Anlage 18.1

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

SSB
Stuttgarter Straßenbahnen AG
Schockenriedstraße 50
70565 Stuttgart

Friedrich-List-Straße 42
70771 Leinfelden-Echterdingen

Telefon +49 (0) 711 797350 - 0
Telefax +49 (0) 711 797350 - 20
E-Mail info@geotechnik-vees.de

12.06.2019
Az 17 116

Geotechnischer Bericht

für die Verlängerung der Stadtbahnlinie U5
in Leinfelden-Echterdingen, Stadtteil Leinfelden
(2. Teilabschnitt, Bahnhof bis Neuer Markt)

Inhalt **Seite**

1 Vorbemerkungen 4
2 Lage, Bauaufgabe und geologischer Überblick 5
3 Durchgeführte Untersuchungen 5
4 Untersuchungsergebnisse 7
4.1 Schichtaufbau des Untergrundes 7
4.2 Grundwasserverhältnisse 9
4.3 Klassifikation der Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 10
4.4 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen 12
4.5 Erdbebeneinwirkung nach DIN 4149 13
5 Strecke 13
5.1 Allgemeines und Tragfähigkeit des Untergrundes 13
5.2 Dammschüttungen, Erd- und Verdichtungsarbeiten 16
5.3 Hinweise zu befestigten Flächen 19
6 Weitere Maßnahmen 21
6.1 Stützkonstruktionen und Sicherungsmaßnahmen 21
6.2 Unterwerk 22
6.3 Gründung von Masten 23
7 Weitere Hinweise zur Planung und Bauausführung 24
7.1 Wasserrechtliche Hinweise 24
7.2 Kampfmittelreste im Untergrund 24
8 Schlussbemerkungen 25

Tabellen

1 Wasserstände in Sondierlöchern im April 2019 9
2 Einteilung der erschlossenen Schichteinheiten in Homogenbereiche nach DIN 18300 11
3 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen 12
4 Kennwerte für Hinterfüllmaterial 13
5 Zoneneinteilung der Trassenverlängerung unter geotechnischen Gesichtspunkten 14

Anlagen

1.1	Übersichtslageplan, M. 1:10 000
1.2	Lageplan mit Untersuchungspunkten, M. 1:1000
2.1 + 2.2	Schichtprofile der Rammkernsondierungen RKS 1 bis RKS 12
2.3 – 2.13	Schichtprofile und Sondierdiagramme weiterer Aufschlüsse (B 1/89, B 9/89, B 21/89, SG 1/09, RKS 3/13 bis RKS 5/13, DPH 3/13 bis DPH 5/13 sowie B 1/19)
3.1 – 3.3	Bodenmechanische Laborergebnisse
4	Berichte „Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen /Luftbildauswertung“ des Kampfmittelbeseitigungsdienstes des Regierungspräsidiums Stuttgart vom 04.07.2017 und 24.10.2018

1 Vorbemerkungen

Die Stuttgarter Straßenbahnen AG plant die zweigleisige Verlängerung der bestehenden Stadtbahnlinie U5 in Leinfelden vom Bahnhof bis zur neu zu errichtenden Haltstelle „Neuer Markt“ (vgl. Lagepläne in den Anlagen 1.1 und 1.2).

Unser Baugrundinstitut wurde beauftragt, für diese Baumaßnahme die Untergrundverhältnisse zu erkunden und einen Geotechnischen Bericht zu erstellen.

Außerdem wurden wir mit Altlastenerhebungen sowie Untersuchungen zur Vorklassifizierung des bei der Baumaßnahme anfallenden Aushubmaterials beauftragt. Diese Fragestellung wurde in unserem Unterauftrag von unserem Kooperationspartner Institut Beer, Gerlingen, bearbeitet. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in einem Bericht des Instituts Beer vom 27.05.2019 dargelegt und bewertet. Den Bericht haben wir am 29.05.2019 an die Bauherrschaft übermittelt.

Zur Erstellung des Berichts standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung (Auswahl, bei Planfortschreibungen ist jeweils nur die jüngste Fassung aufgeführt):

- Koordinierter Leitungsplan (Entwurf), Plan Nr. VPs E80181b, M. 1:500, SSB AG, Stuttgart, 14.11.2017, zuletzt geändert am 27.09.2018
- Lageplan der Untersuchungspunkte mit Koordinaten und Ansatzhöhen, M. 1:1000, Vermessungsbüro Espey – Falkner, Leinfelden-Echterdingen, 23.04.2019
- Bericht „Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen /Luftbildauswertung“ des Kampfmittelbeseitigungsdienstes des Regierungspräsidiums Stuttgart vom 04.07.2017
- Lageplan (Planfeststellung), Plan Nr. VPs E090984e, M. 1:500, SSB AG, Stuttgart, 28.12.2017, zuletzt geändert am 14.03.2019
- Längsschnitt (Entwurf), Plan Nr. VPs F34279a, SSB AG, Stuttgart, 24.07.2018
- Querschnitte (Planfeststellung), 4 Blätter, 26.06.2018 bis 28.03.2019, M. 1:200, SSB AG, Stuttgart

Anhand der genannten Unterlagen und der Ergebnisse unserer Gelände- und Laboruntersuchungen (vgl. Abschnitte 3 und 4) wurde der vorliegende Geotechnische Bericht erarbeitet.

2 Lage, Bauaufgabe und geologischer Überblick

Die Verlängerung der Stadtbahnlinie U5 erstreckt sich vom Bahnhof im Südosten von Leinfelden über eine Länge von ca. 600 m nach Südosten in Richtung Echterdingen (vgl. Übersichtslageplan in Anlage 1.1). Die Stadtbahntrasse verläuft dabei weitgehend parallel und in geringer Entfernung zur dortigen S-Bahntrasse (vgl. Lageplan in Anlage 1.2). Südlich der Stadtbahn- und S-Bahntrasse befindet sich Wohnbebauung (Ortsrand von Leinfelden). Östlich und nördlich der Stadtbahntrasse befindet sich das bereits erschlossene und in Aufsiedlung befindliche Gewerbegebiet Schelmenäcker. Das Gelände entlang der Stadtbahnverlängerung weist ein schwaches Gefälle von ca. 427 m NN auf ca. 424 m NN in Richtung Südosten auf. Im Bereich der Geranienstraße, der Markomannenstraße und des Schützenweges werden sog. Z-Überwege gebaut. Östlich der neuen Haltestelle schließt sich ein Kehrgleis an. Weiterhin ist am östlichen Ende der Trasse ein neues technisches Gebäude (sog. Unterwerk) vorgesehen.

