

Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach BW 231 Talbrücke Wächtelesäcker (km 3+130 – km 3+230)

Baugrunderkundung und Gründungsberatung Teil 1

Geotechnische Stellungnahme zur Ausführbarkeit
als semi-Integrales bzw. integrales Brückenbauwerk

Inhaltsverzeichnis	Seite
1	Veranlassung - 3 -
2	Unterlagen - 3 -
3	Beschreibung der Baumaßnahme - 3 -
4	Durchgeführte Untersuchungen..... - 4 -
5	Baugrund und Grundwasser..... - 5 -
	5.1 Baugrundbeschreibung..... - 5 -
	5.2 Vorläufige Klassifizierung und bodenmechanische Kenngrößen - 7 -
	5.3 Grundwasser..... - 10 -
6	Geländesenkungen als Bergbaufolge..... - 11 -
7	Überschlägige Abschätzung der rechnerischen Bauwerkssetzungen im Sinne einer Voruntersuchung..... - 12 -

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Auszug aus der topographischen Karte
Anlage 2	Auszug aus der geologischen Karte
Anlage 3	Pläne mit Eintrag der Erkundungsergebnisse
	3.1 Lageplan mit Lage der Erkundungspunkte
	3.2 Längsschnitt mit Eintrag der Erkundungsprofile
Anlage 4	Zeichnerische Darstellung der Profile der Kernbohrungen
	4.1 Kernbohrung M1
	4.2 Kernbohrung M2
	4.3 Kernbohrung M3
	4.4 Kernbohrung M4
	4.5 Kernbohrung M5
Anlage 5	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche
	5.1 Zustandsgrenzen nach DIN 18122-1
	5.2 Wassergehalte nach DIN 18121
Anlage 6	Senkungsmessungen der Südwestdeutschen Salzwerke AG mit Darstellung mittlerer Setzungsgeschwindigkeiten und interpolierten Linien gleicher Setzungsgeschwindigkeiten (Isotachen)
Anlage 7	Schreiben des KMBD, RP Stuttgart, zur Kampfmittelsituation

1 Veranlassung

Die Stadt Heilbronn plant die Nordumfahrung der Ortschaften Frankenbach und Neckargartach als Verbindung von der B 39 über die Böllinger Höfe bis zur L 1100 (Neckartalstraße) sowie die Verbreiterung eines Teils der Neckartalstraße. Die gesamte Trassenlänge beträgt etwa 5,70 km.

Für die geplante Nordumfahrung werden insgesamt drei Ingenieurbauwerke erforderlich. Von der Stadt Heilbronn, vertreten durch Herrn Schwotzer, wurden wir mit Schreiben vom 15.11.2016 mit der Baugrunderkundung und Gründungsberatung für die Talbrücke Wächtelesäcker beauftragt.

Gegenstand der vorliegenden Geotechnischen Stellungnahme zur Ausführbarkeit als semi-integrales bzw. integrales Brückenbauwerk ist die Talbrücke Wächtelesäcker (BW 231) im Bereich von rund km 3+130 bis km 3+230.

2 Unterlagen

Folgende Unterlagen standen uns zur Verfügung:

- [1] Entwurfsplan Vorentwurf – Variante 1 Vorzugsvariante, Ingenieurgruppe Bauen, 21.03.2017
- [2] Vorplanung – Bericht zur Vorzugsvariante, Ingenieurgruppe Bauen, 30.03.2017
- [3] Angaben zum Bodengutachten BW 231, Ingenieurgruppe Bauen, 15.08.2017
- [4] Angaben zu Bergbau und Versatz sowie zu Ergebnissen der im Jahre 2016 durchgeführten Senkungsmessungen, Südwestdeutsche Salzwerte AG, 17.11.2017
- [5] Entwurfsplan BW 231 – Brücke Wächtelesäcker – Draufsicht, Ansicht, Regelquerschnitt, Emch+Berger GmbH, 13.12.2017
- [6] Entwurfsplan BW 231 – Brücke Wächtelesäcker – Längsschnitt; Ansichten Widerlager und Stütze, Emch+Berger GmbH, 13.12.2017
- [7] Streckengutachten zur Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach 16S520be01-eg vom 16.03.2017, Roth & Partner, Karlsruhe
- [8] Inhalte einer Besprechung am 21.02.2018 mit dem Tragwerksplaner Herrn Dr. A. Krill, Ingenieurgruppe Bauen, Karlsruhe
- [9] Schreiben des RP Stuttgart zur Untersuchung der Kampfmittelsituation, Az. 16-1115.8/HN-7275, vom 09.11.2016 mit angehängten Karten

3 Beschreibung der Baumaßnahme

Die geplante Baumaßnahme liegt nördlich von Heilbronn, ca. 1 km südlich der A6 und ca. 1,5 km nordwestlich des Ortszentrums von Neckargartach.

Vorgesehen ist die Ost-West-Überführung der in diesem Bereich dreispurig geplanten Nordumfahrung über den Wächtelesgraben. Hierzu soll eine im Grundriss mit einem Radius von 2.500 m gekrümmte Brückenkonstruktion errichtet werden, deren westliches Widerlager bei km 3+136,48 und deren östliches Widerlager bei km 3+226,48 liegt. Die Spannweite des Brückenbauwerks beträgt somit 90,00 m. Mit einer für diesen Bereich

planerisch vorgegebenen Gradienten von etwa 180,5 m+NN soll die Fahrbahn bis zu ca. 8 m über Gelände verlaufen.

Zum Zeitpunkt unserer Beauftragung war das Bauwerk als konventionelle Einfeldbrücke mit einer reduzierten Spannweite von 70 m geplant.

Zum gegenwärtigen Projektstand wird das Bauwerk als Stahlbeton-Mehrfeldbrücke mit zwei Widerlagern und vier Pfeilern beplant, wobei eine Ausführung bevorzugt in semi-integraler Bauweise bzw. alternativ in integraler Bauweise angestrebt werden soll [2, 3].

Zum höhengleichen Anschluss der Trassenführung an die Brückenwiderlager wird die Herstellung von Straßendämmen erforderlich. Hierzu ist im Westen ein Geländeauftrag auf einer Länge von rund 70 m mit einer Auftragshöhe von bis zu etwa 8 m und im Osten ein Geländeauftrag auf einer Länge von rund 60 m mit einer Auftragshöhe von bis zu etwa 6 m auszuführen.

Etwa in Bauwerksmitte überspannt die Brückenkonstruktion den von Südwest nach Nordost verlaufenden Wächtelesgraben, der insbesondere zu Regenzeiten Wasser führen kann. Der Bereich des Wächtelesgrabens ist als Wasserschutzgebiet ausgewiesen [2], was bei der weiteren Planung und Ausführung entsprechend zu berücksichtigen ist.

Darüber hinaus befindet sich das geplante Brückenbauwerk im Bereich eines Bergsenkungsgebiets als Folge des im Großraum Heilbronn intensiv betriebenen untertägigen Salzbergbaus. Demzufolge ist die Baumaßnahme nach DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN 1054:2010-12 in die Geotechnische Kategorie 3 (GK 3) einzustufen.

Nach [3] liegen die vertikalen Bemessungslasten des westlichen und östlichen Widerlagers im Bereich von rund 1,4 MN bis 7,6 MN und die vertikalen Bemessungslasten der Brückenpfeiler im Bereich von rund 1,8 MN bis 12,0 MN [8].

Gemäß den Inhalten der Besprechung am 21.02.2018 mit dem Tragwerksplaner sind bei Ausführung in semi-integraler bzw. integraler Bauweise die zulässigen Differenzsetzungen zwischen Widerlager- und Stützenfundament bzw. einzelnen Stützenfundamenten auf jeweils 1 cm bis 2 cm zu begrenzen. Des Weiteren wird in der Tragwerksplanung die Ausführung einer Flachgründung angestrebt, um Steifigkeitssprünge und daraus resultierende Setzungsunterschiede im Übergangsbereich zwischen den Rampenbauwerken und dem Brückenbauwerk möglichst zu minimieren.

Derzeit wird das Gelände landwirtschaftlich genutzt. Im Baufeld und dessen Umgebung befinden sich Hinweisschilder auf Einrichtungen der Strom-, Wasser- und Gasversorgung.

4 Durchgeführte Untersuchungen

Auftragsgemäßes Ziel der Erkundung war, für die ursprünglich konzeptionierte konventionelle Einfeldbrücke den Baugrundaufbau und die Grundwasserverhältnisse im Bereich der beiden Brückenwiderlager zu erkunden. Zusätzlich sollten der Baugrundaufbau und die Grundwasserverhältnisse für die bauzeitliche Gründung eines Hilfsgerüsts in Brückenmitte erkundet werden.

Hierzu wurden im Zeitraum vom 13.12.2016 bis 03.04.2017 in unserem Auftrag durch die Handke Brunnenbau GmbH, Dirmstein, folgende Erkundungen durchgeführt:

- 5 Kernbohrungen (M1 bis M5) mit einem Durchmesser von 146 mm und einer Tiefe von 10,0 m bis 29,0 m u. GOK, sowie
- 16 Standard Penetration Tests (SPT) nach DIN EN ISO 22476-3.

Die Lage der Kernbohrungen ist in Anlage 3.1 dargestellt.

Die mit den Kernbohrungen aufgeschlossenen Bodenschichten wurden von uns bodenmechanisch nach DIN 4022 und DIN EN ISO 14688-1 angesprochen und sind in Anlehnung an DIN 4023 in Säulenprofilen in Anlage 4 dargestellt. Von der Bohrfirma erstellte Schichtenverzeichnisse sowie Fotos der Bohrkerns befinden sich in unseren Unterlagen.

Aus jeder Schicht wurden Bodenproben entnommen. Sämtliche Bodenproben wurden organoleptisch untersucht und in unser Labor gebracht. An ausgewählten Proben wurden die folgenden bodenmechanischen Versuche durchgeführt:

- 3 Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18122, T1 (siehe Anlage 5.2), und
- 25 Bestimmungen des Wassergehalts nach DIN 18121.

Die Ergebnisse der Laborversuche sind in Anlage 5 dargestellt. Alle durchgeführten Untersuchungen werden in Abschnitt 5 erläutert und bewertet.

In [9] wurde eine Luftbildauswertung durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst durchgeführt. Demnach liegt für den Baubereich eine Freigabe hinsichtlich Kampfmittel vor.

5 Baugrund und Grundwasser

5.1 Baugrundbeschreibung

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse aus Feld und Labor wurde durch Interpolation zwischen den Aufschlusspunkten und unter Berücksichtigung der lokalen Geologie ein Baugrundmodell erarbeitet, nach welchem sich der Schichtenaufbau im Bereich der geplanten Baumaßnahme wie folgt darstellt:

- Die oberste Schicht ist ein Oberboden gemäß DIN 18320 (mit Ausnahme der im Baufeld verlaufenden Feldwege).

Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen besteht der Oberboden aus Ackerboden, einem tonigen Schluff mit organischen Beimengungen durch Wurzelreste und meistens geringen Sand- bzw. Kiesanteilen. Die Mächtigkeit des Ackerbodens beträgt etwa 30 cm bis 40 cm und entspricht damit etwa der Pflugtiefe.

Im Bereich von Wiesenflächen besteht der Oberboden im Wesentlichen aus der Grasnarbe, deren Mächtigkeit etwa 5 cm bis 15 cm beträgt.

Im Bereich der Feldwege besteht die oberste Schicht überwiegend aus Asphalt und einer Schottertragschicht.

- Darunter stehen im gesamten Baufeld zunächst die äolisch abgelagerten Schichten des Lösses an, die mit der Tiefe zum Verwitterungsprodukt des Lösses, dem Lösslehm, übergehen.

Der Löss ist ein toniger, teilweise stark toniger und sandiger, stark kalkhaltiger, hellbraun/ockerfarbener Schluff, wogegen der Lösslehm weniger kalkhaltig ist und oft eine rötlich/bräunliche Farbe aufweist.

Die Mächtigkeiten des Lösses/Lösslehms betragen etwa 5,0 m bis 6,5 m im Bereich des westlichen Widerlagers, etwa 6 m im Brückenmitte und nehmen auf etwa 2,0 m bis 3,5 m im Bereich des östlichen Widerlagers ab.

- Mit der Tiefe folgen wechselgelagerte Schichten aus eiszeitlichen Hochterrassenschottern des Neckars, welche durch von den Flanken der Böllinger Mulde umgelagerten Schwemmlahmschichten durchzogen sind. Die Schwemmlahmschichten sind wiederum mit unterschiedlichen (im Wesentlichen Feinkorn-) Anteilen der Hochterrassenschotter durchsetzt.

Die Hochterrassenschotter bestehen aus Kiesen oder Sanden mit kleinräumig stark schwankenden schluffigen, sandigen, kiesigen bzw. steinigen Anteilen. Einzelne Schichtmächtigkeiten der Hochterrassenschotter liegen in der Größenordnung von etwa 1,5 m bis 5,5 m.

Die Schwemmlahme bestehen überwiegend aus sandigen, kiesigen, steinigen Schluffen mit unterschiedlicher Ausprägung der Nebenanteile. Die Schichtmächtigkeiten der Schwemmlahme liegen in einem Bereich von etwa 1 m bis 5 m.

Die Mächtigkeiten des gesamten Schichtpakets aus Hochterrassenschotter/Schwemmlahm betragen etwa 12 m im Bereich des westlichen Widerlagers und etwa 19 m bis 22,5 m im Bereich des östlichen Widerlagers.

- Den tieferen Untergrund bilden mit dem Überhang zum Halbfest- bzw. Festgestein die Schichtenfolgen des Unterkeupers sowie des Muschelkalks.

Im Zuge der Erkundungsarbeiten wurde der untere Keuper in einer Tiefe von rund 18 m unter GOK beim westlichen Widerlager bzw. in einer Tiefe von rund 22,5 m bis 25 m unter GOK beim östlichen Widerlager angetroffen. Hierbei handelt es sich um relativ gleichmäßigen, homogenen Tonstein. Die Trennflächenabstände liegen in vertikaler Richtung im Zentimeter- bis Dezimeterbereich. Die Trennflächen selbst weisen keine Ablagerungen auf.

