn wird rechnerisch etwa zwischen 16,7 m und 17,4 m bzw. zwischen rd. 15 m und 20 m liegen.

Zu der Verformungsabschätzung ist anzumerken, dass mit den Formeln von SCHERLE [9] / STEIN [10] Auflockerungsvorgänge im Festgesteingeberge nicht berücksichtigt werden können und die berechneten, im Millimeter-Bereich liegenden Setzungen durch das im Bereich des Kalktertiärs latent vorhandene Kluftsystem zudem kompensiert werden.



## **7 Hinweise und Empfehlungen**

### **7.1 Allgemeines**

Die von der geplanten Querung betroffene Bundesautobahn BAB A60 ist als wichtige Verkehrsverbindung im Großraum Frankfurt-Mainz-Wiesbaden einzustufen.

Es wird empfohlen, diesen Umstand bei der Planung und Umsetzung von vorbereitenden und baubegleitenden Maßnahmen (z. B. Messtechnisches Überwachungsprogramm während der Arbeiten zum Rohrvortrieb, Alarm- und Havarieplan) in entsprechender Art und Weise zu berücksichtigen.

### **7.2 Beweissicherung**

Es wird empfohlen, für den Querungsbereich von geplantem Rohrvortrieb und Bundesautobahn vor Beginn der Arbeiten zum Rohrvortrieb eine detaillierte Beweissicherung zum aktuellen Zustand der im entsprechenden Einflussbereich vorhandenen baulichen Infrastruktur ausführen zu lassen, um für den Fall von vortriebsbedingten Gebirgsverformungen und dadurch gegebenenfalls bedingten Auswirkungen auf die vorhandene bauliche Infrastruktur eine Abgrenzung zu vorher bereits vorhandenen Schadenszuständen vornehmen zu können.

Besonderes Augenmerk ist dabei auch auf die aktuell vorhandenen Positionen der Höhenlagen der Fahrhahnoberkanten der BAB A60 im Bereich der vorgesehenen Querung Rohrvortrieb zu legen. Nach Abschluss der Arbeiten zum Rohrvortrieb wird die Wiederholung der entsprechenden Beweissicherung als Abschlussdokumentation empfohlen. Der Umfang und die Detailtreue einer entsprechenden Beweissicherung sollten zwischen den beteiligten Stellen abgestimmt sein.

### **7.3 Messtechnische Überwachung im Zuge des Rohrvortriebs**

Es wird empfohlen, die Lage und den Zustand der betroffenen Fahrhahnen der Bundesautobahn für die Zeitdauer des Rohrvortriebs und – sofern messbare Verformungen der Geländeoberfläche zu verzeichnen sind – auch über die Dauer des Rohrvortriebs hinaus bis zum Abklingen entsprechender Verformungen auszuführen. Die Genauigkeit der Messverfahren ist auf die Größenordnung der zu erwartenden maximalen Gesamtsenkungen abzu-



stimmen, um eine ausreichend genaue Auflösung der im Zuge des Rohrvortriebs zu erwartenden Senkungsereignisse zu ermöglichen.

Die Messergebnisse sind dauerhaft aufzuzeichnen und zu dokumentieren. Der Umfang und die Messintervalle der messtechnischen Überwachung sind mit den jeweils zuständigen Stellen abzustimmen. Ggf. sind automatisierte Messverfahren einzusetzen, um Gefährdungen von Personen im Bereich der Verkehrsstrassen auszuschließen.

#### **7.4 Maßnahmenkatalog und Havariekonzept**

Im Hinblick auf zu erwartende Senkungen infolge Querung Rohrvortrieb – Bundesautobahn wird die vorausgehende Erstellung eines Havarie- und Alarmplanes empfohlen.

Gegenstand eines solchen Havarie- und Alarmplanes sollten insbesondere vorbereitende Maßnahmen und Abstimmungen (z. B. Abstimmung Vortriebsstände und Nutzungseinschränkung Verkehrswege wie z. B. Langsamfahrstrecken) als auch die Benennung von Ansprechpartnern und Zuständigkeiten im unvorhergesehenen Havarie- bzw. Schadensfall) sein.

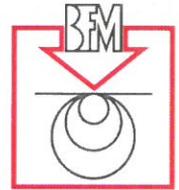
Bezüglich der im geplanten Vortriebsbereich zu erwartenden Baugrundverhältnisse wird empfohlen, die Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der ausgeführten Baugrundaufschlüsse und dem während des Rohrvortriebs gefördertem Bodenmaterial durch einen geotechnisch Sachverständigen im Zuge des Rohrvortriebs baubegleitend überprüfen zu lassen.