Der natürliche Untergrund besteht hier zuoberst aus bindigen Deckschichten (Regionalbezeichnung: Filderlehm) und bereichsweise aus Talablagerungen. Darunter folgen die Schichten des Unteren Schwarzjura (Lias ß). Sie bestehen im unverwitterten Zustand aus einer Wechselfolge von Tonstein, Kalkstein und Kalksandstein, sind jedoch in Oberflächennähe stark verwittert und bindig entfestigt (Lias-Verwitterungston).

Ein geschlossener Grundwasserspiegel befindet sich in den tiefer liegenden, gering verwitterten Lias-Schichten. In den darüber liegenden Filderlehmböden und Talablagerungen ist in Abhängigkeit vom Witterungs- bzw. Niederschlagsgeschehen eine zeitweilige Staunässebildung / Schichtwasserführung vorhanden.

3 Durchgeführte Untersuchungen

Zur direkten Erkundung der Untergrundverhältnisse entlang der Trasse und Entnahme von Bodenproben wurden am 25.04. und 26.04.2019 von der BGP GmbH, Gruibingen, insgesamt 12 Rammkernsondierungen niedergebracht. Diese Rammkernsondierungen wurden je nach Höhenverlauf der geplanten Trasse bis in Tiefen zwischen 3 m und 6 m unter Gelände geführt. Die erschlossenen Schichten wurden von einem Mitarbeiter des Instituts Beer sowie vom rechts Unterzeichnenden aufgenommen und beprobt.

Die Lage der zwölf Sondieransatzpunkte war zuvor nach unseren Vorgaben vom Vermessungsbüro Espey – Falkner, Leinfelden-Echterdigen, eingemessen und vor Ort markiert worden. Sie ist im Lageplan in Anlage 2.1 verzeichnet. Die Schichtprofile der Rammkernsondierungen sind in

Anlage 2 dargestellt; die dort genannte Kilometrierung der Untersuchungspunkte bezieht sich auf das nördlich bzw. östlich verlaufende Stadtbahngleis (Echterdingen – Stuttgart).

An repräsentativen Bodenproben aus den Sondierungen wurden in unserem bodenmechanischen Labor folgende Untersuchungen durchgeführt (Ergebnisse siehe Anlagen 3.1 bis 3.5):

- 44 Bestimmungen des natürlichen Wassergehalts nach DIN 18121
- 10 Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18122
- 4 Bestimmungen der Glühverlusts nach DIN 18128

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen dienten zur genaueren Klassifizierung der Böden (vgl. Abschnitt 4.3) sowie zur Festlegung der Bodenkennwerte (vgl. Abschnitt 4.4).

Neben den aktuellen Rammkernsondierungen haben wir bei der Beurteilung der Untergrundverhältnisse noch ältere, bei uns im Haus aus früheren Projektbearbeitungen vorhandene Aufschlüsse herangezogen: Es handelt sich um drei Bohrungen (B 1/89, B 9/89 und B 21/89), die im Jahr 1989 unter unserer Regie in Zusammenhang mit der damaligen Gestaltung der neuen Ortsmitte Leinfelden abgeteuft wurden, eine Schürfgrube SG 1/09 aus der Erkundung für die Erschließung des Gewerbegebietes Schelmenäcker sowie eine jüngst ausgeführte Bohrung (B 1/19) für den Neubau des Jugendhauses.

Außerdem haben wir noch sechs Aufschlüsse (drei Rammkernsondierungen RKS 3/13 bis RKS 5/13 sowie drei Rammsondierungen DPH 3/13 bis DPH 5/13) verwendet, die von der CDM Smith Consult GmbH, Stuttgart, im Jahr 2013 ausgeführt worden sind. Diese Untersuchungen bezogen sich auf den vorhergehenden Streckenabschnitt (Verlängerung bis Bahnhof Leinfelden), wurden jedoch damals bereits nach Süden und Südosten fortgeführt und lagen somit im hier behandelten Abschnitt.

Die Lage dieser älteren Aufschlüsse haben wir in den Lageplan in Anlage 1.2 übertragen. In Anlage 2 sind auch die dazugehörigen Schichtprofile bzw. Schlagzahldiagramme wiedergegeben. Sie wurden hier zu Dokumentationszwecken aus den jeweiligen Gutachten unverändert übernommen.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

In den Rammkernsondierungen wurden folgende Schichteinheiten erschlossen:

- Oberboden (Mutterboden)
- Künstliche Auffüllungen
- Filderlehm
- Talablagerungen
- Lias β-Schichten, stark verwittert (Lias-Verwitterungston)

Eine 40 cm bis 80 cm dicke **Mutterbodenlage** wurde in den vier Rammkernsondierungen angetroffen, die in unbefestigten Flächen (Baumwiese, Landwirtschaftsflächen) lagen. Es handelte sich um die Rammkernsondierungen RKS 8, RKS 9, RKS 11 und RKS 12 am östlichen Ende der Trasse. Der Mutterboden war ein vorwiegend leichtplastischer, dunkelbrauner, meist schwach durchwurzelter Tonboden mit halbfester Konsistenz (Bodengruppe TL[1] nach DIN18196).

In den übrigen Rammkernsondierungen wurden zuoberst **künstliche Auffüllungen** angetroffen[2]. Die Auffüllungen wiesen in der Regel Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern bis ca. 1,5 m auf. Wesentlich größere Auffüllmächtigkeiten von mehr als 2,0 m waren in RKS 5, RKS 7 und RKS 8 vorhanden. Bei dem oberen Teil der Auffüllungen handelte es sich in fast allen Fällen um die Befestigung von Verkehrsflächen. Nahe der heutigen Endhaltestelle beim Bahnhof Leinfelden waren dies Pkw-Stellplätze bzw. die Fahrgasse des Parkplatzes. Im mittleren Streckenabschnitt sind noch Reste der ehemaligen Max-Lang-Straße vorhanden, deren Verlauf im Zuge der Erschließung des Gebietes Schelmenäcker verlegt worden ist. Die Verkehrsflächen bestanden aus Asphalt auf einer dazugehörigen Schottertragschicht. Die übrigen Auffüllungen bestanden aus leicht plastischen und mittelplastischen Tonböden (Bodengruppen TL und TM[3] nach DIN 18196), die meist steife Konsistenz besaßen und in relativ geringem Maße Fremdbestandteile wie Kieskörner, Schotter, Ziegelbruch-, Tonstein- und Kalksteinstückchen enthielten.