Nach Angaben der Südwestdeutschen Salzwerke AG [4] steht In einer Tiefe von rund 200 m unter GOK eine bis zu etwa 30 m mächtige Steinsalzbank an, welche in der Vergangenheit in der Grube Heilbronn bergbaulich ausgebeutet wurde. Im Bereich der Böllinger Höfe nimmt der bergbauliche Anteil etwa 90 % der Gesamtfläche ein. Der Bergbau wurde im Kammer-Pfeiler-System betrieben, wobei die Kammern durchschnittlich mit einer Höhe von 10 m, vereinzelt auch nur von 5 m, im Bereich der Nordumfahrung aber auch von 15 m bis 17 m aufgeföhren wurden. Typischerweise wurde Kammerbreiten von 15 m bei einer Breite des Festen von 15 m bis 17 m ausgeföhrt.

Ebenfalls nach Angaben der Südwestdeutschen Salzwerke AG [4] wurde der Bergbau im Bereich des geplanten Brückenbauwerks inzwischen eingestellt und bereits mit der Verdämmung der Hohlräume begonnen. Dabei wird in der unteren Hälfte der Kammerhöhe das Verdämmmaterial in der Regel von einer höheren Strecke aus hineingekippt, mit einem Lader verteilt und durch die Fahrbewegungen und das Eigengewicht des Laders verdichtet. In der oberen Hälfte der Kammerhöhe wird das Material firstbündig rückwärts eingebaut, wobei die Baggerschaufel wie ein Schiebeschild verwendet wird, um das Material bis an die Firste zu verfüllen. Darüber hinaus werden jedoch keine weiteren Verdichtungsmaßnahmen ausgeführt. Zum eingebauten Versatzmaterial liegen uns keine Informationen vor.

5.2 Vorläufige Klassifizierung und bodenmechanische Kenngrößen

Die einzelnen Bodenschichten können anhand der manuellen Ansprache im Feld, der durchgeführten Feld- und Laborversuche und aufgrund von Erfahrungen mit gleichartigen Böden vorläufig wie folgt klassifiziert und durch bodenmechanische Kenngrößen beschrieben werden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese vorläufige Klassifizierung bzw. Beschreibung durch bodenmechanische Kenngrößen lediglich für eine überschlägige Abschätzung der rechnerischen Setzungen im Sinne einer Vordimensionierung (Abschnitt 7) dient. Für die Erstellung des Geotechnischen Berichts werden weitere Untersuchungen erforderlich, die in Art und Umfang auf das letztendlich noch festzulegende statische Konzept der geplanten Brückenkonstruktion anzupassen sind. Hieraus können sich auch noch Änderungen gegenüber der hier vorgestellten vorläufigen Klassifizierung bzw. Festlegung der bodenmechanischen Parameter ergeben.

Der Löss/Lösslehm ist gemäß der manuellen Ansprache im Feld als leicht bis mittelplastischer Schluff bzw. Ton (UL, UM, TL, TM) zu bezeichnen und weist eine überwiegend steife, mitunter auch weich bis steife Konsistenz auf.

Im Labor wurde an einer Probe die Fließgrenze zu $w_L = 35\%$ und die Ausrollgrenze zu $w_P = 12\%$ bestimmt. Der natürliche Wassergehalt wurde an 9 Proben bestimmt und lag zwischen $w_n = 13\%$ und 22% , im Mittel bei 17% . Im Vergleich mit den Konsistenzgrenzen hatten somit 5 Proben steife und 4 Proben weiche Konsistenz, womit auch die manuelle Konsistenzansprache im Feld bestätigt wird.

Die Hochterrassenschotter sind nach der manuellen Ansprache im Feld in ihrer gesamten Bandbreite als weit-, intermittierend-, ungleichförmig bzw. enggestufte Kiese und Sande (GW, GI, GU, GE, SW, SI, SU, SU*) zu bezeichnen.

Der natürliche Wassergehalt wurde an 6 Proben bestimmt und lag zwischen $w_n = 3\%$ und 12% , im Mittel bei 8% .

Die in den Tiefenlagen der Hochterrassenschotter ausgeführten Standard Penetration Tests (SPT) lieferten Schlagzahlen pro 30 cm Eindringung von $N_{30} = 90$ bis 188, im Mittel von 154. Diese unverhältnismäßig hohen Werte liegen deutlich über eigenen Erfahrungswerten für vergleichbare Böden und übersteigen überwiegend die Gültigkeitsbereiche der DIN ISO 22476-3 bei Weitem, so dass von einer weiteren Interpretation dieser Versuchsdaten abgesehen wird.

Die Schwemmlehme sind nach der manuellen Ansprache im Feld als leichtplastischer Schluff bzw. leicht- und mittelpastischer Ton (UL, TL, TM) einzustufen und weisen eine überwiegend steife, mitunter auch weiche oder halbfeste Konsistenz auf.

Die im Labor bestimmte Fließgrenze lag bei $w_L = 36\%$, die Ausrollgrenze bei $w_P = 6\%$. Der natürliche Wassergehalt wurde an 10 Proben bestimmt und lag zwischen $w_n = 12\%$ und 24% , im Mittel bei 17% . Ein Vergleich mit den Konsistenzgrenzen ergab für 6 Proben weiche, für 2 Proben steife sowie für 2 Proben sehr weiche Konsistenz. Insgesamt wurden somit über die Laborbestimmung niedrigere Konsistenzen erhalten als nach der manuellen Konsistenzansprache im Feld, was erfahrungsgemäß auf Unschärfen in der Bestimmung der Ausrollgrenze der vergleichsweise kurzen und mit Grobanteilen vermengten Schluffe zurückgeführt werden kann.

Die Bohrlochrammsondierungen (BDP) lieferten auch in den Schwemmlehmen unverhältnismäßig hohe Schlagzahlen pro 30 cm Eindringung von $N_{30} = 106$ bis 211 , im Mittel von 148 , und wurden daher nicht weiter berücksichtigt (s. o.).

Am unteren Keuper wurden keine Laborversuche durchgeführt, da bislang nicht davon auszugehen war, dass die Einflusstiefe der Gründung bis in diese Schichten reicht.

Für die nachfolgende, lediglich überschlägige-Abschätzung der rechnerischen Setzungen im Sinne einer Voruntersuchung (Abschnitt 7) empfehlen wir, vorläufig folgende Baugrundmodelle und bodenmechanische Parameter am westlichen Widerlager, in Brückenmitte und am östlichen Widerlager zugrunde zu legen:

Tab. 1: Baugrundmodell und bodenmechanische Parameter am westl. Widerlager, steife Konsistenz der obersten bindigen Schicht

Schicht Nr.	Bezeichnung	UK Schicht [m+NN]	Feuchtwichte γ [kN/m ³]	Auftriebswichte γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
	(GOK)	171,10					
1	Schluffe, sandig	163,90	19	9	27,5	2,5	5
2	Kiessande, schluffig	158,10	20	10	35	0	60
3	Schluff, kiesig, steinig	153,10	20	10	30	0	60
4	Kalkstein, Tonstein	151,10	22	12	30	10	100

Tab. 2: Baugrundmodell und bodenmechanische Parameter am westl. Widerlager, halbfeste Konsistenz der obersten bindigen Schicht

Schicht Nr.	Bezeichnung	UK Schicht [m+NN]	Feuchtwichte γ [kN/m ³]	Auftriebswichte γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
	(GOK)	171,10					
1	Schluffe, sandig	163,90	19	9	27,5	2,5	10
2	Kiessande, schluffig	158,10	20	10	35	0	60
3	Schluff, kiesig, steinig	153,10	20	10	30	0	60
4	Kalkstein, Tonstein	151,10	22	12	30	10	100

Tab. 3: Baugrundmodell und bodenmechanische Parameter in Brückenmitte, steife Konsistenz der obersten bindigen Schicht

Schicht Nr.	Bezeichnung	UK Schicht [m+NN]	Feuchtwichte γ [kN/m ³]	Auftriebswichte γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
	(GOK)	171,85					
1	Schluffe, tonig	165,85	19	9	25	10	5
2	Kiessande	160,55	20	10	30	0	60
3	Schluff, kiesig	156,85	20	10	30	5	60
4	Kies	153,85	20	10	35	0	60
5	Schluff, kiesig, steinig	149,85	20	10	30	0	60
6	Kalkstein, Tonstein	147,35	22	12	30	10	100

Tab. 4: Baugrundmodell und bodenmechanische Parameter in Brückenmitte, halbfeste Konsistenz der obersten bindigen Schicht

Schicht Nr.	Bezeichnung	UK Schicht [m+NN]	Feuchtwichte γ [kN/m ³]	Auftriebswichte γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
	(GOK)	171,85					
1	Schluffe, tonig	165,85	20	10	27,5	15	10
2	Kiessande	160,55	20	10	30	0	60
3	Schluff, kiesig	156,85	20	10	30	5	60
4	Kies	153,85	20	10	35	0	60
5	Schluff, kiesig, steinig	149,85	20	10	30	0	60
6	Kalkstein, Tonstein	147,35	22	12	30	10	100

Tab. 5: Baugrundmodell und bodenmechanische Parameter am östl. Widerlager, steife Konsistenz der obersten bindigen Schicht

Schicht Nr.	Bezeichnung	UK Schicht [m+NN]	Feuchtwichte γ [kN/m ³]	Auftriebswichte γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
	(GOK)	172,50					
1	Schluffe, tonig	169,00	19	9	25	10	5
2	Kiessande	165,80	20	10	35	0	60
3	Schluff, kiesig	157,50	20	10	30	5	60
4	Kies	154,50	20	10	35	0	60
5	Schluff, kiesig, steinig	150,50	20	10	30	0	60
6	Kalkstein, Tonstein	148,00	22	12	30	10	100

Tab. 6: Baugrundmodell und bodenmechanische Parameter am östl. Widerlager, halbfeste Konsistenz der obersten bindigen Schicht

Schicht Nr.	Bezeichnung	UK Schicht [m+NN]	Feuchtwichte γ [kN/m ³]	Auftriebswichte γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
	(GOK)	172,50					
1	Schluffe, tonig	169,00	20	10	27,5	15	10
2	Kiessande	165,80	20	10	35	0	60
3	Schluff, kiesig	157,50	20	10	30	5	60
4	Kies	154,50	20	10	35	0	60
5	Schluff, kiesig, steinig	150,50	20	10	30	0	60
6	Kalkstein, Tonstein	148,00	22	12	30	10	100

5.3 Grundwasser

Während der Erkundungsarbeiten wurde in den Bohrungen M1 bis M5 kein Grundwasser angetroffen.

Da somit keine neuen Erkenntnisse zur Grundwassersituation im Bereich des Baufeldes vorliegen, besitzen die im Streckengutachten [7] enthaltenen Angaben zum Grundwasser weiterhin Gültigkeit. Demnach sind nach Aussage der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) und auf Grundlage der Tiefpegel T12 gemessenen Pegelraten für das Baufeld von folgendem mittleren Grundwasserstand (MGW), niedrigsten Grundwasserstand (NGW) und höchsten Grundwasserstand (HGW) auszugehen (Tabelle 7):

Tab. 7: Maßgebende Grundwasserstände in m+NN

Wasserstand	GW im Baufeld [m+NN]
HGW	151,95
HGW _{Bau}	151,50
MGW	151,26
NGW	150,48

Die Erkundungsergebnisse weisen jedoch durch stellenweise weichen Böden darauf hin, dass generell witterungs- und jahreszeitlich abhängig mit zeitweise aufstauendem Niederschlags- und Oberflächenwasser auf den bindigen Böden des Untergrunds zu rechnen ist. Lokal schwebende Schicht- oder Sickerwasserspiegel – insbesondere im Bereich sandiger bzw. kiesiger Schichten – können nicht ausgeschlossen werden.

Durch das Baufeld verläuft von Südwest nach Nordost der Wächtelesgraben, welcher zeitweise Oberflächenwasser führen kann.

Des Weiteren befinden im Südwesten des Baufeldes mehrere Regenrückhaltebecken, denen der Wächtelesgraben als Vorflut dient. Zu den während bzw. nach Niederschlagsereignissen aus den Regenrückhaltebecken anfallenden Wassermengen liegen

uns keine Angaben vor. Im Rahmen eines Ortstermins am 19.08.17 wurde der Grasbewuchs des Wächtelesgrabens im Bereich des Baufeldes in Augenschein genommen. Demnach scheint der Wächtelesgraben während bzw. nach Niederschlagsereignissen erhebliche Wassermengen zu führen, so dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass Wasser dann auch über die Grabenränder hinaus und über die nach Nordosten einfallende Geländeoberfläche zu Tal fließt.

6 Geländesenkungen als Bergbaufolge

Als Folge der bergbaulichen Ausbeutung der in etwa 200 m unter GOK anstehenden Steinsalzbank treten im Bereich der Böllinger Höfe großräumige Geländesenkungen auf, welche von den Südwestdeutschen Salzwerken AG durch Einmessung von Höhenpunkten geodätisch beobachtet werden. Ergebnisse der geodätischen Vermessung der Geländesenkungen wurden uns von den Südwestdeutschen Salzwerken AG für den Bereich der geplanten Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach zur Verfügung gestellt.

Demzufolge werden die Geländesenkungen an einem Netz von Höhenmesspunkten durchgeführt, die einen Abstand von etwa 200 m bis etwa 600 m aufweisen. Die zur Verfügung gestellten Messdaten wurden in den Jahren 1994 bis 2016 in einem Turnus von 4 Jahren erhoben, wobei nicht alle Messpunkte turnusmäßig erfasst und darüber hinaus offenbar auch Messpunkte zwischenzeitlich aufgegeben und durch neue Messpunkte ersetzt wurden.

Für die Talbrücke Wächtelesäcker, die am Rand des Bergbaugesbiets liegt, haben wir für die in diesem Bereich zur Verfügung stehenden Messpunkte die gemessenen Geländesenkungen zeitabhängig dargestellt und aus dieser Darstellung für jeden Messpunkt die mittlere Setzungsgeschwindigkeit errechnet.

In einem weiteren Schritt haben wir durch Interpolation zwischen den Messpunkten ein Setzungsgeschwindigkeitsfeld errechnet und als Isotachen (Linien gleicher Setzungsgeschwindigkeit) im Geländegrundriss dargestellt (Anlage 6).