#### **7.5 Bautechnische Hinweise**

Die Senkungsprognose setzt voraus, dass der Ringspalt infolge Überschnitt während des Rohrvortriebs mit Bentonitsuspension gestützt ist. Nach Abschluss des Vortriebs ist der verbleibende Ringspalt unverzüglich mit Zementsuspension bzw. geeignetem Füller kraftschlüssig zu verschließen.

Bezüglich der Beweislage von möglicherweise eintretenden Schäden wird empfohlen, die geotechnisch relevanten Vortriebsdaten (Pressendruck, Verfülldruck Bentonitsuspension, Vortriebsleistungen, Pressenkräfte, Stillstandszeiten usw.) detailliert aufzuzeichnen.

Auch das Volumen und die Art des gefördertem Ausbruchsmaterials sollte dokumentiert und eine kontinuierliche Massenbilanz zwischen theoretischem Ausbruchsvolumen und tatsäch-



lich erfolgtem Ausbruchsvolumen ausgeführt werden, um ggf. über das zu erwartende Maß hinausgehende Senkungspotentiale vorausschauend erkennen zu können.

## 8 Zusammenfassung

Unter Voraussetzung der vorgenannten Gegebenheiten kann im Zuge des geplanten Rohrvortriebs für die Fahrbahnen der BAB A60 von einem maximal zu erwartenden Senkungsbetrag rd. 1 cm und Längen der zugehörigen Senkungsmulden quer zur Vortriebsrichtung zwischen etwa 15 m und 20 m ausgegangen werden.

Ein schadensauslösender Einfluss des Rohrvortriebs auf die Bundesautobahn ist auf der Grundlage der vorliegenden Informationen zum Gebirgsaufbau und den Ergebnissen der Berechnungen nach SCHERLE [9] / STEIN [11] nicht zu erwarten.

Das zum Einsatz geplante Vortriebsverfahren "Mikrotunnelbau mit Spülförderung und Sofortverrohrung" kann unter den beschriebenen Baugrundverhältnissen grundsätzlich als geeignet angesehen werden, wobei die Festigkeit und die Abrasivität der vom Rohrvortrieb zu durchfahrenden Kalksteine und auch das Verklebungspotenzial (siehe hierzu Anlage 7) der am Schichtaufbau des Kalktertiärs beteiligten, zwischengeschalteten Tone und Mergel (Stichwort "Hart-auf-Weich" und "Weich-auf-Hart") bei der Wahl der Vortriebsmaschine zu beachten ist.

Zudem sind die z. T. schroffen Steifigkeitsunterschiede zwischen unverritztem Kalktertiär und der zum Großteil nur locker geschütteten Verfüllmassen bei der Dimensionierung der Vortriebsrohre zu berücksichtigen.

In Anbetracht der derzeit vorhandenen Unschärfe hinsichtlich der Lage des unverritzten Kalktertiärs im ehemaligen Steinbruch Weisenau und der Zusammensetzung und Beschaffenheit der dort im Trassenbereich des Oberflächenwasserkanals zur Verfüllung und Renaturierung eingebrachten Lockergesteinsmassen sind ergänzende Aufschlussbohrungen aus fachtechnischer Sicht zwingend erforderlich, um zusätzliche bautechnische Maßnahmen frühzeitig in weiteren Planungsphasen und in der Ausschreibung berücksichtigen zu können.