Die oberste natürliche Schichteinheit waren Tonböden, die vorwiegend leichte, untergeordnet auch mittlere Plastizität aufwiesen (Bodengruppen TL und TM nach DIN 18196) und eine quartäre Überdeckung bilden. Sie werden regional als **Filderlehm** bezeichnet. Im zentralen

---

1 TL: leicht plastische Tone (w_L < 35 %)

2 Eine Ausnahme bildete RKS 8, da hier die künstlichen Auffüllungen von einer Oberbodenauflage (Dicke 40 cm) überdeckt waren.

3 TM: mittelplastische Tone (35 % ≤ w_L ≤ 50 %)

Teil des untersuchten Streckenabschnittes war der Filderlehm nicht (oder nur in sehr geringem Umfang) vertreten. Im nördlichen Abschnitt der Trasse wurden sie in RKS 1 bis RKS 3 mit Dicken von > 1,6 m bis 1,8 m erschlossen; hier wiesen sie steife Konsistenz auf, es fanden sich jedoch auch weiche Zonen und Partien. Im östlichen Teil der Trasse waren die Filderlehmböden in RKS 9 bis RKS 12 vertreten. Hier zeigten sie größere Dicken (> 2,3 m bis 2,9 m) und durchweg steife, z. T. auch günstigere (halbfeste) Konsistenz.

Im zentralen Teil des Streckenabschnittes waren in den Rammkernsondierungen RKS 4 bis RKS 8 **Talablagerungen** vorhanden. In bodenmechanischer Hinsicht handelte es sich um leicht plastische Tonböden (Bodengruppe TL nach DIN 18196), die häufig ungünstige (weiche) Konsistenz aufwiesen. Die Talablagerungen weisen erhöhte organische Gehalte auf (erkennbar an einer dunklen, teilweise schwarzen Färbung). Dies konnte in unserem bodenmechanischen Labor durch die Bestimmung des Glühverlusts an vier Proben aus den Talablagerungen bestätigt werden; dabei ergaben sich Glühverluste zwischen ca. 4,5 Gew.-% und ca. 5,0 Gew.-%. (vgl. die Zusammenstellung der bodenmechanischen Laborergebnisse in Anlage 3). Der organische Gehalt war in den Talablagerungen diffus / feinverteilt enthalten; mit bloßem Auge waren keine organischen Bestandteile wie Holz- oder Pflanzenfaserreste erkennbar.

Das Auftreten der Talablagerungen in diesem zentralen Streckenabschnitt ist plausibel, da dieser Bereich am Ende eines flachen Talzuges liegt, der das Gebiet Schelmenäcker ungefähr in West-Ost-Richtung durchzieht und von einem Bach entwässert wird, der zunächst als nicht näher bezeichnete Rinne besteht und dann weiter östlich als „Erlenbrunnen“ zutage tritt und nach Osten abfließt (vgl. Übersichtslageplan in Anlage 1.1). Auf die Grundwasserverhältnisse wird im folgenden Abschnitt 4.2 näher eingegangen.

Der Festgesteinsuntergrund unterhalb der quartären Überdeckung (Filderlehm) bzw. der Talablagerungen wird von den Schichten des Unteren Schwarzjura (Lias β) gebildet. Dabei handelt es sich in unverwittertem Zustand um eine einheitlich beschaffene Folge aus Tonstein mit sehr dünnen Mergelstein- und Kalksteinzwischenlagen.

Zuoberst sind diese Lias–Schichten stark verwittert und zu Ton zersetzt. Sie werden im Folgenden als **Lias-Verwitterungston** bezeichnet. Der ursprüngliche Tonstein ist vollständig entfestigt und liegt als ausgeprägt plastischer und mittelplastischer, dunkelgrauer Tonboden (Bodengruppen TM und TA nach DIN 18196) vor, der in der Regel halbfeste bis feste Konsistenz aufwies und homogen beschaffen ist. Der Lias-Verwitterungston wurde lediglich in den kürzeren Rammkernsondierungen nicht erreicht (RKS 1, RKS 2, RKS 10 und RKS 12), in den übrigen Rammkernsondierungen setzte der Lias-Verwitterungston in Tiefen zwischen ca. 3,0 m und ca. 4,5 m unter Gelände ein. Aus verschiedenen Bohrungen in der näheren Umgebung ist uns bekannt, dass die Dicke des Lias-Verwitterungstons hier zwischen ca. 3 m und ca. 5 m beträgt.

Es ergibt sich eine gute Übereinstimmung der aktuellen Erkundungsergebnisse mit den älteren Aufschlüssen: In den Bohrungen B 1/89 und B 9/89 wurden ebenfalls weiche Talablagerungen angetroffen (dort als „Bach- und See-Ablagerungen“ bezeichnet), während in der weiter östlich liegenden Bohrung B 21/89 der für den Filderraum charakteristische Schichtaufbau (Filderlehm über Lias-Schichten) erbohrt wurde. Dies gilt auch für die Rammkernsondierungen der CDM Smith Consult GmbH, die in Bezug auf den Schichtaufbau und die Beschaffenheit der Böden ähnliche Ergebnisse zeigten. Eine Abweichung besteht lediglich darin, dass in RKS 5/13 keine Talablagerungen verzeichnet sind, obwohl dies nach den umliegenden Aufschlüssen zu erwarten wäre. Dies gilt auch für die Bohrung B 1/19. Die Rammsondierungen DPH 3/13 bis DPH 5/13 wurden einheitlich bis in eine Tiefe von jeweils 6 m geführt. Hohe Schlagzahlen im obersten Bereich waren auf das Durchteufen körniger Auffüllungen zurückzuführen; darunter zeigten sich Schlagzahlen im einstelligen Bereich, die gut mit der beschriebenen Konsistenz der durchteuften Böden korrelieren. Da die Rammsondierungen nicht bis zum Erreichen eines Abbruchkriteriums geführt wurden, lässt sich daraus keine Aussage über die Tiefenlage der geringer verwitterten Lias-Schichten ableiten. In DPH 4/13 zeichnet sich unterhalb von 5,0 m ein leichter Schlagzahlanstieg ab, der auf das Erreichen und Durchteufen des Lias-Verwitterungstons zurückzuführen sein dürfte.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Im Zuge der jüngsten Erkundungsmaßnahmen konnten in drei Sondierlöchern Wasserstände gemessen werden:

Tabelle 1: Wasserstände in Sondierlöchern im April 2019

Aufschluss	Wasserstand	
	[m u. Gel.]	[m NN]
RKS 5	2,55	422,57
RKS 6	4,92	420,56
RKS 8	3,94	421,78

Diese Wasserstände repräsentieren das oberste Grundwasserstockwerk in den quartären Deckschichten. In Abhängigkeit vom Witterungs- bzw. Niederschlagsgeschehen ist in den quartären Deckschichten (Filderlehmböden, Talablagerungen) zeitweise eine Staunässebildung / Schichtwasserführung vorhanden. Die stark verwitterten, bindig entfestigten Lias-Schichten (Lias-Verwitterungston) bilden einen Stauhorizont für versickerndes Niederschlagswasser. Das führt dazu, dass der untere Teil der Deckschichten zeitweise durchweicht ist

und häufig eine ungünstige (weiche) Konsistenz besitzt. Deutlich wird dies z. B. in RKS 4 und RKS 8. Die wechselnde Durchfeuchtung war auch an Farbschattierungen in den Filderlehmböden erkennbar, die auf wechselnde Redox-Verhältnisse hindeuten.

Es ist zu beachten, dass Wasserstandsmessungen in geringkalibrigen Sondierlöchern nur Anhaltswerte liefern. Da die anstehenden Böden stark bindig und daher gering durchlässig sind, dauert es längere Zeit, bis sich sog. Ruhewasserstände einstellen. Die Sondierlöcher konnten nur einige Stunden offen stehen bleiben, daher stellen die o. g. Werte vermutlich noch keine Ruhewasserstände dar, d. h. bei längeren Wartezeiten hätten sich möglicherweise noch höhere Wasserstände eingestellt. Nach dem Sondierbefund in RKS 4 wäre auch zu erwarten gewesen, dass sich hier bei längerer Wartezeit messbare Wasserzutritte einstellen.

Die Beobachtungen in den Sondierlöchern stimmen gut mit den Ergebnissen einer Baugrunderkundung aus dem Jahr 2018 überein, die eine unmittelbar nordöstlich Fläche innerhalb des Gebietes Schelmenäcker betraf. In der nächstgelegenen Grundwassermessstelle, die ca. 35 m nordöstlich der geplanten Stadtbahntrasse lag, wurden im Jahr 2018 Grundwasserstände zwischen ca. 420,50 m NN und ca. 421,50 m NN gemessen. In der neu hergestellten Bohrung B 1/19 im Bereich des geplanten Jugendhauses nahe der Trassenverlängerung wurde am 23.05.2019 ein Grundwasserspiegel bei 420,41 m NN gemessen.

Das nächsttiefere Grundwasserstockwerk ist an die unterlagernden Lias-Schichten gebunden. Sie stellen einen Kluftgrundwasserleiter dar. Das Grundwasser bewegt sich dabei in den geklüfteten Festgesteinsbänken auf Klüften und in den Schichtfugen, während verwitterte Tonlagen zwischen den härteren Bänken aufgrund ihrer geringeren Durchlässigkeit nicht durchströmt werden. Dieses tiefere Grundwasserstockwerk ist für die geplante Baumaßnahmen jedoch nicht relevant.

4.3 Klassifikation der Boden- und Felsklassen nach DIN 18300

Die Angaben zu den Homogenbereichen in DIN 18300 beziehen sich auf Erdarbeiten; DIN 18301 befasst sich mit Bohrarbeiten. Die genannten Normen wurden im September 2016 novelliert. Die bisher üblichen Baugrund- und Felsklassen in diesen Normen sind durch Homogenbereiche ersetzt worden, die einheitlich für alle Arbeiten mit oder in dem Baustoff Boden/Fels gültig sind. Die Beschreibung der einzelnen Homogenbereiche nach DIN 18300 und DIN 18301 (jeweils Ausgabe September 2016) mit vergleichbaren Eigenschaften für Erdbaugeräte bzw. Bohrarbeiten ist in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Die bodenmechanischen Rechenwerte sind in Abschnitt 4.4 genannt.

Wenn der Bauablauf im Zuge der Ausführungsplanung festgelegt wurde, kann es für die Ausschreibung zweckmäßig sein, die Unterteilung der Homogenbereiche anzupassen. Hierfür stehen wir bei Bedarf gerne zur Verfügung.

Tabelle 2: Einteilung der erschlossenen Schichteinheiten in Homogenbereiche nach DIN 18300