Hierbei muss u. a. berücksichtigt werden, dass

- die zur Auswertung herangezogenen Messpunkte vergleichsweise weit entfernt (etwa 150 m bis zu etwa 1.500 m) von der beplanten Talbrücke Wächtelesäcker liegen,
- einige Messpunkte nicht während jeder turnusmäßigen Messung erfasst wurden,
- mit Blick auf die geplante Nutzungsdauer des Brückenbauwerks die Messungen erst seit einer vergleichsweise kurzen Beobachtungsdauer von knapp 20 Jahren durchgeführt werden,
- insbesondere bei der Messung kleiner Differenzbeträge die Messungen systematisch entsprechend fehlerbehaftet sind,
- die Interpolation des Setzungsgeschwindigkeitsfelds stark von der verwendeten Interpolationsmethode und den gewählten Interpolationsparametern abhängt,

- lokal stärker ausgeprägte Geländesenkungen durch die rechnerische Interpolation selbstverständlich nicht abgebildet werden können, und
- aus den in den vergangenen knapp 20 Jahren gemessenen Daten eine Prognose des zukünftigen Setzungsverlaufs abgeleitet werden muss,

so dass eine Interpretation der Ergebnisse nur sehr eingeschränkt möglich und mit großen Unschärfen behaftet ist.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Einschränkungen kann festgehalten werden, dass über den bisherigen Messzeitraum

- die an den jeweiligen Messpunkten beobachteten zeitabhängigen Setzungen offenbar die Bestimmung einer näherungsweise konstanten mittleren Setzungsgeschwindigkeit zulassen,
- die mittlere Setzungsgeschwindigkeit zwischen 0 mm/a an den Punkten 618, 633 und 790 (Bereich außerhalb des Bergbaugebiets) und etwa 5 mm/a am Punkt 797 liegt, und
- mit der gewählten Interpolationsmethode und den gewählten Interpolationsparametern die Isotachen im Bereich der projektierten Talbrücke Wächtelesäcker vergleichsweise dicht verlaufen, d. h. die Unterschiede in der Setzungsgeschwindigkeit dort vergleichsweise groß sind, und am westlichen Widerlager etwa 2,5 mm/a, am Mittelpfeiler etwa 2 mm/a und am östlichen Widerlager etwa 1,5 mm/a betragen.

Die tatsächlich vorhandenen Verhältnisse in der unmittelbaren Umgebung der Talbrücke Wächtelesäcker können sich allerdings noch wesentlich ungünstiger darstellen.

7 Überschlägige Abschätzung der rechnerischen Bauwerkssetzungen im Sinne einer Voruntersuchung

Zur überschlägigen Abschätzung der rechnerischen Bauwerkssetzungen am westlichen Widerlager, am Mittelpfeiler und am östlichen Widerlager wurden die vom Tragwerksplaner mitgeteilten Einwirkungen sowie die aus einer ersten Vorbemessung hervorgegangenen Fundamentabmessungen der Flachgründungen [1-3, 5-6], die in Abschnitt 5 beschriebenen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse (insbesondere die in den Tabellen 1 bis 6 enthaltene Spanne der Baugrundparameter) sowie die in Abschnitt 6 beschriebenen Bergbaufolgen zugrunde gelegt.

Die Setzungsbeträge setzen sich aus den folgenden Setzungsanteilen zusammen:

- Setzungen infolge Eigengewicht,
- Setzungen infolge benachbarter Dammschüttungen am westlichen und östlichen Widerlager, sowie
- Setzungen durch Geländesenkungen als Bergbaufolge

Die Setzungsanteile infolge Eigengewicht und Dammschüttungen wurden anhand von analytischen und mit dem Programmpaket GGU-FOOTING durchgeführten Setzungsrechnungen erhalten, wobei die zeitliche Entwicklung der Setzungen in erster Näherung außer Acht gelassen wurde (kein Konsolidationsverzögerung). Die Setzungen aus Bergbaufolge wurden aus den mittleren Setzungsgeschwindigkeiten gemäß Abschnitt 6 und einer Hochrechnung für eine 50- bzw. 100-jährige Nutzungsdauer des Bauwerks erhalten.

Die Ergebnisse der überschlägigen Abschätzung der rechnerischen Setzungen sind in Tabelle 8 aufgeführt:

Tab. 8: Überschlägige Abschätzung der rechnerischen Setzungen unter Annahme einer Flachgründung

Setzungen	westliches Widerlager	Mittelpfeiler	östliches Widerlager
infolge Eigengewicht	8 cm bis 14 cm	22 cm bis 42 cm	6 cm bis 10 cm
infolge Dammschüttung	11 cm bis 22 cm	./.	8 cm bis 13 cm
als Bergbaufolge	2,5 mm/a	2 mm/a	1,5 mm/a
Summe nach „0“ Jahren	19 cm bis 36 cm	22 cm bis 42 cm	14 cm bis 23 cm
Summe nach 50 Jahren	32 cm bis 49 cm	32 cm bis 52 cm	22 cm bis 31 cm
Summe nach 100 Jahren	44 cm bis 61 cm	42 cm bis 62 cm	29 cm bis 38 cm

Hieraus wird ersichtlich, dass bereits durch das Aufbringen des Eigengewichts erhebliche Setzungsbeträge von grob 10 cm bis 40 cm erhalten werden, die weit über das im Ingenieurbau übliche Maß von 1 cm bis 2 cm hinausgehen. Die größten Differenzsetzungen, maßgeblich für die Integrität des Bauwerks, treten zwischen dem westlichen Widerlager und dem Mittelpfeiler auf und liegen dort in einem Bereich von grob 15 cm bis 30 cm.

Zusätzlich treten am westlichen bzw. östlichen Widerlager weitere Setzungen auf, die sich als Folge der erforderlichen Dammschüttungen für die Herstellung der Rampen ergeben und auf grob etwa 10 cm bis 20 cm prognostiziert werden.

Aus Eigengewicht und Dammschüttung sind somit Setzungen von grob 20 cm bis 35 cm am westlichen Widerlager, grob 20 cm bis 40 cm am Mittelpfeiler und grob 15 cm bis 25 cm am östlichen Widerlager zu erwarten.

Die Setzungsbeträge aus Eigengewicht könnten durch entsprechende Maßnahmen wie z. B. einen tiefreichenden Bodenaustausch, eine tiefreichende Bodenverbesserung oder eine Tiefgründung minimiert werden.

Die Setzungsbeträge aus den Dammschüttungen könnten ebenfalls durch entsprechende Maßnahmen wie z. B. einen tiefreichenden Bodenaustausch bzw. eine tiefreichende Bodenverbesserung minimiert oder durch eine frühzeitige Dammherstellung und entsprechende Wartezeit zur Konsolidierung des Untergrunds weitgehend vorweggenommen werden.

Inwieweit dadurch die vom Tragwerksplaner geforderten maximalen Differenzsetzungen zwischen einzelnen Fundamenten von 1 cm bis 2 cm – auch in deren zeitlicher Entwicklung – eingehalten werden können, müssten detailliertere Untersuchungen zeigen.

Ganz erheblich und aus bautechnischer Sicht kaum kontrollierbar wird der Anteil der Geländesetzungen aus Bergbaufolge eingestuft. Unter den in Abschnitt 6 dargelegten Einschränkungen der Prognostizierbarkeit liegen allein diese Differenzsetzungen zwischen Widerlager und Mittelpfeiler in einem Bereich von etwa 0,5 mm/a, wodurch die vom Tragwerksplaner geforderten maximalen Setzungsdifferenzen von 1 cm bis 2 cm bereits nach einer Nutzungsdauer des Bauwerks von 20 Jahren bis 40 Jahren erreicht wären. Mit Blick auf die geringe Prognoseschärfe können diese maximalen Setzungsdifferenzen auch bereits nach einer wesentlich kürzeren Nutzungsdauer erreicht werden. Des Weiteren würde diese Betrachtung voraussetzen, dass keine Setzungen infolge Eigengewicht und Dammschüttungen auftreten, was praktisch nicht realisierbar ist.

Aufgrund der Lage der Talbrücke Wächtelesäcker in einem Bergbaufolgegebiet, den prognostizierten Differenzsetzungen aus Bergbaufolge, deren geringer Prognosegenauigkeit und -verlässlichkeit sowie den sowieso schon schwierigen Baugrundverhältnissen und den daraus insbesondere bei Ausführung einer Flachgründung auftretenden zusätzlichen Differenzsetzungen bestehen von unserer Seite erhebliche Bedenken gegen die Ausführung der Talbrücke Wächtelesäcker als semi-integrales oder integrales Bauwerk.

Für weiterführende Beratungen, auch zur alternativen Ausführung eines konventionellen Brückenbauwerks, stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung.

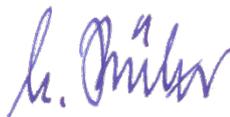
INGENIEURBÜRO ROTH
& PARTNER GMBH



ppa. Dipl.-Ing. (FH) Peter Cuntz
Beratender Ingenieur

Projektbearbeitung:

i. A. Dipl.-Ing. Elisabeth Grohme



i. A. Dr.-Ing. Michael Külzer

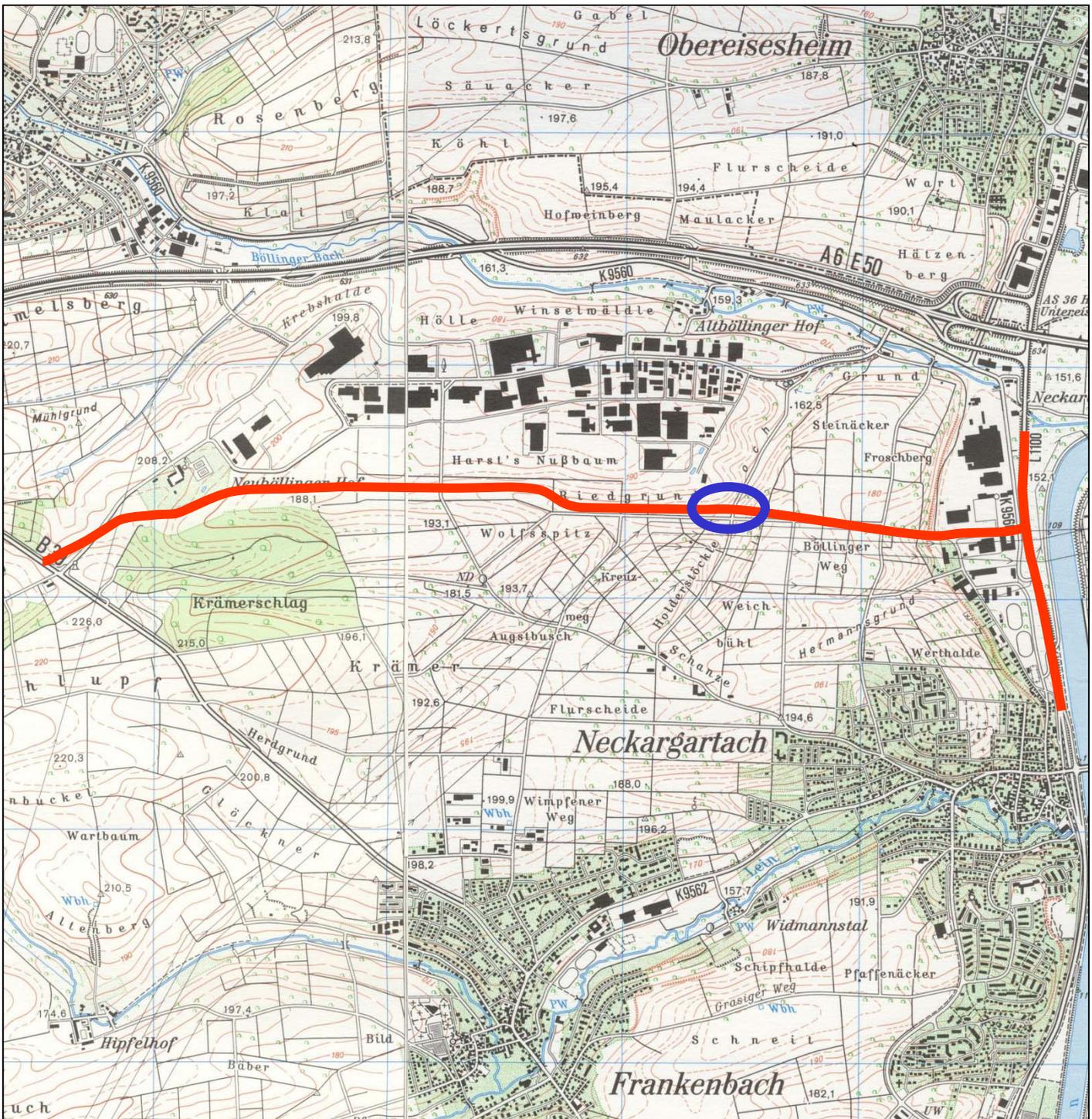
**Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach
BW 231 Talbrücke Wächtelesäcker
Baugrunderkundung und Gründungsberatung
Teil 1
Geotechnische Stellungnahme zur Ausführbarkeit als
semi-integrales bzw. integrales Brückenbauwerk**

INGENIEURBÜRO
ROTH & PARTNER



Anlage 1

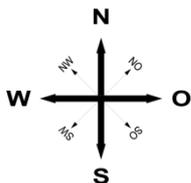
Auszug aus der topographischen Karte



Plangrundlage : Topografische Karte Blatt-Nr. 6820/6821

Legende:

-  Untersuchungsbereich Streckengutachten
-  BW 231 Brücke Wächtelesäcker



Projekt : Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach BW 231 Talbrücke Wächtelesäcker (km 3+130 - km 3+230) Baugrunderkundung und Gründungsberatung – Teil 1		
Planinhalt: Auszug aus der Topografischen Karte	Maßstab : 1:25.000	Anlage-Nr.: 1

Auftraggeber:



Stadt Heilbronn
Amt für Straßenwesen

INGENIEURBÜRO
ROTH & PARTNER



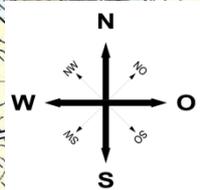
Karlsruhe, Juni 2018

Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH
 Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe
 Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99
 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com

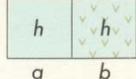
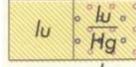