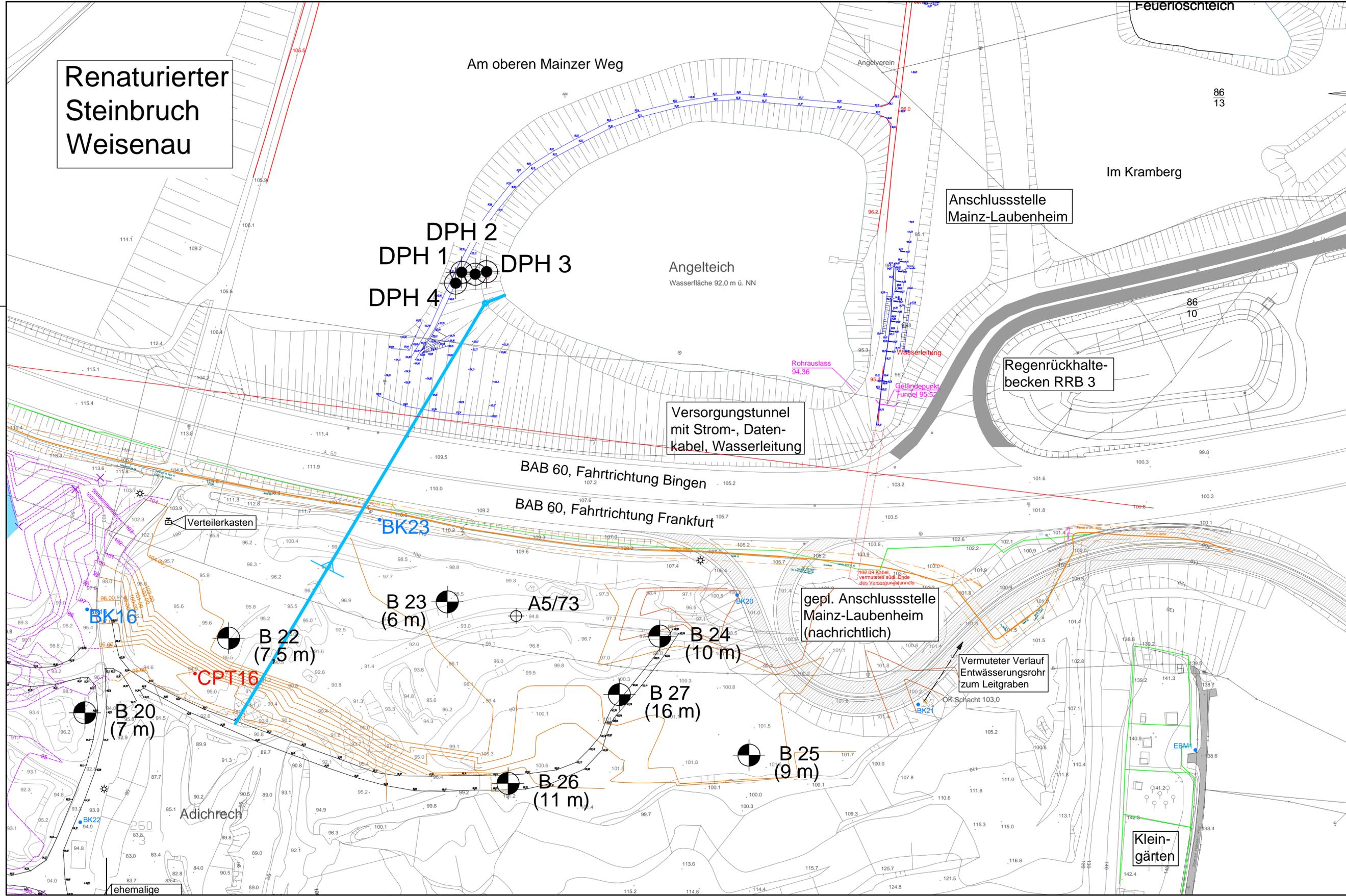
ppa.  
Dipl.-Geol. V. Sachtleben



ppa.  
Dipl.-Ing. U. Adamietz



# Renaturierter Steinbruch Weisenau



- Legende**
- Zaun
  - Vermessung 04.03.2010 bis 29.03.2011
  - Vermessung November 2012
  - Vermessung Januar 2013
  - ▭ Hangdränage (Lage nicht eingemessen)
  - ✱ Flutlichtmast
  - Gasleitung mit Begleitleitungen
  - - - Schutzstreifen Gasleitung
  - geeignete Standorte zur Fortführung des geologischen Lehrpfades
  - △ FP Festpunkt
  - Grundwassermessstellen Drucksondierungen

Grundlagen: Ingenieurbüro Kutschmel, Bildflug 30.12.2008, Bestandsvermessung GPS, 04.03.10, 06.07.10, 18.01.11, 29.03.11, 28.02.13  
 Vermessung Stadt Mainz vom November 2012, Januar 2013  
 Werkslageplan 2006, Heidelberg Cement AG  
 Landesbetrieb Mobilität (LBM) Worms, Vorplanung AS Laubenheim (nachrichtlich), Dokument 05118\_VOLA2001\_b  
 Katasterplan der Stadt Mainz (D2192010)  
 Lageplan Gashochdruckleitung, Kraftwerke Mainz - Wiesbaden AG

Änderungen	Datum	Name	Index

**ENTSORGUNGSBETRIEB DER STADT MAINZ**

Auftraggeber: **Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs Laubenheim**

Projekt: **Lageplan, Bestand**

Zeichnungsstatus				Entwurfsplanung	
Name	IR	Ka	Ko	Maßstab	Planungsstand
Datum	03.2013	03.2013	03.2013		

Projekt-Nr. **1.09.029** Zeichnung-Nr. **03-1**

alle Rechte dieser Zeichnung unterliegen dem Urheberrecht gemäß DIN ISO 15016

**wat** Ingenieurgesellschaft mbH  
 wasser- und abfalltechnik  
 Flugplatzstraße 33a 55128 Mainz Tel. 0 61 31 / 95 83-30 Fax 0 61 31 / 95 83-330 email: info@wat.de