		Einheit	Boden	Boden	Boden	Boden
Homogenbereich		–	1	2	3	4
Ortsübliche Bezeichnung		–	Künstliche Auffüllungen *	Filderlehm	Talablagerungen	Lias-Verwitterungston
Benennung		–	Ton mit körnigen Fremdbestandteilen	vorwiegend leichtplastische Tonböden	Ton, z. T. organisch	leicht- und mittelplastische Tonböden
Massenanteil an Ton u. Schluff sowie Sand u. Kies	≤ 0,0 63 mm	[%]	0 – 100	0 – 100	0 – 100	0 – 100
	> 0,063 – 2,0 mm	[%]	0 – 50	0 – 30	0 – 40	0 – 30
	> 2,0 – 63 mm	[%]	0 – 50	0 – 20	0 – 20	0 – 20
Massenanteil an Steinen u. Blöcken	> 63 – 200 mm	[%]	< 50	< 10	< 10	< 10
	> 200 – 630 mm	[%]	< 30	< 10	< 10	< 10
	> 630 mm	[%]	< 10	< 10	< 10	< 10
Feuchtwichte γ		[kN/m³]	18 – 21	18 – 21	10 – 20	18 – 21
Kohäsion c′		[kN/m²]	2 – 20	2 – 20	0 – 20	5 – 30
Undränierte Scherfestigkeit c_u		[kN/m²]	15 – 200	30 – 200	5 - 200	50 – 200
Wassergehalt w_n		[%]	5 – 25	5 – 25	10 – 50	10 – 25
Plastizitätszahl I_p		[%]	5 – 35	5 – 35	5 – 35	5 – 35
Konsistenzzahl I_c		[–]	0,75 – 1,2	0,5 – 1,2	0 – 1,2	0,75 – 1,2
Bezogene Lagerungsdichte I_D		[%]	--	--	--	--
Organischer Anteil		[%]	< 3	< 3	< 30	< 3
Abrasivität (qualitativ)		[–]	schwach bis mäßig	schwach	Schwach	schwach
Bodengruppe		[–]	GU, GT, GŪ, GT̄, TL, TM	TL / TM	TL, TM, UL	TM / TL

* ohne Oberflächenbefestigungen, Tragschichten etc.

Sollte es zwischen der Bauherrschaft und dem Auftragnehmer zu unterschiedlichen Auffassungen bei der Einstufung des Untergrundes in Homogenbereiche kommen, kann der Baugrundgutachter zur Klärung offener Fragen hinzugezogen werden. Die hier gegebenen Hin-

weise zur Abgrenzung der Homogenbereiche können nicht als Grundlage für verbindliche Massenermittlungen dienen und ein Aufmaß während der Ausführung nicht ersetzen. Die Zuordnung des Aushubmaterials bzw. des Bohrgutes muss jeweils unmittelbar bei der Bauausführung erfolgen (Aushub, Bohrarbeiten). Eine nachträgliche Überprüfung der Einstufung in Homogenbereiche ist in der Regel nicht mehr möglich.

4.4 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Aufgrund der Ansprache der Bodenproben, den Ergebnissen der Laborversuche und unserer Erfahrung mit vergleichbaren Böden können dem anstehenden Baugrund folgende bodenmechanische Kennwerte zugeordnet werden:

Tabelle 3: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Schichtkomplex	Wichte [kN/m³]		Reibungswinkel [°]	Kohäsion [kN/m²]	Steifemodul [MN/m²]
	γ	γ'	φ'	c'	E_S
<u>Künstliche Auffüllungen:</u>					
- bindig	20	10	22,5 – 27,5	3 - 8	–
- nichtbindig	21	11	30	0	–
Filderlehm	20	10	22,5 – 27,5	2 – 8	4 – 10
Talablagerungen	20	10	22,5 – 25,0	0 – 5	2 – 6
Lias-Verwitterungston	21	11	20,0 – 25,0	10 – 20	5 – 15

Bei Hinterfüllungen sind zur Ermittlung des Erddrucks in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Im Einzelnen werden für verdichtet eingebautes Material folgende Ansätze vorgeschlagen:

Tabelle 4: Kennwerte für Hinterfüllmaterial

Material	Reibungswinkel [°] φ'	Wichte [kN/m³] γ	γ'
Schotter-Splitt-Gemische	35	22	12
Kies, Kies-Sand-Gemische (auch Siebschutt)	32,5	22	12
Bindige Böden *	25	20	10

* zusätzlich darf eine Kohäsion von c‘ = 5 kN/m² angesetzt werden

4.5 Erdbebeneinwirkung nach DIN 4149

Nach DIN 4149 sind für den untersuchten Standort folgende Einstufungen zugrunde zu legen:

Erdbebenzone:	1
Untergrundklasse:	R
Baugrundklasse:	B

5 Strecke

5.1 Allgemeines und Tragfähigkeit des Untergrundes

Die Verlängerung der bestehenden Stadtbahnlinie U5 reicht vom Bahnhof Leinfelden (km 4+430) über eine neu zu errichtenden Haltstelle „Neuer Markt“ bis zum Ende der geplanten Trasse in Form eines Kehrgleises (km 5+030; vgl. Lageplan in Anlage 1.2). Entlang dieser Streckenverlängerung werden insgesamt drei ebenerdige Z-Überwege eingerichtet. Auf diese Überwege wird in Abschnitt 5.3 eingegangen.

Auf ungefähr 2/3 der Strecke orientiert sich die neue Stadtbahntrasse in Bezug auf ihre Höhe am bestehenden Gelände, d. h. es sind Einschnitte bzw. Anschüttungen in der Größenordnung von weniger als 1 m vorgesehen.

Von km 4+640 bis km 4+940 m wird die Trasse in einem Einschnitt gegenüber dem heutigen Gelände verlaufen. Der Tiefpunkt befindet sich bei km 4+770; das Gelände wird hier ca. 4 m tiefer liegen als im heutigen Zustand.

Zur besseren Übersichtlichkeit wird die Strecke in die vier Zonen Ia, Ib, IIa und IIb eingeteilt. Die Zoneneinteilung erfolgte anhand von Merkmalen der Streckenplanung (im Wesentlichen Einschnitts- oder Auffüllsituation) sowie anhand der jeweiligen örtlichen Untergrundbedingungen. Entscheidende Kriterien sind hierbei das Vorhandensein oder Fehlen der weichen Talablagerungen oder anderer ungünstiger Böden, die Kompressibiltät und Tragfähigkeit des Untergrundes sowie der Grundwasserspiegel bzw. sein Abstand zur Gradiente bzw. zum Planum. Die Zoneneinteilung geht aus der folgenden Tabelle hervor[4]:

Tabelle 5: Zoneneinteilung der Trassenverlängerung unter geotechnischen Gesichtspunkten