Anlage 2

Auszug aus der geologischen Karte



Legende:

-  **Untersuchungsbereich Streckengutachten**
-  **BW 231 Brücke Wächtelesäcker**
-  **Künstliche Auffüllung**
-  **Ablagerungen in den Talauen**
-  **LÖB, LÖblehm**
-  **Schwemmlöß**
-  **Gipskeuper**

Plangrundlage : Geologische Karte Blatt-Nr. 6820/6821

Projekt : Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach BW 231 Talbrücke Wächtelesäcker (km 3+130 - km 3+230) Baugrunderkundung und Gründungsberatung – Teil 1		
Planinhalt: Auszug aus der geologischen Karte	Maßstab : 1:25.000	Anlage-Nr.: 2
Auftraggeber:  Stadt Heilbronn Amt für Straßenwesen		
INGENIEURBÜRO ROTH & PARTNER  Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com		Karlsruhe, Juni 2018



Anlage 3

Pläne mit Eintrag der Erkundungsergebnisse

- 3.1 Lageplan mit Eintrag der Erkundungspunkte**
- 3.2 Längsschnitt mit Eintrag der Erkundungsprofile**

km = 2+6914.7
 hTS = 176.44 m
 H = 10000 m
 T = 9750 m
 f = 0.48 m

-1.15 %
 122.62 m

+0.80 %
 861.95 m

km = 3+5534.2
 hTS = 183.34 m
 H = 5000 m
 T = 169.992 m
 f = -2.89 m

+6.80 %
 861.95 m

-6.00 %
 473.91 m

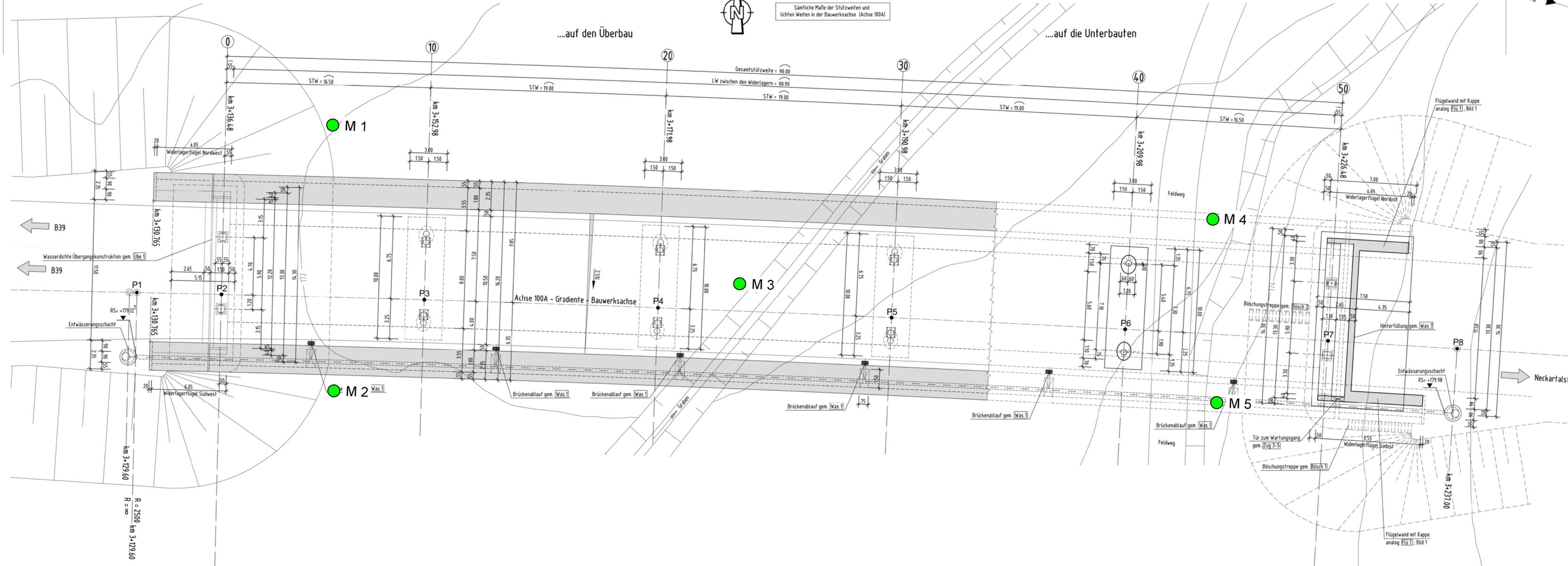


Draufsicht M. 1:100

Sämtliche Maße der Stützweiten und lichten Weiten in der Bauwerksachse (Achse 100A)

...auf den Überbau

...auf die Unterbauten



LEGENDE

● Kernbohrung

Plangrundlage: Draufsicht Bauwerksplan, 13.12.17, Emch+Berger GmbH

Projekt Nordumfahrung
 Frankenbach/Neckgartach
 BW 231 Talbrücke Wächtelesäcker
 (km 3+130 - km 3+230)

Baugrunderkundung und Gründungsberatung - Teil 1

Planinhalt	Maßstab	Anlage-Nr.
Lageplan mit Eintrag der Erkundungspunkte	1:200	3.1

Auftraggeber

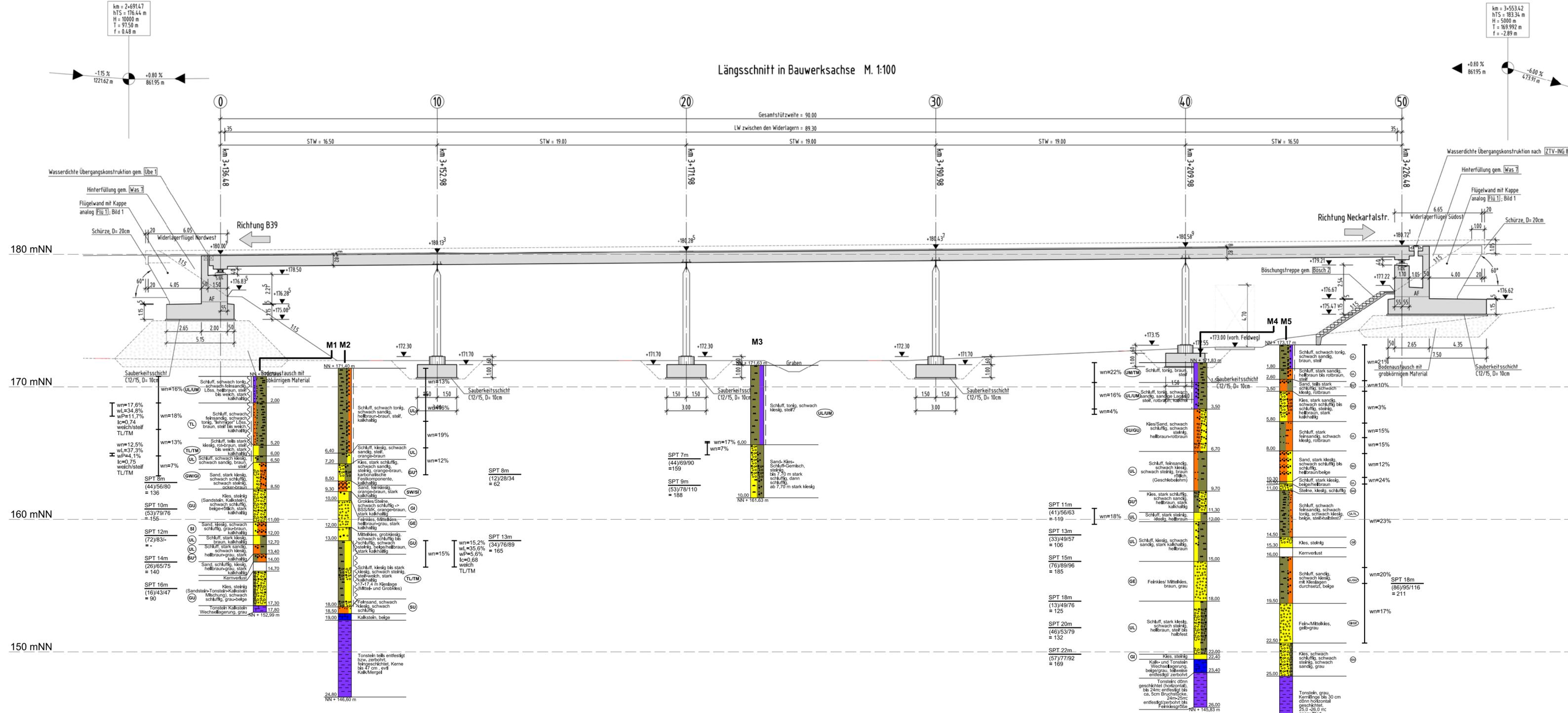
Stadt Heilbronn
 Amt für Straßenwesen

INGENIEURBÜRO
 ROTH & PARTNER

Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH
 Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe
 Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99
 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com

Karlsruhe, Juni 2018

Längsschnitt in Bauwerksachse M. 1:100



Profile projiziert!

Plangrundlage: Draufsicht Bauwerksplan, 13.12.17, Emch+Berger GmbH

Projekt Nordumfahrung
 Frankenbach/Neckargartach
 BW 231 Talbrücke Wächtelesäcker
 (km 3+130 - km 3+230)
 Baugrunderkundung und Gründungsberatung - Teil 1

Planinhalt	Maßstab	Anlage-Nr.
Längsschnitt mit Eintrag der Erkundungsprofile	1:200	3.2

Auftraggeber

 Stadt Heilbronn
 Amt für Straßenwesen

INGENIEURBÜRO
 ROTH & PARTNER

 Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH
 Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe
 Telefon 0721 98453-0 · Telefax -99
 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com

Karlsruhe, Juni 2018



Anlage 4

Zeichnerische Darstellung der Profile der Kernbohrungen

- 4.1 Kernbohrung M1**
- 4.2 Kernbohrung M2**
- 4.3 Kernbohrung M3**
- 4.4 Kernbohrung M4**
- 4.5 Kernbohrung M5**

Legende und Zeichenerklärung

Boden- und Felsarten

	Kalkstein, Kst		Steine, X, steinig, x
	Grobkies, gG, grobkiesig, gg		Mittelkies, mG, mittelkiesig, mg
	Feinkies, fG, feinkiesig, fg		Kies, G, kiesig, g
	Feinsand, fS, feinsandig, fs		Sand, S, sandig, s
	Tonstein, Tst		Schluff, U, schluffig, u
	Ton, T, tonig, t		

Korngrößenbereich

f	- fein
m	- mittel
g	- grob

Nebenanteile

'	- schwach (<15%)
-	- stark (30-40%)

Bodengruppe nach DIN 18196

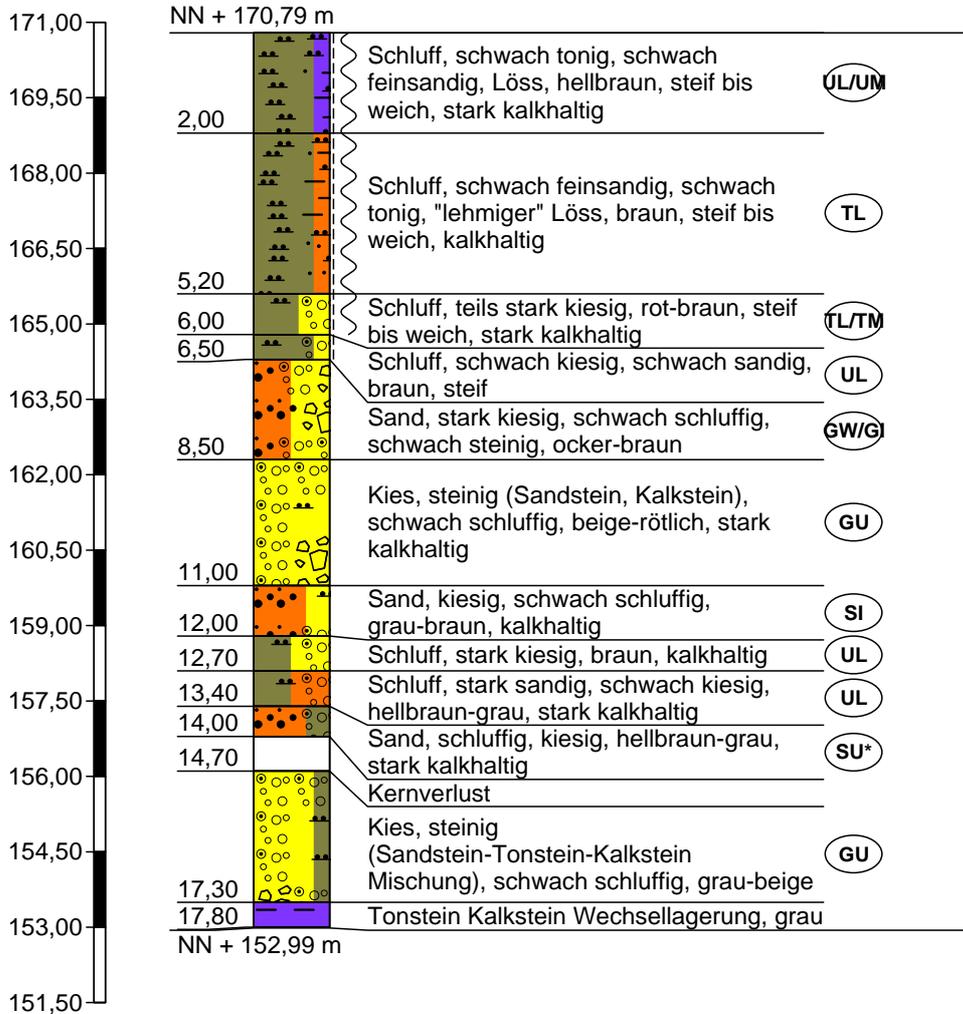
GE enggestufte Kiese	GW weitgestufte Kiese
GI Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische	SE enggestufte Sande
SW weitgestufte Sand-Kies-Gemische	SI Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische
GU Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	GU* Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
GT Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	GT* Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
SU Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	SU* Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
ST Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm	ST* Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm
UL leicht plastische Schluffe	UM mittelplastische Schluffe
UA ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff	TL leicht plastische Tone
TM mittelplastische Tone	TA ausgeprägt plastische Tone
OU Schluffe mit organischen Beimengungen	OT Tone mit organischen Beimengungen
OH grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art	OK grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen
HN nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)	HZ zersetzte Torfe
F Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel)	[] Auffüllung aus natürlichen Böden
A Auffüllung aus Fremdstoffen	