Datum	bearb.	geprüft

<b>AUFTRAGGEBER</b> Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz Zwerchallee 24 55120 Mainz	<b>BAUVORHABEN</b> Verfüllung und Renaturierung Steinbruch Mainz-Laubenheim Querung BAB A60
--	--

**Lageplan mit Bohr- und Sondieransatzpunkten**

Auftrag-Nr.: 6015-500/365-10197	Maßstab: 1:2000
Bericht vom: 29.04.2015	

	Datum	Name
bearbeitet	29.04.15	David
geprüft	29.04.15	Sa

Anlage **1**

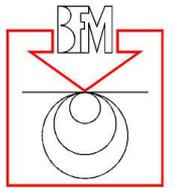
**BM BAUGRUNDINSTITUT Franke-Meißner und Partner GmbH**  
 Max-Planck-Ring 47  
 65205 Wiesbaden-Delkenheim  
 Telefon: 06122/9562-0 Telefax: 06122/52591  
 eMail: info@bfm-wi.de

Dieser Plan ist für Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH urheberrechtlich geschützt



# Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs MZ-Laubenheim

## Fotodokumentation



BK 23

GOK



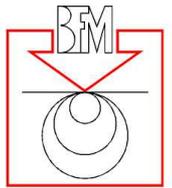
5,0m

10,0m

15,0m

# Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs MZ-Laubenheim

## Fotodokumentation



BK 23



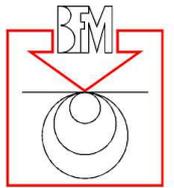
20,0m

25,0m

30,0m

# Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs MZ-Laubenheim

## Fotodokumentation



BK 23



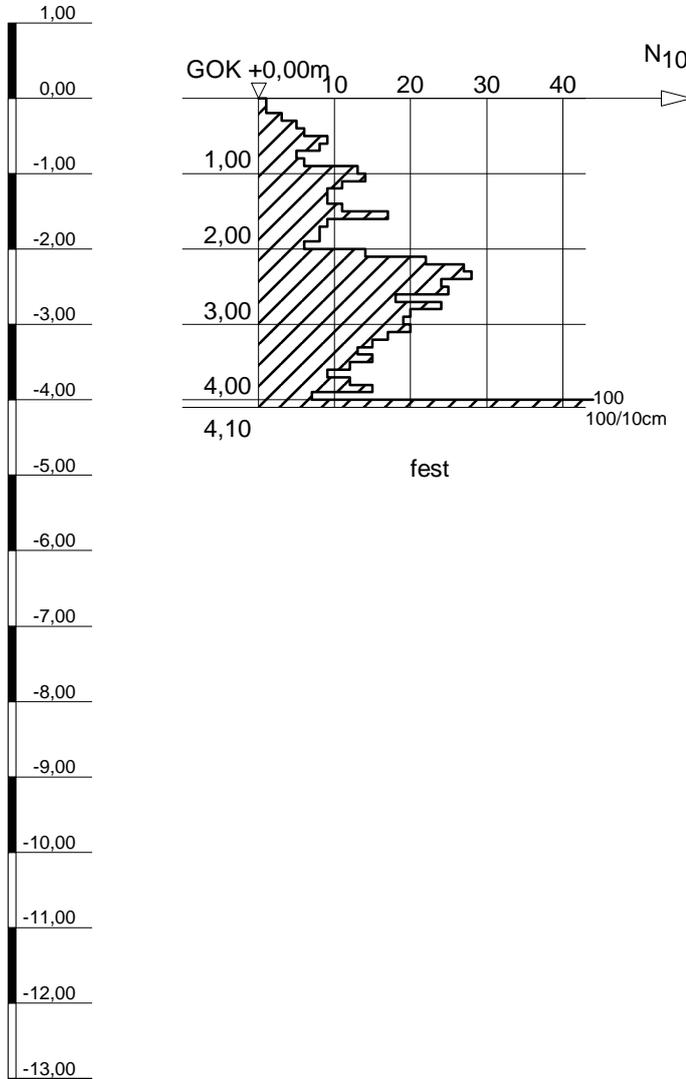
35,0m

40,0m

ET. 43,5m

# DPH 1

GOK +m



## BAUGRUNDINSTITUT

Franke-Meißner und Partner GmbH  
 Max-Planck-Ring 47  
 65205 Wiesbaden-Delkenheim  
 Telefon:06122/9562-0 Telefax:06122/52591  
 e-Mail:info@bfm-wi.de

### AUFTRAGGEBER

Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz  
 Zwerchallee 24  
 55120 Mainz