Zone	**Ia**	**IIa**	**IIb**	**Ib**
Kilometrierung	4+430 bis 4+600	4+600 bis 4+690	4+690 bis 4+850	4+850 bis 5+030
Länge	170 m	90 m	160 m	180 m
Maßgebliche Aufschlüsse	RKS 1 bis RKS 3	RKS 4 + RKS 5	RKS 6 bis RKS 8	RKS 9 bis RKS 12
Geländegestaltung	Geringe Einschnitte bzw. Anschüttungen von weniger als 1 m		Einschnitt bis maximal 4 m	Geringe Einschnitte bzw. Anschüttungen von weniger als 1 m
Talablagerungen	Keine Talablagerungen	Talablagerungen mit großer Dicke	Talablagerungen mit mäßiger Dicke	Keine Talablagerungen
Tragfähigkeit / Kompressibilität	Weiche Zonen untergeordnet oder in größerer Tiefe	Mächtige weiche Zonen in 2 m Tiefe	Gradiente verläuft in weichen Talablagerungen	Keine weichen Zonen
Grundwasser	Zeitweise Staunässe im Filderlehm	Grundwasser zirkuliert in den Talablagerungen, weist jedoch vertikalen Abstand zur Gradiente auf	Grundwasser zirkuliert auf Höhe der Gradiente in den Talablagerungen	Zeitweise Staunässe im Filderlehm

[4] Die genannte Kilometrierung der Untersuchungspunkte bezieht sich auf das nördlich bzw. östlich verlaufende Stadtbahngleis (Echterdingen – Stuttgart).

Die **Zonen Ia und Ib** umfassen das westliche und östliche Teilstück der Streckenverlängerung. Hier wurden keine Talablagerungen angetroffen, die Trasse verläuft in den Tonen des Filderlehms. In Zone Ia treten weiche Zonen nur untergeordnet oder in größerer Tiefe auf, in Zone Ib besaßen die angetroffenen Böden durchweg eine günstige Beschaffenheit (mindestens steife Konsistenz, häufig auch halbfeste Konsistenz).

Die **Zonen IIa und IIb** umfassen das zentrale, ca. 250 m lange Teilstück der Trassenverlängerung, das im Einschnitt verläuft. Hier herrschen ungünstigere Untergrundverhältnisse, da weiche Talablagerungen anstehen. In Zone IIa besitzen diese Talablagerungen eine Dicke von mehr als 2 m, sie liegen jedoch noch in einer gewissen Tiefe unterhalb der Gradiente. Dies gilt auch für den Grundwasserspiegel. In Zone IIb dagegen verläuft die Gradiente in den weichen Talablagerungen, in denen auch das Grundwasser zirkuliert. Bei den Erdbaumaßnahmen in diesem Bereich ergibt sich ein Einschnitt unter den Grundwasserspiegel, so dass temporäre Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

Auf die verschiedenen, standortspezifischen bautechnischen Lösungen und Notwendigkeiten wird im Folgenden näher eingegangen.

Üblicherweise wird im Verkehrswegebau auf dem natürlichen, gewachsenen Untergrund ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m²gefordert, um ein standsicheres Auflager für den Unterbau und den Oberbau zu erhalten.

In den Zonen Ia, IIa und Ib, in denen (unterhalb des Oberbodens) künstliche Auffüllungen oder Filderlehmböden zuoberst anstehen, wird dieser Wert nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung voraussichtlich überwiegend nicht erreicht. Es handelt sich um plastische Tonböden, deren Eigenschaften stark wassergehaltsabhängig und die daher zusätzlich auch noch witterungsempfindlich sind.

Wir empfehlen daher, in den Zonen Ia, IIa und Ib den natürlichen Untergrund durch eine **Bodenverbesserung mit hydraulischem Bindemittel** zu stabilisieren, um eine ausreichende Tragfähigkeit zu erreichen und darüber hinaus auch die Witterungsempfindlichkeit der Böden zu verringern.

Für die Zone IIb raten wir von einer Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln ab, da die hier anstehenden Talablagerungen erhöhte organische Gehalte aufweisen, die die bei der Bodenverbesserung stattfindenden Prozesse behindern können. Auf die Maßnahmen in Zone IIb zur Gewährleistung der Tragfähigkeit wird weiter unten eingegangen.

Bei einer Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln ist darauf zu achten, dass das Bindemittel gleichmäßig ausgebracht und mit einer Bodenfräse homogen eingemischt wird. Die erforderliche Bindemittelzugabe richtet sich nach dem Wassergehalt und der Plastizität des

Bodens. In der Regel liegt sie zwischen 2 Gew.-% und 4 Gew.-%. Die erforderliche Bindemittelmenge wird im Zuge der Eignungsprüfung oder mittels Testfeldern bei der Bauausführung ermittelt. Bei der Wahl der Art des Bindemittels sind auch die Verwehungsanfälligkeit und die Ätzwirkung von ungelöschtem Kalk zu berücksichtigen. Neben einer Kalkstabilisierung kommt auch daher die Verwendung von Kalk-Zement-Gemischen in Betracht (z. B. "Dorosol"), die weniger verwehungsanfällig sind.

Weitere Hinweise zu Bodenverbesserungsmaßnahmen finden sich in den ZTV E-StB 17[5] und in dem einschlägigen Merkblatt[6]. Außerdem wird auf das Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaus[7] hingewiesen.

Wie bereits dargelegt, verläuft die Trasse im tiefsten Einschnittsbereich (Zone IIb) in weichen Talablagerungen, die für eine Bodenverbesserung ungeeignet sind. Wir empfehlen hier, die Talablagerungen auszuräumen und durch ein geeignetes, verdichtet eingebautes Material zu ersetzen. Die erforderliche Dicke des **Bodenaustauschs** hängt von der erforderlichen Tragfähigkeit ab und ist im Zuge der Planung festzulegen. Nähere Hinweise zu den Einbaumaterialien und zu ihrem verdichteten Einbau finden sich weiter unten.

Da die Talablagerungen wassergesättigt sind, ist mit dem Anfall von Grundwasser zu rechnen. Das zutretende Wasser ist in Abzugsgräben und Dränleitungen zu fassen, in Pumpensümpfen zu sammeln und rasch abzuleiten, um eine Beeinträchtigung der Sohle zu verhindern (**offene Wasserhaltung**). Hierbei wird auch das anfallende Tagwasser (Niederschlagswasser, Oberflächenwasser) erfasst und abgeleitet. Da der Einschnitt unter den Grundwasserspiegel gering ist, die bindigen Böden eine geringe Durchlässigkeit aufweisen und der betroffene Abschnitt eine relativ kleine Grundfläche aufweist, sind die zutretenden Wassermengen gering. Wasserhaltungsmaßnahmen im Bauzustand sind erlaubnispflichtig (vgl. auch Abschnitt 7.1).