Konsistenz

	breiig		weich		steif		halbfest		fest
---	--------	---	-------	---	-------	---	----------	---	------

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

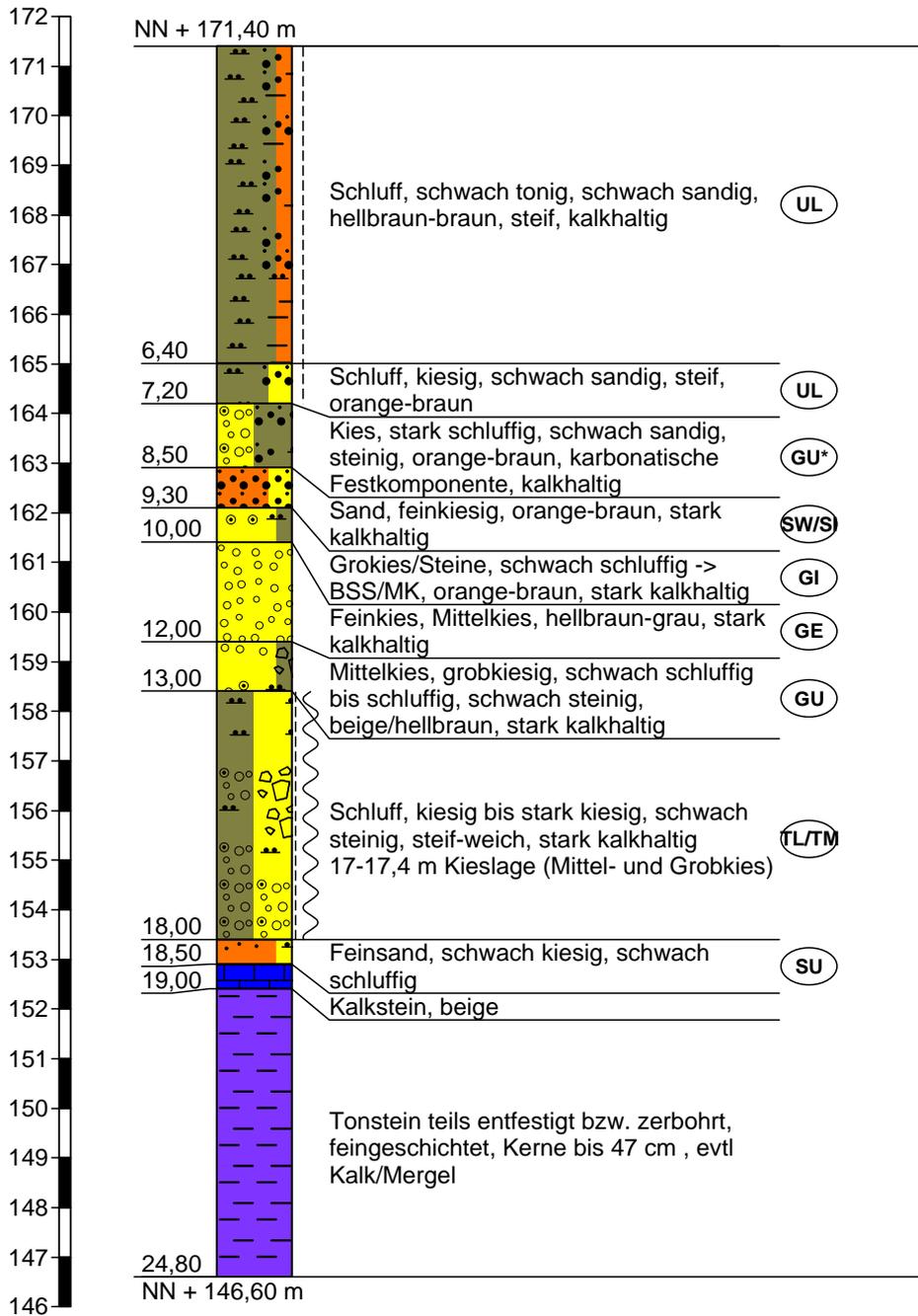
M1



Höhenmaßstab 1:150

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

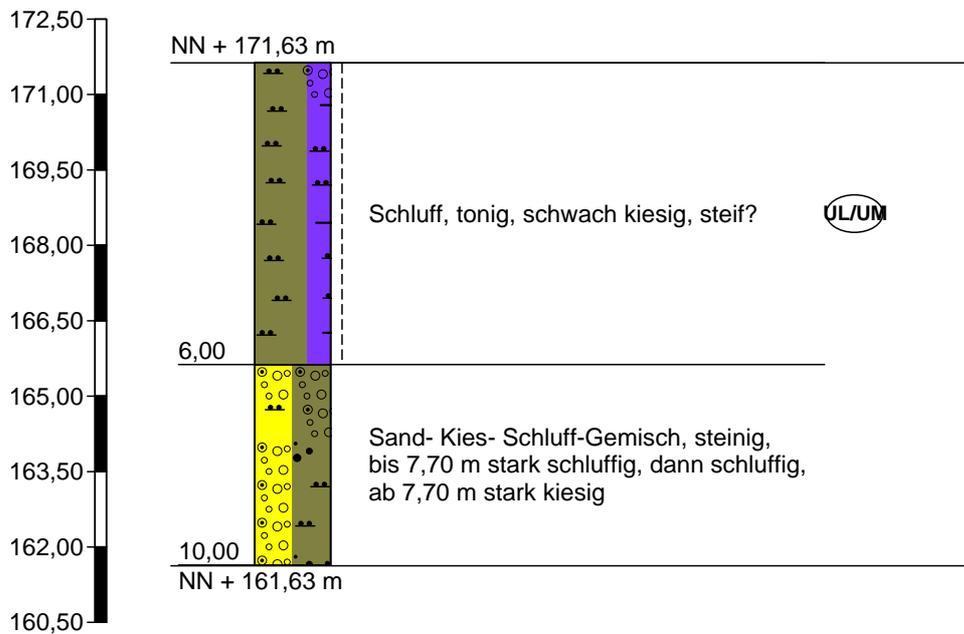
M2



Höhenmaßstab 1:150

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

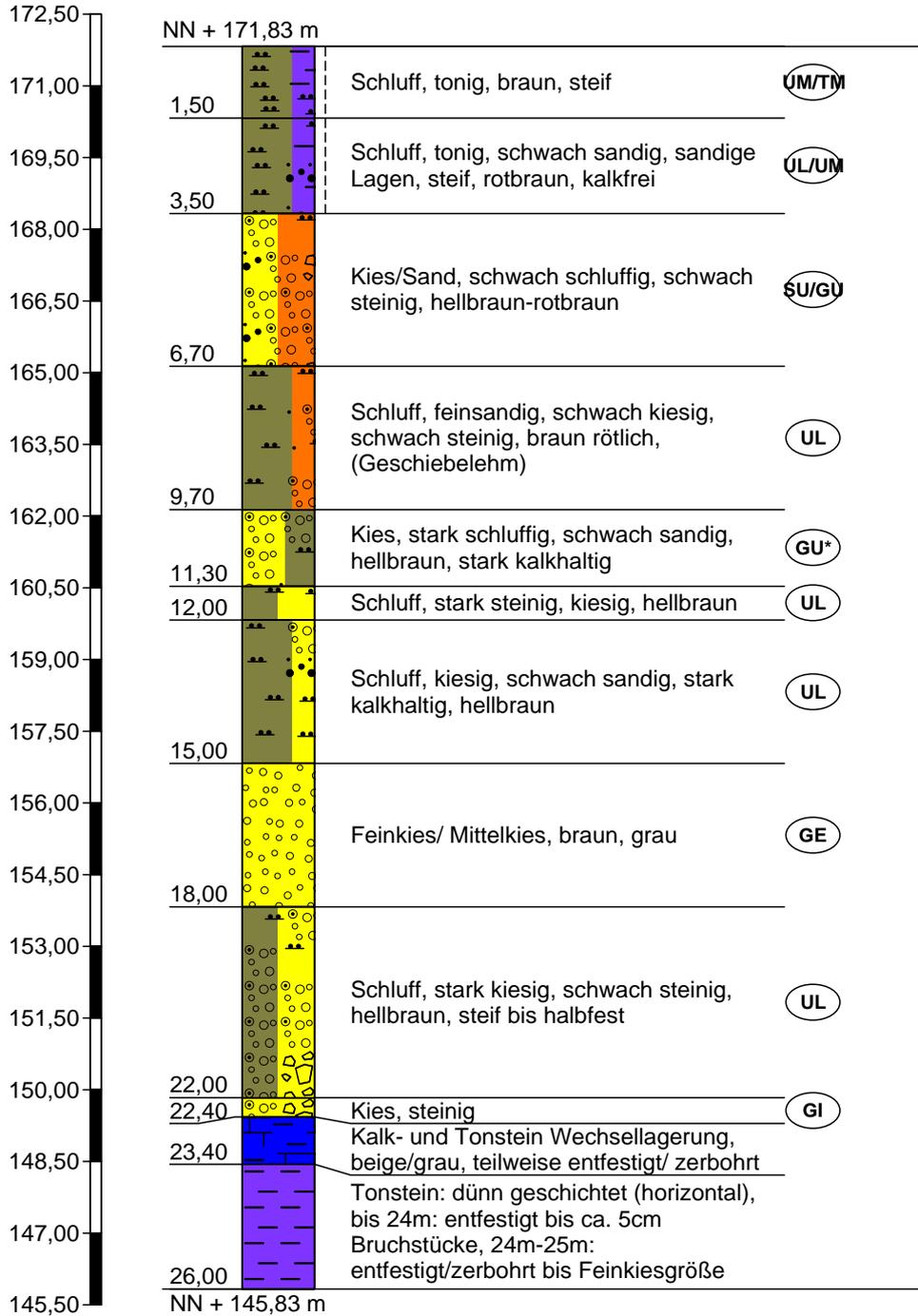
M3



Höhenmaßstab 1:150

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

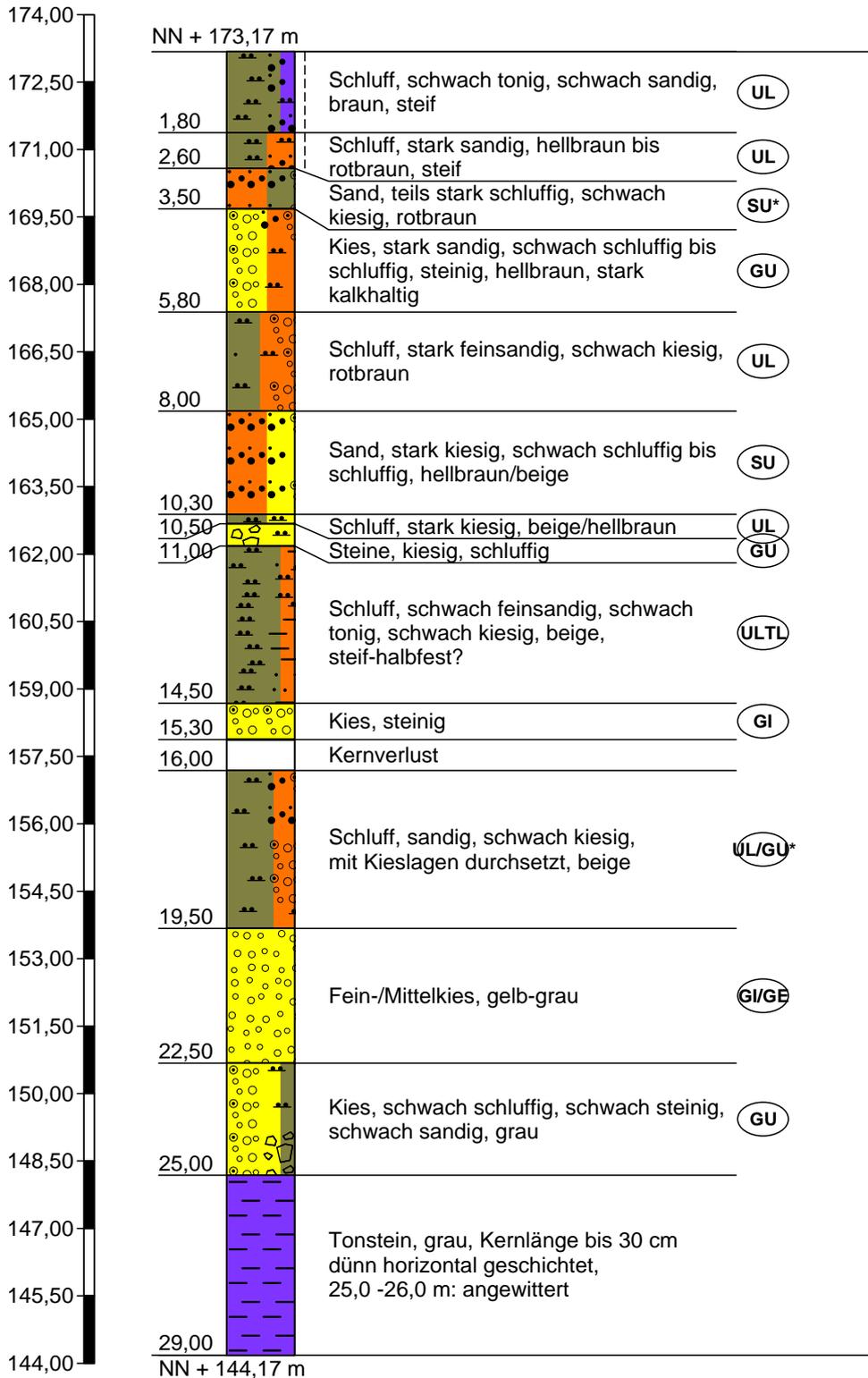
M4



Höhenmaßstab 1:150

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen

M5



Höhenmaßstab 1:150



Anlage 5

Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

- 5.1 Zustandsgrenzen nach DIN 18122-1**
- 5.2 Wassergehalte nach DIN 18121**

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Nordumfahrung Frankenbach-Neckargartach