### BAUVORHABEN

Verfüllung und Renaturierung  
 Steinbruch Mainz-Laubenheim  
 Querung BAB A60

Auftrag-Nr.: Querung BAB A60

Maßstab H 1:100

bearbeitet David

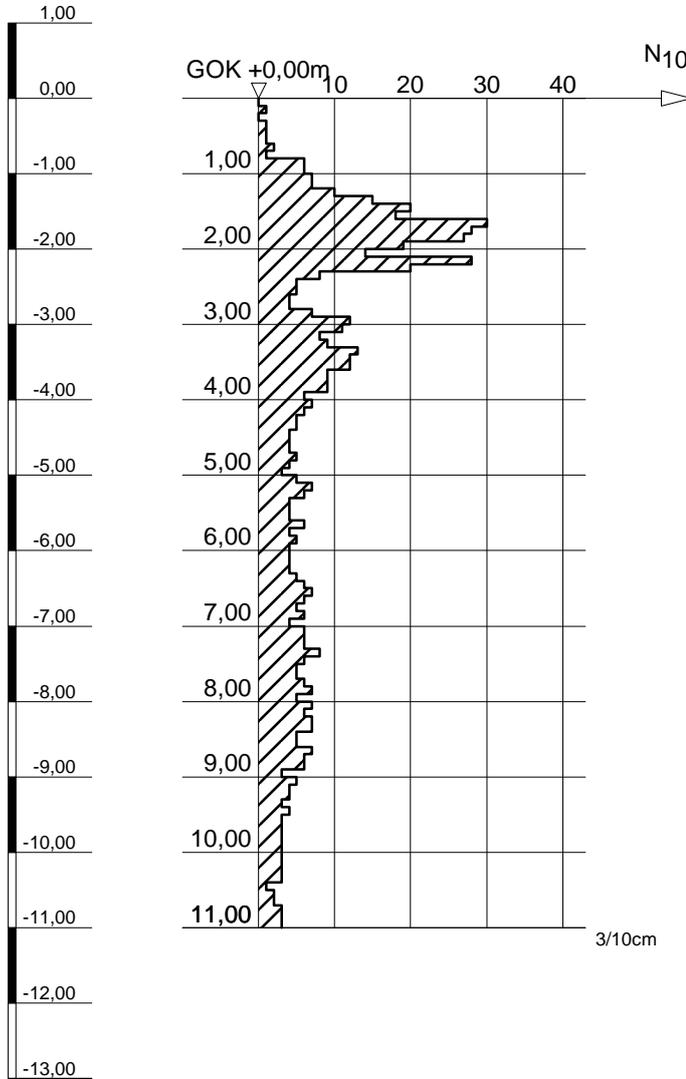
geprüft Sa

Datum 29.04.2015

Anlage 4.1

# DPH 2

GOK +m



## BAUGRUNDINSTITUT

Franke-Meißner und Partner GmbH  
Max-Planck-Ring 47  
65205 Wiesbaden-Delkenheim  
Telefon:06122/9562-0 Telefax:06122/52591  
e-Mail:info@bfm-wi.de

### AUFTRAGGEBER

Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz  
Zwerchallee 24  
55120 Mainz