5.2 Dammschüttungen, Erd- und Verdichtungsarbeiten

Sowohl beim Bodenaustausch in Zone IIb als auch bei der Herstellung des Unterbaus in den übrigen Zonen werden in relativ geringem Maße Geländeanschüttungen (Dammschüttungen) erforderlich.

---

5 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

6 Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, Ausgabe 2004, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

7 Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau, Ausgabe 2003, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V: Köln

Zunächst ist anzustreben, das beim Aushub im Einschnittsbereich anfallende Material wieder einzubauen. Die Filderlehmböden und bindige Auffüllungen (ohne Grobbestandteile) sind für eine Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln gut geeignet. Der Boden wird im Ausbau- oder Einbaubereich ausgebreitet (wobei die Dicke der ausgebreiteten Lage der Frästiefe entspricht), das Bindemittel wird gleichmäßig ausgebracht und mit einer Bodenfräse homogen eingemischt. Anschließend wird die verbesserte Bodenlage fachgerecht verdichtet. Dieselbe Vorgehensweise ist auch zu wählen, wenn bindige Böden, die auf anderen Baustellen als Aushub anfallen, angeliefert werden und eingebaut werden sollen.

Weiterhin sind körnige Gemische mit weit gestufter Kornverteilung (Schotter-Splitt-Gemische) gut geeignet für Dammschüttungen. Ideal sind Tragschichtmaterialien nach TL SoB-StB 04[8]. Grundsätzlich kommt auch güteüberwachtes Recyclingmaterial in Frage. Die Kriterien für die stoffliche Zusammensetzung und die Eigenschaften von Recyclingmaterial sind in den TL RC-ToB 95[9] genannt. Die Kornverteilung soll derjenigen für ungebundene Tragschichten nach TL SoB-StB 04 entsprechen. Die Raumbeständigkeit des Materials muss sichergestellt sein, ebenso die Schadstofffreiheit und wasserwirtschaftliche Verträglichkeit. Da es sich bei den genannten Materialien um güteüberwachte Baustoffe handelt, sind diese vergleichsweise teuer.

Zusammengefasst gelten für Fremdmaterialien, die als Dammschüttmaterial verwendet werden sollen, unabhängig von ihrer Materialart folgende Anforderungen:

- Das Material soll in geeigneter und gleichmäßiger Beschaffenheit sowie in ausreichender Menge vorhanden sein bzw. angeliefert werden. Es soll nach Möglichkeit ohne Zusatzmaßnahmen verdichtungsfähig sein.

- Bindige Böden sollen beim Einbau mindestens halbfeste Konsistenz besitzen.

- Breiige oder stark durchnässte Böden, stark humoses oder organisches Material sowie Gemische mit zersetzungsfähigen Bestandteilen sind nicht für einen Wiedereinbau geeignet.

- Die Böden dürfen keine größeren Steine und Blöcke enthalten, damit sie noch gut verdichtet werden können. Ein Größtkorn von 15 cm soll nicht überschritten werden.

- Das Material darf keine Schadstoffe enthalten.

---

8 Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

9 Technische Lieferbedingungen für Recycling-Baustoffe in Tragschichten ohne Bindemittel, Ausgabe 1995, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

- Die Verdichtbarkeit und Einhaltung der genannten Anforderungen hat der Auftragnehmer vor Einbau des Materials durch Vorlage entsprechender Prüfzeugnisse für jedes zum Einbau vorgesehene Bodenmaterial nachzuweisen. Gerne sind wir bei der geotechnischen Beurteilung von Erdbaustoffen behilflich.

- Es ist Aufgabe der Bauüberwachung, die Beschaffenheit und Zusammensetzung der angelieferten Böden, Recycling- und anderer Materialien auf Übereinstimmung mit den vorgelegten Ergebnissen der jeweiligen Eignungsprüfungen zu kontrollieren oder kontrollieren zu lassen.

Für Dammschüttungen ergeben sich folgende Arbeitsschritte:

- Der Oberboden ist im betreffenden Bereich abzuschieben. Er darf nicht für den Wiedereinbau verwendet werden. Er ist in flachen Mieten ohne Vermengung mit anderem Bodenmaterial geschützt zwischenzulagern und kann z. B. zur Begrünung neuer Böschungen verwendet werden.

- Bei den oberflächennah anstehenden Filderlehmböden handelt es sich um plastische Tonböden, deren Eigenschaften stark wassergehaltsabhängig und die daher witterungsempfindlich sind. Sie neigen bei Wasserzutritten zu tief reichenden Aufweichungen und sind dann mit Radfahrzeugen nur schwer befahrbar.

- Wie bereits beschrieben sollen daher nicht nur bindige Schüttmaterialien, sondern auch die anstehenden Böden durch eine Bodenverbesserung mit hydraulischem Bindemittel stabilisiert werden. Dies verbessert die Befahrbarkeit und verringert die Witterungsempfindlichkeit.

- Niederschlagswasser ist mittels Dränleitungen und Abzugsgräben zu fassen und rasch abzuleiten, um eine Durchweichung des Erdplanums zu verhindern. Planumsflächen sind mit einem Gefälle anzulegen, das zu den Abzugsgräben bzw. Baudränagen oder nach außen gerichtet ist. Sie sind insbesondere vor Arbeitsunterbrechungen (Wochenenden) glatt zu walzen. Zum Planumsschutz verweisen wir auch auf die ZTV E-StB 17.

- Zum Einbau vorgesehene Böden und Materialien sind beim Transport und bei eventueller Zwischenlagerung sowie im eingebauten Zustand vor Witterungseinflüssen (insbesondere gegen Durchfeuchtung) zu schützen.

- Das Material ist lagenweise einzubauen und zu verdichten. Das Verdichtungsgerät ist auf das Einbaumaterial und die Dicke der einzelnen Schüttlagen abzustimmen. Die Verdichtung ist in Anlehnung an Tabelle 2 der ZTV E-StB 17 so auszuführen, dass einheitlich ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % erreicht wird.