Bearbeiter: Frau Merz

Datum: 20.04.2017

Projektnummer: 16S520

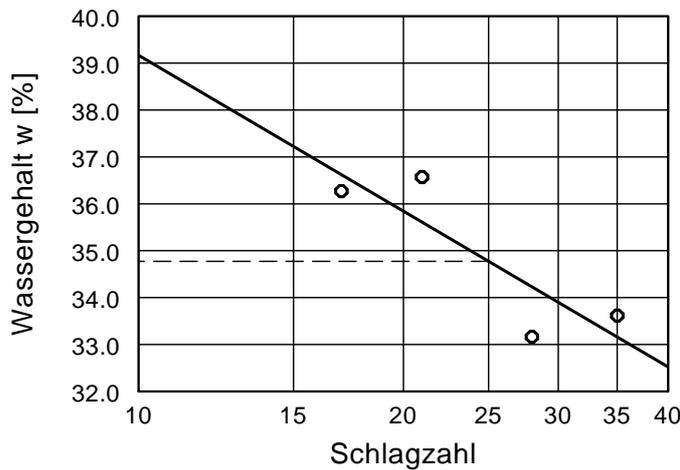
Entnahmestelle: M 1

Tiefe: 2,0 - 3,0 m

Art der Entnahme:

Arbeitsweise: gestört

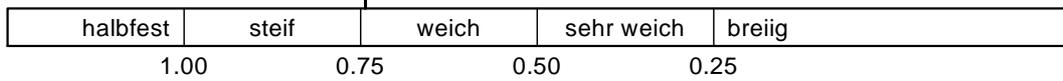
Probe entnommen am:



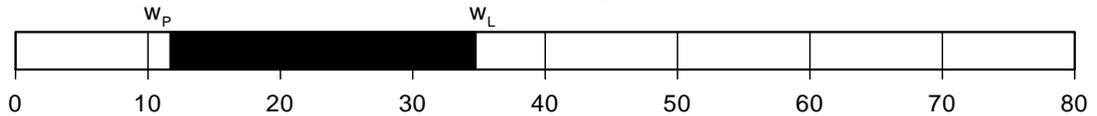
Wassergehalt $w = 17.6 \%$
 Fließgrenze $w_L = 34.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 11.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 23.1 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.74$

Zustandsform

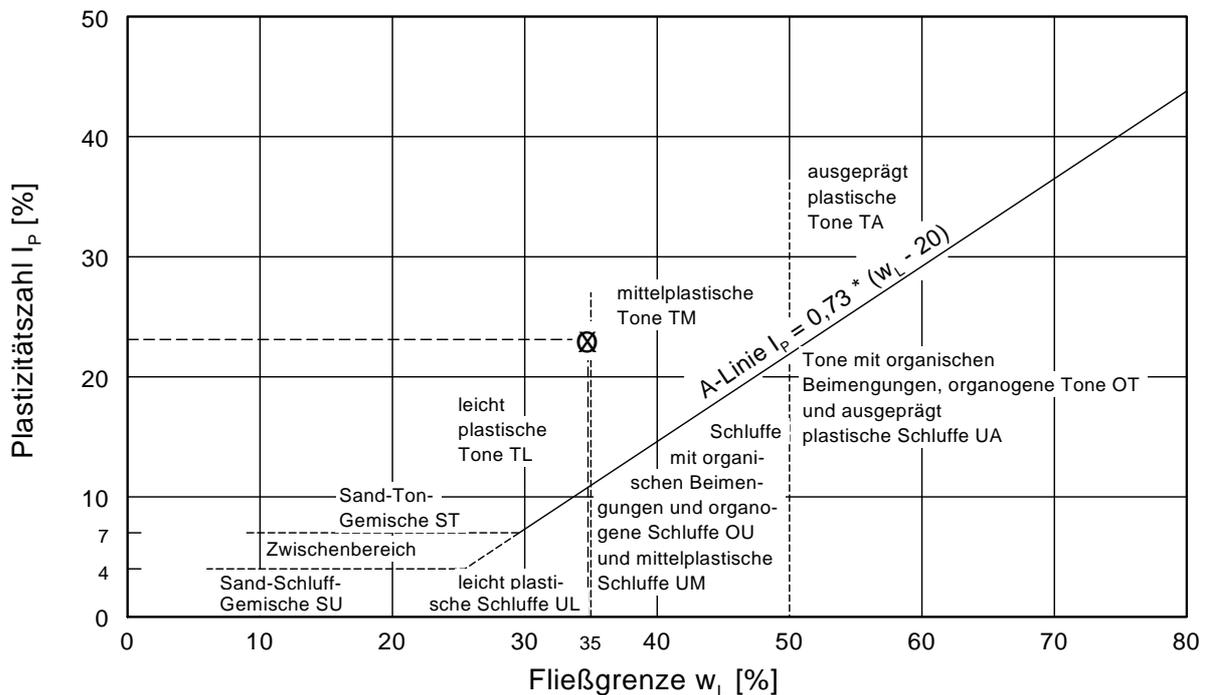
$I_C = 0.74$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Nordumfahrung Frankenbach-Neckargartach

Bearbeiter: Frau Merz

Datum: 20.04.2017

Projektnummer: 16S520

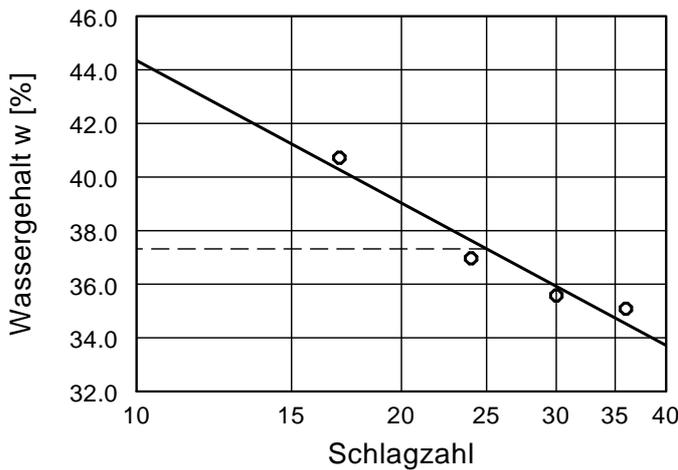
Entnahmestelle: M 1

Tiefe: 5,8 - 6,0 m

Art der Entnahme:

Arbeitsweise: gestört

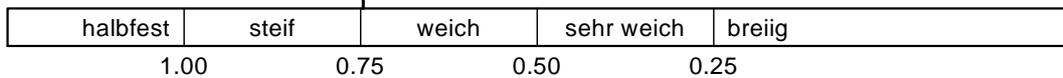
Probe entnommen am:



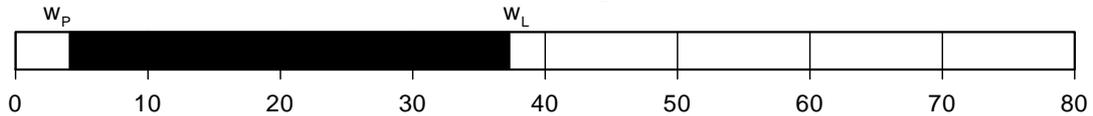
Wassergehalt $w = 12.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 37.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 4.1 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 33.2 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.75$

Zustandsform

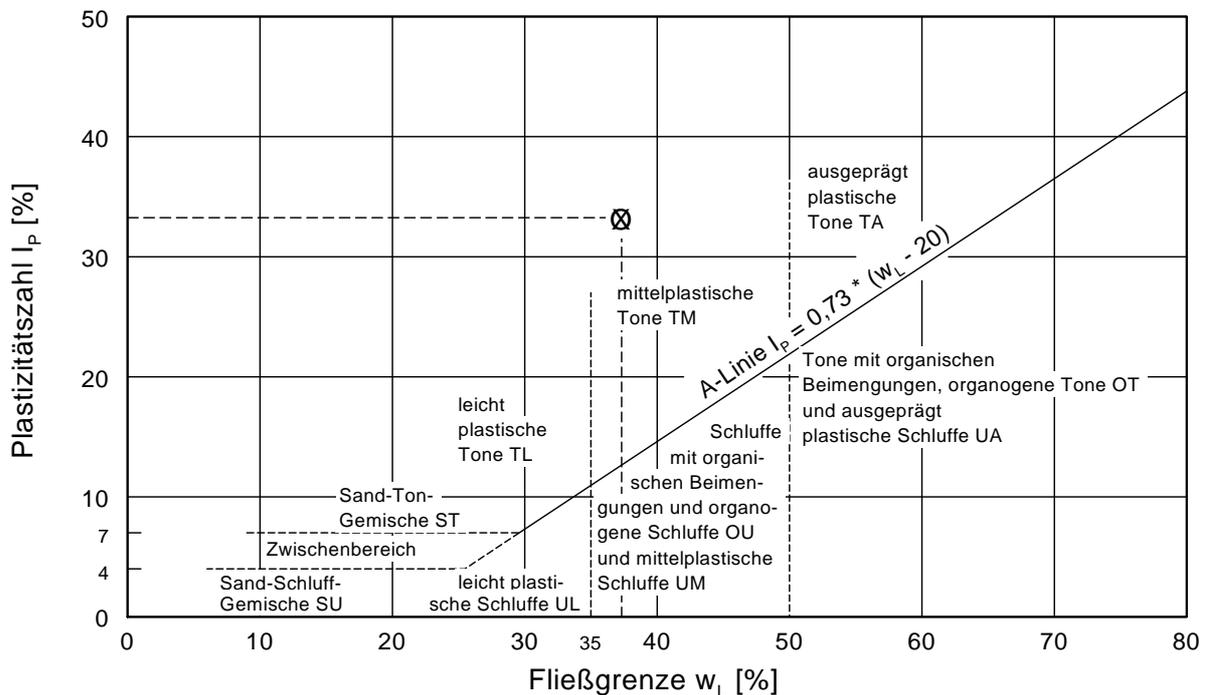
$I_C = 0.75$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

Nordumfahrung Frankenbach-Neckargartach

Bearbeiter: Frau Merz

Datum: 20.04.2017

Projektnummer: 16S520

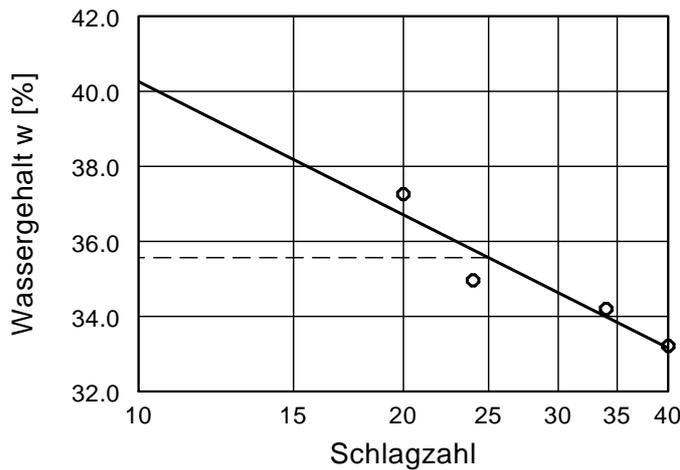
Entnahmestelle: M 2

Tiefe: 13,0 - 15,0 m

Art der Entnahme:

Arbeitsweise: gestört

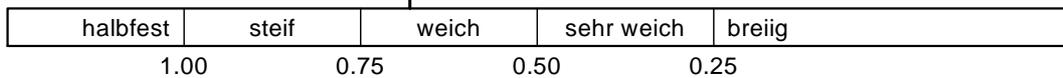
Probe entnommen am:



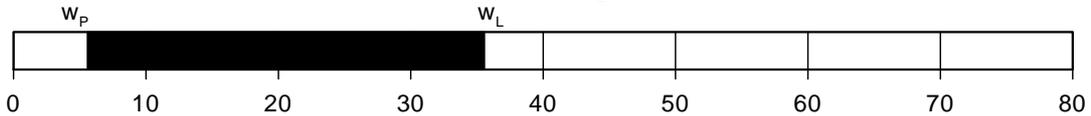
Wassergehalt $w = 15.2 \%$
 Fließgrenze $w_L = 35.6 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 5.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 30.0$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.68$

Zustandsform

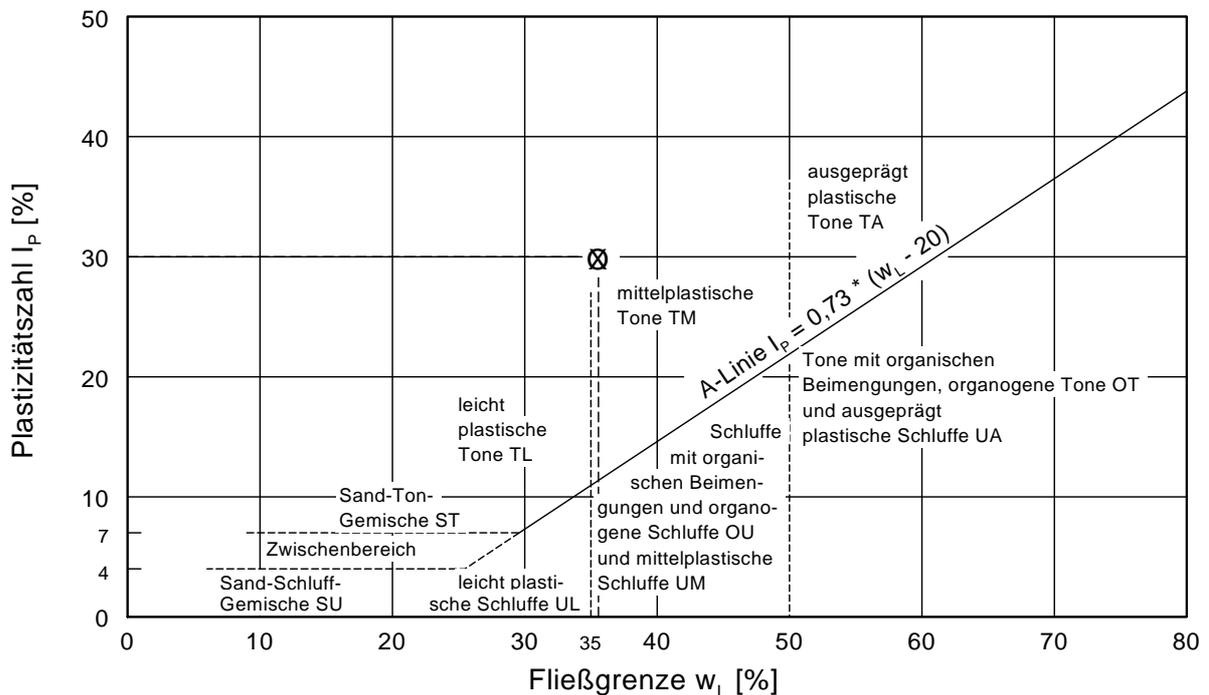
$I_C = 0.68$



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



WASSERGEHALT nach DIN 18121
mittels Ofentrocknung

Projekt:	Nordumfahrung Frankenbach-Neckargartach M1 - M4
Auftraggeber:	Stadt Heilbronn-Amt für Straßenwesen