### BAUVORHABEN

Verfüllung und Renaturierung  
Steinbruch Mainz-Laubenheim  
Querung BAB A60

Auftrag-Nr.: Querung BAB A60

Maßstab H 1:100

bearbeitet David

geprüft Sa

Datum 29.04.2015

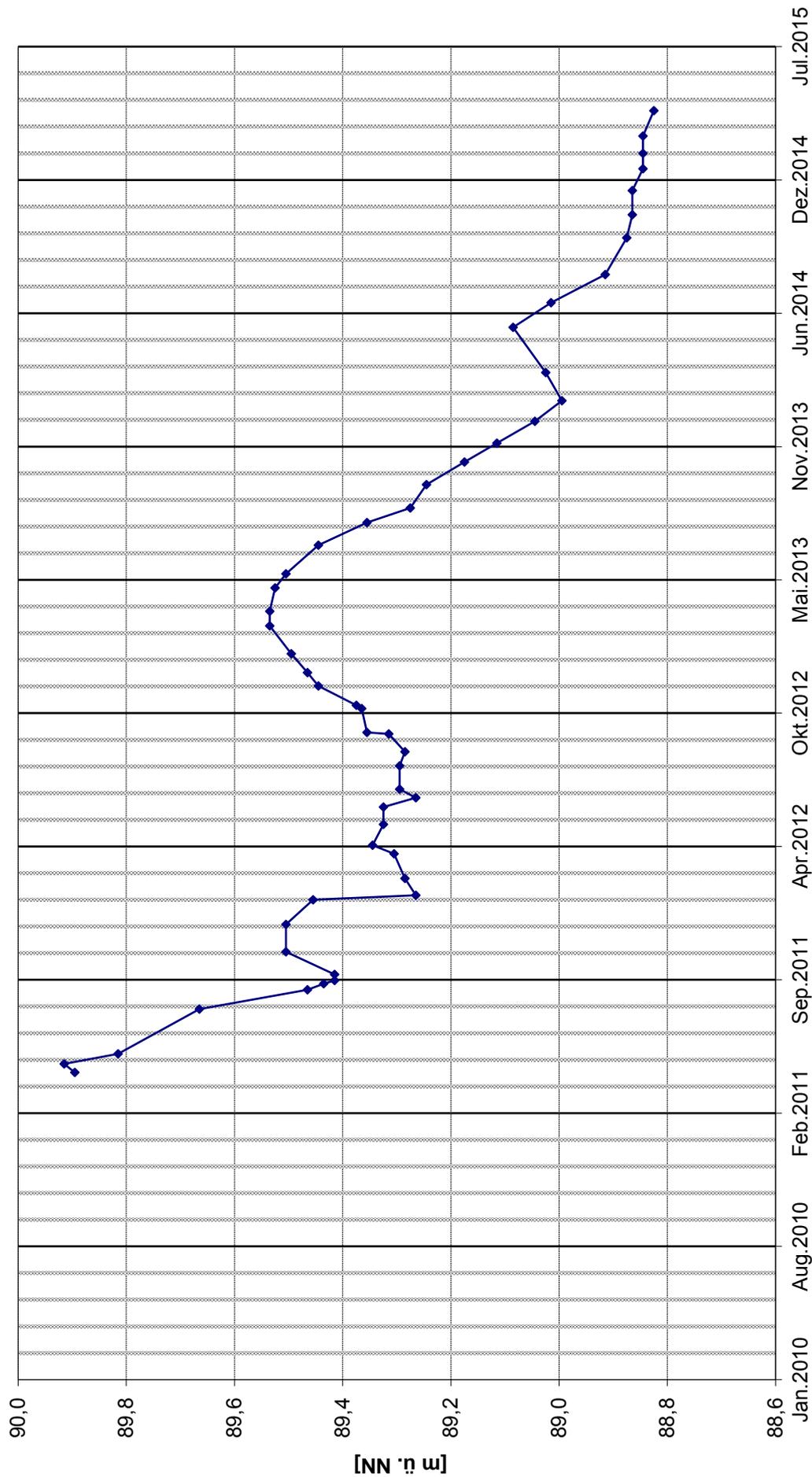
Anlage 4.2

Grundwassermonitoring

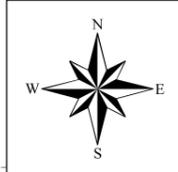
### Grundwasserganglinie

Entsorgungsbetriebe der Stadt Mainz  
ehemaliger Steinbruch Laubenheim

BK23



3450500



537500

Trasse  
Oberflächenwasserkanal



Bericht vom 29.04.2015  
Verfüllung und Renaturierung Steinbruch Mainz-Laubenheim  
Querung BAB A60

Änderungen	Datum	Name	Index

**ENTSORGUNGSBETRIEB DER STADT MAINZ**  
Zwerchallee 24  
DE-55120 Mainz



Vorhabenträger

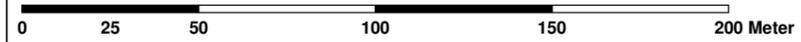
Hydrogeologisches Gutachten zur  
Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs Laubenheim

Projekt

**Historisches Luftbild - 09.04.1974**

Zeichnungsinhalt				Maßstab	Planungsstand
Name	gezeichnet	entworfen	geprüft		
				1:2.000	
Datum				Projekt - Nr.	Zeichnung - Nr.
				2010021	

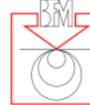
alle Rechte dieser Zeichnung unterliegen dem Urheberschutz gemäß DIN 34