Probe-Nr.	Bodengruppe DIN 18196	Wasser m [g]	Trockengewicht m _d [g]	Wassergehalt w [%]
M 1 0,00 - 2,00		78,6	498,0	15,8
M 1 2,00 - 4,00		53,6	304,8	17,6
M 1 4,00 - 6,00		52,4	417,6	12,5
M 1 6,00 - 7,50		23,4	358,8	6,5
M 2 0,00 - 2,00		38,6	287,0	13,4
M 2 2,00 - 4,00		54,6	332,0	16,4
M 2 4,00 - 6,00		61,2	319,8	19,1
M 2 6,00 - 8,00		35,6	300,4	11,9
M 2 13,00 - 15,00		33,6	221,6	15,2
M 3 5,70 - 5,80		48,8	296,0	16,5
M 3 5,80 - 6,70		16,8	258,2	6,5
M 4 0,00 - 1,50		49,6	229,6	21,6
M 4 1,50 - 3,50		39,2	248,6	15,8
M 4 3,50 - 3,90		7,2	242,6	3,0
M 4 11,00 - 12,20		36,0	203,2	17,7

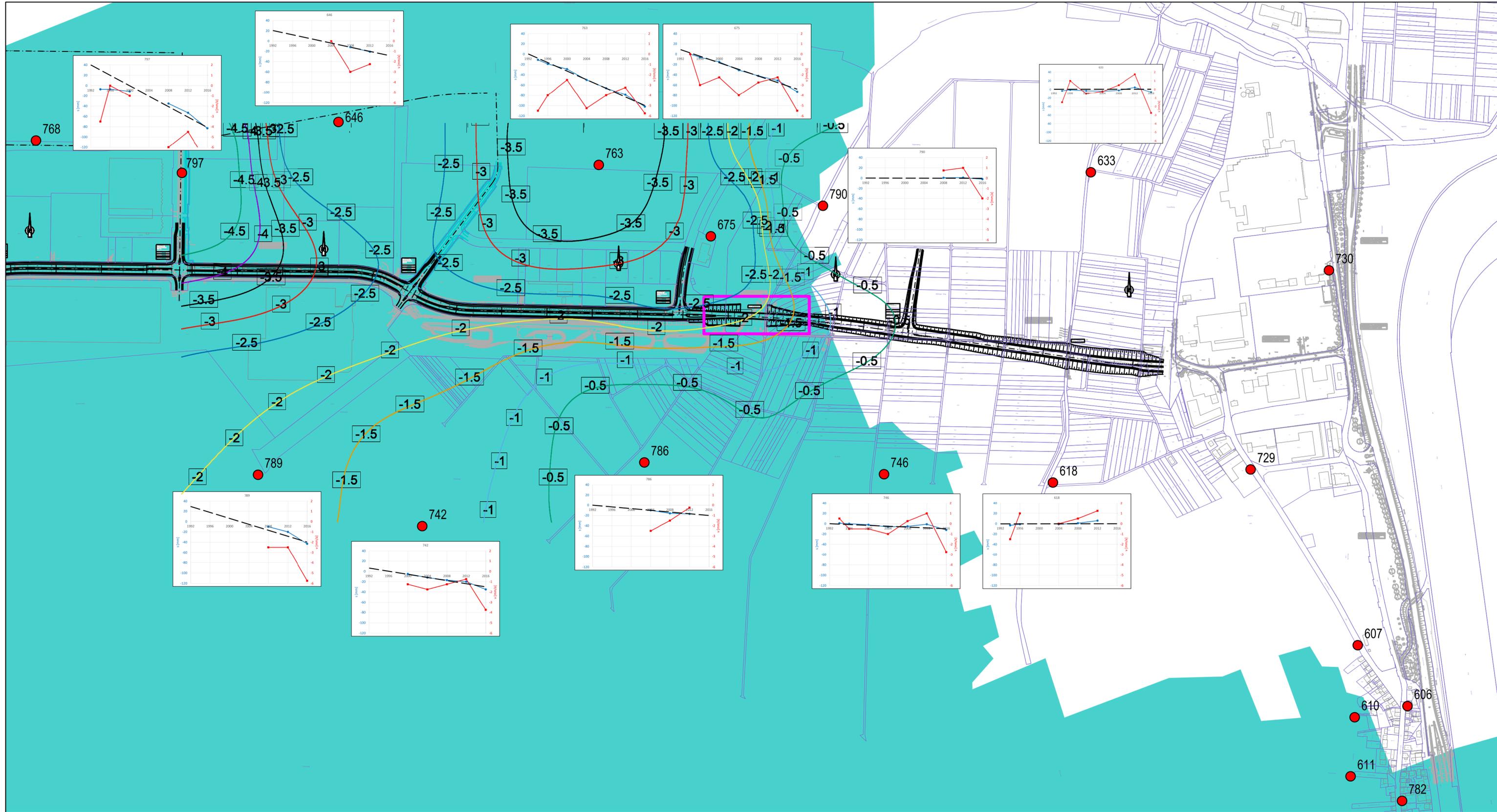
Projekt:	Nordumfahrung Frankenbach-Neckargartach M5
Auftraggeber:	Stadt Heilbronn-Amt für Straßenwesen

Probe-Nr.		Bodengruppe DIN 18196	Wasser m [g]	Trockengewicht m _d [g]	Wassergehalt w [%]
M5	0,0 - 2,7 m u. derzeitige GOK		24,7	118,7	20,8
M5	2,7 - 3,5 m u. derzeitige GOK		13,0	136,4	9,5
M5	3,5 - 5,9 m u. derzeitige GOK		14,6	497,6	2,9
M5	5,9 - 7,0 m u. derzeitige GOK		24,8	169,0	14,6
M5	7,0 - 8,2 m u. derzeitige GOK		23,1	153,7	15,0
M5	8,2 - 10,0 m u. derzeitige GOK		39,4	331,7	11,9
M5	10,0 - 10,5 m u. derzeitige GOK		38,2	160,1	23,8
M5	10,5 - 16,8 m u. derzeitige GOK		81,0	345,5	23,4
M5	16,8 - 18 m u. derzeitige GOK		65,6	327,1	20,1
M5	18 - 22,5 m u. derzeitige GOK		22,3	133,6	16,7



Anlage 6

**Senkungsmessungen der Südwestdeutschen Salzwerke AG
mit Darstellung mittlerer Setzungsgeschwindigkeiten und
interpolierten Linien gleicher Setzungsgeschwindigkeiten (Isotachen)**



LEGENDE

Lage BW 231 Talbrücke Wächtelesäcker

610 Messpunkt der Senkungsmessungen

Grubengebäude

Setzungsgeschwindigkeit

- 0.5 0,5 mm Setzungen pro Jahr
- 1.0 1,0 mm Setzungen pro Jahr
- 1.5 1,5 mm Setzungen pro Jahr
- 2.0 2,0 mm Setzungen pro Jahr
- 2.5 2,5 mm Setzungen pro Jahr
- 3.0 3,0 mm Setzungen pro Jahr
- 3.5 3,5 mm Setzungen pro Jahr
- 4.0 4,0 mm Setzungen pro Jahr
- 4.5 4,5 mm Setzungen pro Jahr

Projekt Nordumfahrung Frankenbach/Neckgartach BW 231 Talbrücke Wächtelesäcker (km 3+130 - km 3+230)		
Baugrunderkundung und Gründungsberatung - Teil 1		
Planinhalt	Maßstab	Anlage-Nr.
Lageplan mit Setzungsgeschwindigkeit	1:5.000	6
<p>Stadt Heilbronn Amt für Straßenwesen</p>		
INGENIEURBÜRO ROTH & PARTNER		Karlsruhe, Juni 2018
<small>Ingenieurbüro Roth & Partner GmbH Hans-Sachs-Straße 9 · 76133 Karlsruhe Telefon 0721 99453-0 · Telefax -99 info@ib-roth.com · www.ib-roth.com</small>		



Anlage 7

Schreiben des KMBD, RP Stuttgart, zur Kampfmittelsituation [9]



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTT GART
KAMPFMITTELBESEITIGUNGSDIENST

Kampfmittelbeseitigungsdienst · Pfaffenwaldring 1 · 70569 Stuttgart

Stadt Heilbronn
Amt für Straßenwesen
Cacilienstraße 49
74072 Heilbronn

Datum 09.11.2016
Name Bertram Götzelmann
Durchwahl 0711 904-40016
Aktenzeichen 16-1115.8/ HN-7275
(Bitte bei Antwort angeben)
Karte NO 6406 - 6410

z. Hd. Herrn Carten Schwotzer

Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen / Luftbildauswertung Heilbronn - Neckgartach, geplante Verbindungsstraße zwischen L1100 - B39

Ihr Schreiben vom
(Eingangsdatum:25.05.2016)

Ihr Zeichen

Sehr geehrte Damen und Herren,

für das o.g. Objekt wurde eine multitemporale Luftbildauswertung mit den umseitig aufgeführten Luftbildern durchgeführt.

Die Luftbildauswertung bzw. andere Unterlagen ergaben Anhaltspunkte, die es erforderlich machen, dass **weitere Maßnahmen** durchgeführt werden (s. Anlage).

Über eventuell festgestellte Blindgängerverdachtspunkte hinaus kann zumindest in den bombardierten Bereichen das Vorhandensein weiterer Bombenblindgänger nicht ausgeschlossen werden. In bombardierten Bereichen und Kampfmittelverdachtsflächen sind i.d.R. flächenhafte Vorortüberprüfungen zu empfehlen.

Untersucht wurde das in der Anlage umrandete Gebiet! Die Aussagen beziehen sich nur auf die Befliegungsdaten der verwendeten Luftbilder und können nicht darüber hinausgehen!

— **Eine absolute Kampfmittelfreiheit kann auch für eventuell freigegebene Bereiche nicht bescheinigt werden!**

Die Luftbildauswertung darf nur vom Auftraggeber genutzt werden. Sie kann gegebenenfalls an am Bauvorhaben beteiligte Unternehmen ausgehändigt, aber darüber hinaus nicht an Dritte weitergegeben werden. Jegliche Veröffentlichung der Luftbildauswertung ist untersagt.

Mit freundlichen Grüßen


Bertram Götzelmann

Anlagen: Liste der verwendeten Luftbilder, Kostensätze, Karte



Anlage zu Az.: 16-1115.8/HN-7275

Ergebnis der Auswertung der vorliegenden Luftbilder:

Auswertung	ja	nein
Bombardierung mit Sprengbomben, Brandbomben	X	
Artilleriebeschuss (luftsichtig)	X	
Bebauung zerstört (luftsichtig)	X	
Flakstellung, Grabensysteme, Stellungslöcher		X

Weitere Maßnahmen sind erforderlich.

Bemerkungen:

Das Untersuchungsgebiet liegt teilweise in bombardierten Bereichen von Heilbronn. Auch konnten wir auf den vorliegenden Kriegsluftbildern Granateinschläge im Bereich des Neckars erkennen. Bombenblindgänger und Granatblindgänger können daher in den bombardierten Bereichen und den Kampfmittelverdachtsflächen nicht ausgeschlossen werden.

Wir weisen darauf hin, dass sich aufgrund der VwV-Kampfmittelbeseitigungsdienst des Innenministeriums Baden-Württemberg vom 31.08.2013 (GABl. S. 342) die Aufgaben des Kampfmittelbeseitigungsdienstes Baden-Württemberg auf die Entschärfung, den Transport und die Vernichtung von Kampfmitteln sowie die Auswertung von Luftbildmaterial beschränken.

Die Beratung von Grundstückseigentümern sowie die Suche nach und die Bergung von Kampfmitteln kann vom Kampfmittelbeseitigungsdienst nur **gegen vollständige Kostenerstattung** (z. Zt. geltende Kostensätze s. Anlage) übernommen werden. Für diese Aufgaben können jedoch auch private Kampfmittelräumfirmen beauftragt werden.

Sollten Sie eine kostenpflichtige Betreuung durch den KMBD wünschen, bitten wir Sie, **unter Hinweis auf o.g. Aktenzeichen** einen Termin für eine Ortsbesichtigung mit uns (Tel.: 0711 904-40013, Herr Peterle) abzusprechen.

Liste der verwendeten Luftbilder

Archiv-Nr.	Datum	Bild-Nr.
15	28.09.1941	0700 - 0706, 0994 - 1001
72	24.02.1944	3003 - 3016, 3048, 3049, 4011 - 4018, 4043 - 4050, 8001 - 8003, 8005 - 8007
1020	24.04.1944	7058
97	27.04.1944	2098 - 2102, 2118, 2135, 2136, 3115 - 3119
100	09.05.1944	3351 - 3354, 4348 - 4352, 7056 - 7059
541	13.05.1944	4086 - 4092
111	27.05.1944	7018, 7036
122	31.05.1944	8076, 8077
123	31.05.1944	7060
124	31.05.1944	7067 - 7069
147	04.08.1944	3015 - 3018, 4015, 4016, 4024, 4025, 7008 - 7014, 8005 - 8007
172	03.09.1944	2063 - 2065, 4067 - 4070
563	05.09.1944	3213 - 3216, 4051 - 4055, 4210, 4211, 7018 - 7021, 7068 - 7071
194	10.09.1944	3035, 3036
1140	12.09.1944	1061, 1062, 1064 - 1066
583	29.09.1944	4092
595	08.10.1944	1043 - 1048
259	17.12.1944	3173 - 3175, 4173, 4174
1268	14.02.1945	8111
339	02.03.1945	3034, 3035, 4016 - 4018, 4041 - 4044, 8004 - 8009
715	13.03.1945	4171 - 4175
1289	14.03.1945	4057
383	19.03.1945	3003, 3004, 8001, 8076
752	19.03.1945	3056 - 3058, 4056, 4057
754	19.03.1945	5001, 5002
411	24.03.1945	7007, 7008, 7027 - 7030, 8006 - 8008, 8020 - 8023
841	09.04.1945	3170, 4171, 4172
467	21.04.1945	7009

Kostensätze KMBD

1. Personalkosten:

- Kampfmittelbeseitiger € 47,00 / Std.

2. Kfz-Kosten:

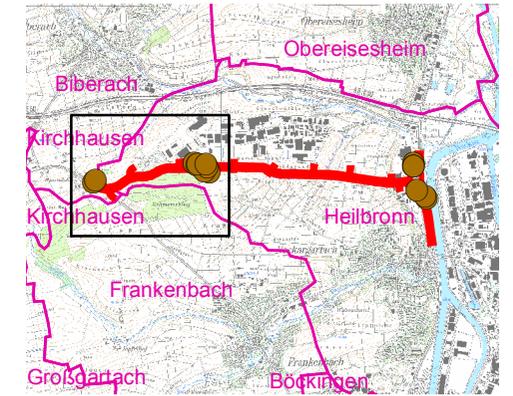
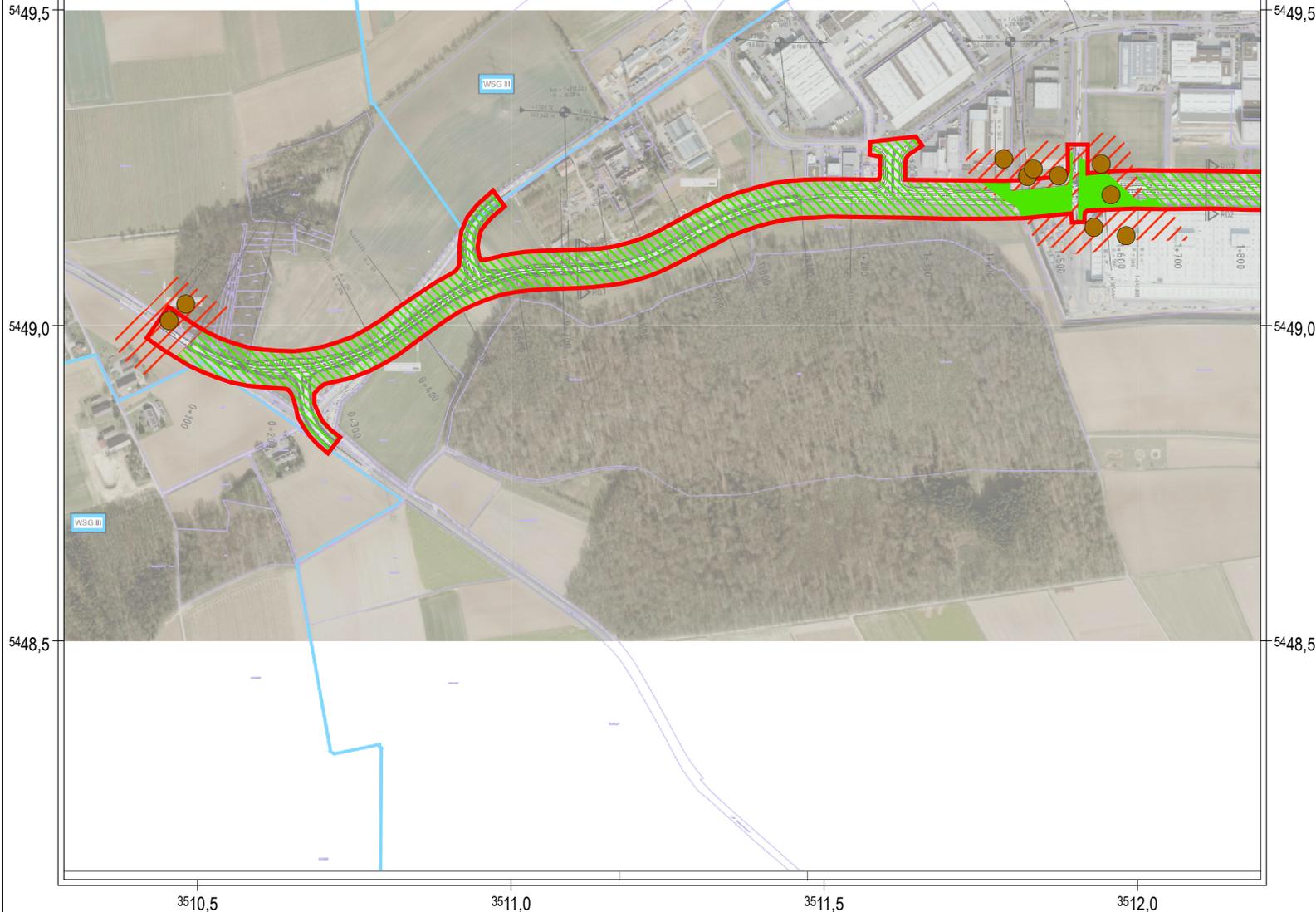
- Kfz bis 2.500 cm³ € 0,45 / km
- Kfz ab 2.500 cm³ € 0,60 / km
- Kfz mit mehr als 2,8 t zul. Gesamtgewicht € 0,90 / km
- Bagger € 25,60 / Std.
- Bauwagen € 5,00 / Tag
- Anhänger € 0,05 / km

3. Gerätekosten:

- Werkzeug / Suchtrupp € 0,50 / Std.
- Sonden € 1,20 / Std.
- Minensuchgeräte € 0,30 / Std.
- EDV-gestütztes Suchsystem € 5,00 / Std.
- GPS € 3,00 / Std.
- Vermessungsgerät € 1,80 / Std.



3510,5 3511,0 3511,5 3512,0



TK 1:100.000

Legende

- Beantragt (ausgewerte Fläche)
- Abgesucht/ Geräumt
- Freigabe Luftbild
- bombardierter_Bereich
- Bombentrichter
- Zerstörte Gebäude



Anlage 1 zu HN-7275

Heilbronn - Neckargartach
geplante Verbindungsstraße
zwischen L1100 - B39

Maßstab 1:10.000 Karte: NO 6406 - 6410

Stand: 09.11.2016 Bearbeiter: B.Götzelmann

Die Aussagen beziehen sich nur auf das Untersuchungsgebiet (Beantragt) sowie die verwendeten Luftbilder und können nicht darüber hinausgehen!
Diese Mitteilung kann nicht als Garantie der Kampfmittelfreiheit gewertet werden.



3512,5

3513,0

3513,5

5449,5

5449,5

5449,0

5449,0

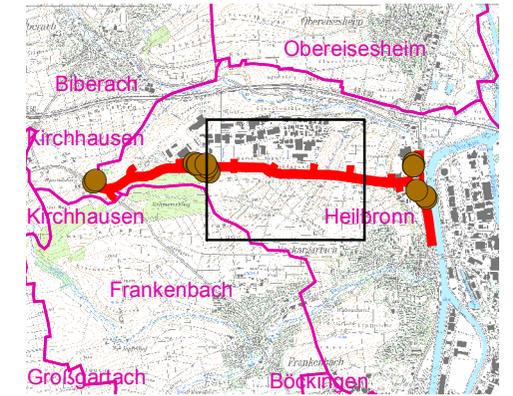
5448,5

5448,5

3512,5

3513,0

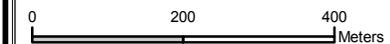
3513,5



TK 1:100.000

Legende

-  Beantragt (ausgewerte Fläche)
-  Abgesucht/ Geräumt
-  Freigabe Luftbild
-  bombardierter_Bereich
-  Bombentrichter
-  Zerstörte Gebäude



Anlage 2 zu HN-7275

Heilbronn - Neckargartach
geplante Verbindungsstraße
zwischen L1100 - B39

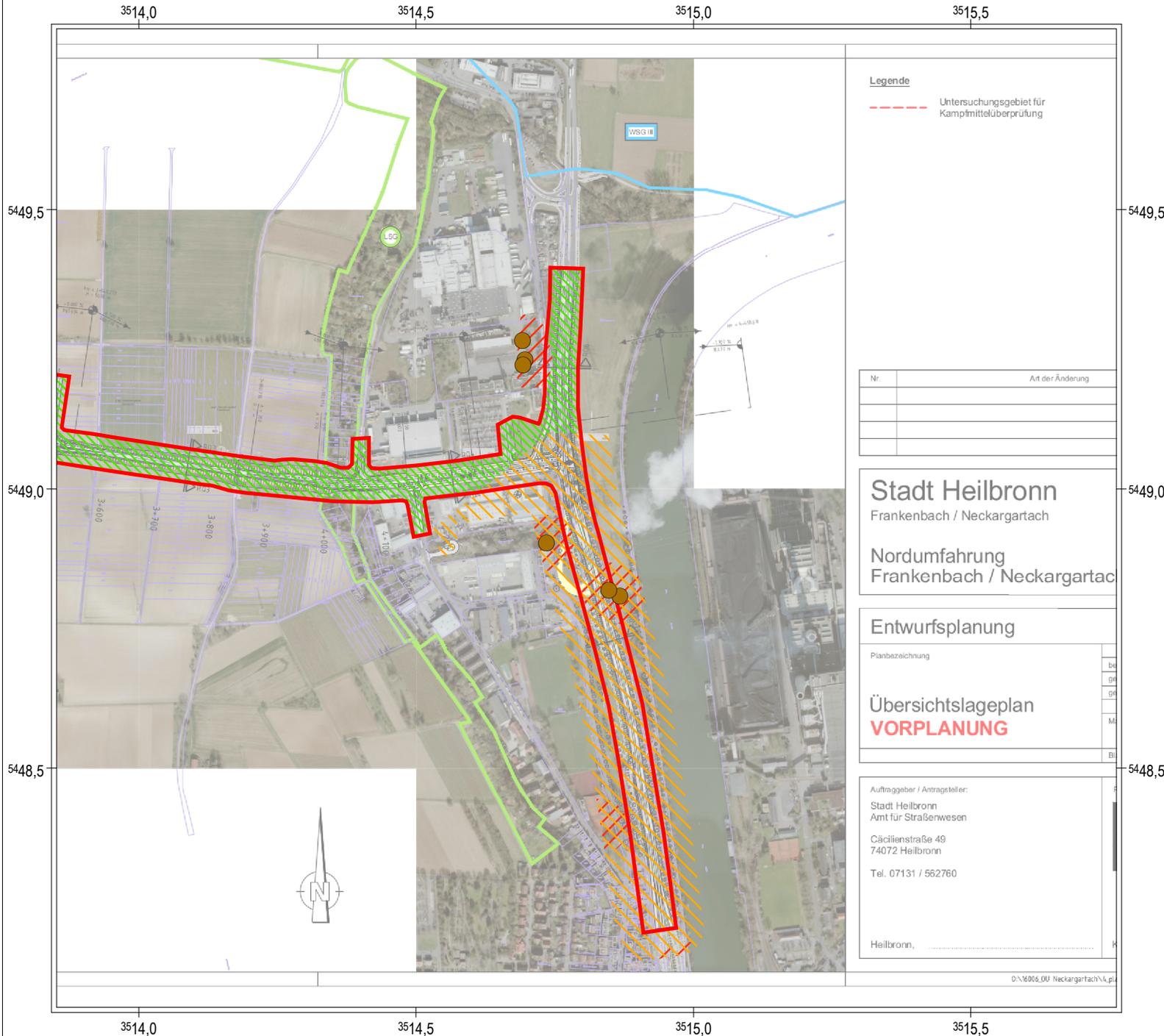
Maßstab 1:10.000

Karte: NO 6406 - 6410

Stand: 09.11.2016

Bearbeiter: B.Götzelmann

Die Aussagen beziehen sich nur auf das Untersuchungsgebiet (Beantragt) sowie die verwendeten Luftbilder und können nicht darüber hinausgehen!
Diese Mitteilung kann nicht als Garantie der Kampfmittelfreiheit gewertet werden.



Legende
 - - - - - Untersuchungsgebiet für Kampfmittelüberprüfung

Nr.	Art der Änderung

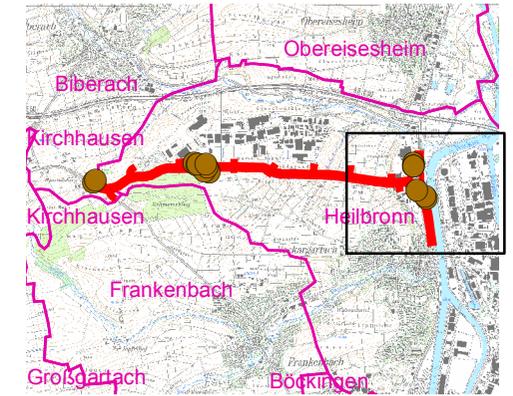
Stadt Heilbronn
 Frankenbach / Neckargartach
 Nordumfahrung
 Frankenbach / Neckargartach

Entwurfsplanung

Planbezeichnung
Übersichtslageplan
VORPLANUNG

Auftraggeber / Antragsteller:
 Stadt Heilbronn
 Amt für Straßenwesen
 Cäcilienstraße 49
 74072 Heilbronn
 Tel. 07131 / 562760

Heilbronn,



TK 1:100.000

Legende

- Beantragt (ausgewerte Fläche)
- Abgesucht/ Geräumt
- Freigabe Luftbild
- bombardierter_Bereich
- Bombentrichter
- Zerstörte Gebäude
- Kampfmittelverdachtsflaechen (Bodenkämpfe)



Anlage 3 zu HN-7275

Heilbronn - Neckargartach
 geplante Verbindungsstraße
 zwischen L1100 - B39

Maßstab 1:10.000 Karte: NO 6406 - 6410

Stand: 09.11.2016 Bearbeiter: B.Götzelmann

Die Aussagen beziehen sich nur auf das Untersuchungsgebiet (Beantragt) sowie die verwendeten Luftbilder und können nicht darüber hinausgehen!
 Diese Mitteilung kann nicht als Garantie der Kampfmittelfreiheit gewertet werden.