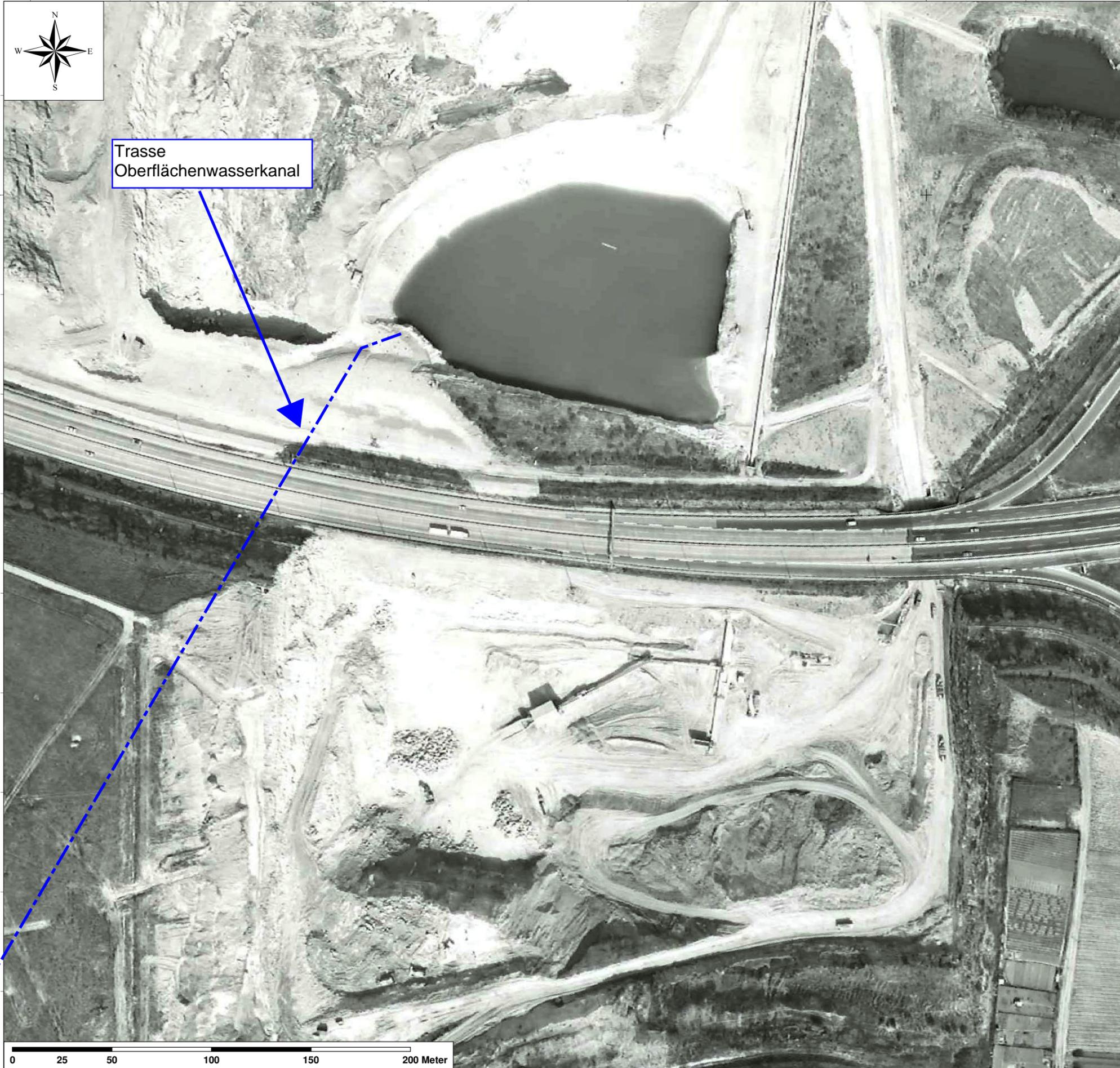
3450500

**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**  
Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiestraße 96 \* D-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 \* Fax: 0521/2997-253

**Baugrundinstitut**  
Franke-Meißner und Partner GmbH  
Max-Planck-Ring 47  
65205 Wiesbaden-Delkenheim



3450500



Trasse  
Oberflächenwasserkanal

Bericht vom 29.04.2015  
Verfüllung und Renaturierung Steinbruch Mainz-Laubenheim  
Querung BAB A60

Änderungen	Datum	Name	Index

**ENTSORGUNGSBETRIEB DER STADT MAINZ**  
Zwerchallee 24  
DE-55120 Mainz



Vorhabenträger

Hydrogeologisches Gutachten zur  
Verfüllung und Renaturierung des Steinbruchs Laubenheim

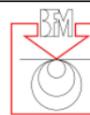
Projekt  
**Historisches Luftbild - 18.04.1978**

Zeichnungsinhalt				Maßstab	Planungsstand
Name	gezeichnet	entworfen	geprüft		
				1:2.000	
Datum					
				Projekt - Nr. 2010021	Zeichnung - Nr.

alle Rechte dieser Zeichnung unterliegen dem Urheberschutz gemäß DIN 34

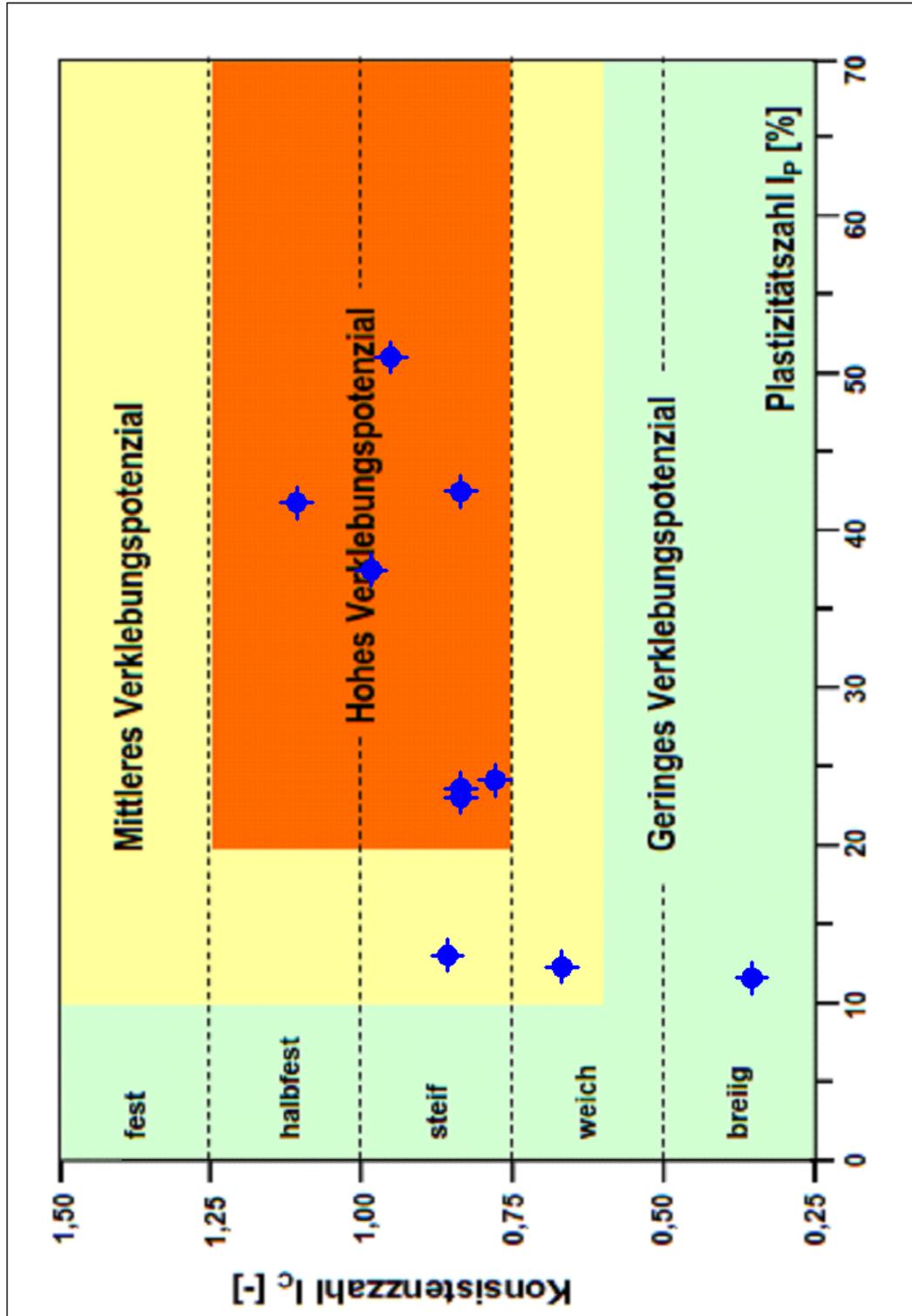


**Büro für  
Geohydrologie und  
Umweltinformationssysteme**  
Dr. Brehm & Grünz GbR - Diplom Geologen BDG  
Technologiestr. 96 \* D-33 607 Bielefeld  
Fon: 0521/2997-250 \* Fax: 0521/2997-253



**Baugrundinstitut**  
Franke-Meißner und Partner GmbH  
Max-Planck-Ring 47  
65205 Wiesbaden-Delkenheim

3450500



Verklebungspotenzial der tonig-mergeligen Schichtpartien des Kalktertiärs im Steinbruch Mainz-Laubenheim  
(Diagramm für Schildvortriebe nach THEWES, M. (2003): Adhäsion von Tonböden beim Tunnelvortrieb mit Flüssigkeitsschilden.-  
Geotechnik, 26:4, 253 – 261, Ernst und Sohn Verlag, Berlin).