- Es sind in vorgeschriebenen Umfang Verdichtungsprüfungen (Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen) durchzuführen. Einzelheiten bezüglich Art, Methodik und Auswertung dieser Prüfungen sind in den ZTV E-StB 17 geregelt.

Für die Böschungen im Einschnittsbereich gilt: Sofern die Einschnittstiefe geringer als 5 m ist, ausreichende Platzverhältnisse vorliegen und die Bedingungen nach Abschnitt 4.2 der DIN 4124 eingehalten sind, können freie Böschungen ohne besonderen Standsicherheitsnachweis angelegt werden. Falls die Bedingungen eines Regelfalls nicht eingehalten werden können (vgl. DIN 4124; insbesondere bei Höhen > 5 m), muss die Standsicherheit der Baugrubenböschung entsprechend DIN 4084 rechnerisch nachgewiesen werden.

Da die quartären Deckschichten auch weiche Konsistenz aufweisen, empfehlen wir eine einheitliche Böschungsneigung von ß ≤ 45°. Die genannte Neigung soll nicht überschritten werden; die einschränkenden Bedingungen der genannten Norm sind zu beachten (z. B. keine Belastung der Böschungskronen etc.). Außerdem empfehlen wir, die Böschungsflächen zum Schutz gegen Witterungseinflüsse mit reißfesten Folien abzuhängen. Am Kopf der Böschungen soll durch geeignete Maßnahmen verhindert werden, dass Oberflächenwasser von den angrenzenden Flächen zutritt.

Permanente freie Einschnitts- und Auffüllböschungen sollen nicht steiler als mit einer Neigung von 1:1,5 angelegt werden. Dann ist ihre Standsicherheit in der Regel gewährleistet. Auch die Begrünung und gärtnerische Pflege sind dann ohne größeren Aufwand möglich.

5.3 Hinweise zu befestigten Flächen

Im Zuge der Streckenverlängerung sind drei neue Z-Überwege vorgesehen:

Die im Bereich der Geranienstraße vorhandene Unterführung unter den S-Bahn-Gleisen (km 4+490) bleibt in der jetzigen Form bestehen; die daneben liegenden Stadtbahngleise werden ebenerdig mit einem neu zu errichtenden Z-Überweg überquert.

Die alte Max-Lang-Straße wird einschließlich der Straßenbrücke im Bereich des Jugendhauses rückgebaut. Die neue Stadtbahntrasse verläuft hier in einem Einschnitt und entspricht von der Höhenanordnung dem Quartiersplatz, der an dieser Stelle geschaffen werden soll und den Übergang zu dem sich nördlich anschließenden Gewerbegebiet Schelmenäcker bildet. Die im Bereich der Markomannenstraße vorhandene Unterführung unter den S-Bahn-Gleisen bleibt in der jetzigen Form bestehen; die Stadtbahngleise können aufgrund dieser gestaffelten Höhenanordnung ebenerdig mit einem neu zu errichtenden Z-Überweg gequert werden (km 4+770).

Ein weiterer Z-Überweg ist nahe des östlichen Endes der Trasse im Bereich des Schützenweges vorgesehen (km 4+890).

Generell ist bei befestigten Flächen wie den geplanten Z-Überwegen auf eine ausreichende Tragfähigkeit und Frostsicherheit des Aufbaus zu achten. Wir gehen davon aus, dass die Z-Überwege so konzipiert sind, dass auch eine Befahrung mit Fahrzeugen erfolgen kann und daher die Regelungen der die RStO 12[10] und der ZTV E-StB 17 für die Bemessung und Ausführung von Verkehrsflächen sinngemäß Anwendung finden.

Die erforderliche Mindestdicke des Aufbaus hängt außer von der Verkehrsbelastung (Bauklassen) in erster Linie von der Frostempfindlichkeitsklasse der anstehenden Böden ab. Daneben spielen auch örtliche Faktoren, wie z. B. die Frosteinwirkungszone eine Rolle. Der Standort liegt nach Bild 4 der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone I. Die oberflächennah anstehenden Böden sind in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 gemäß ZTV E-StB 17 einzuordnen (sehr frostempfindlich).

Die Bauklasse ist von den Planern in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung festzulegen. Die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus lässt sich hiernach anhand der Tabellen 6 und 7 der RStO 12 ermitteln.

In Bezug auf die Tragfähigkeit des Untergrundes und eventuelle Zusatzmaßnahmen (Bodenverbesserung, ggf. Bodenaustausch) verweisen wir auf die Ausführungen in Abschnitt 5.2, die hier in gleicher Weise gelten.

---

[10] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

6 Weitere Maßnahmen

6.1 Stützkonstruktionen und Sicherungsmaßnahmen

Wie bereits im vorhergehenden Abschnitt 5.3 beschrieben, bleibt die **nahe der Geranienstraße vorhandene Unterführung** unter den S-Bahn-Gleisen (km 4+500) in der jetzigen Form bestehen. Dies betrifft auch die Treppenanlage, die künftig zwischen den S-Bahn-Gleisen und der Stadtbahntrasse liegen wird. Nach den vorliegenden Unterlagen erscheint es nicht erforderlich, die Treppenanlage an die neue geometrische Situation und geänderte Lastkonstellation (Nähe zur Stadtbahn) anzupassen.

Die alte Max-Lang-Straße wird einschließlich der Straßenbrücke im Bereich des Jugendhauses rückgebaut (km 4+770). Die **nahe der Markomannenstraße vorhandene Unterführung** unter den S-Bahn-Gleisen bleibt bestehen; der Abbruch, die Streckenverlängerung und der Bau der sich östlich anschließenden Haltestelle haben keine Auswirkungen auf die Unterführung und ihre Standsicherheit.

In dem Abschnitt, in dem die alte Max-Lang-Straße rückgebaut wird, das Gelände für die Schaffung des neuen Quartierplatzes dauerhaft abgesenkt wird und die Stadtbahntrasse nahe der S-Bahn-Gleise verläuft, wird die S-Bahntrasse einseitig freigelegt, so dass eine dammartige Situation entsteht. Dies betrifft einen ca. 40 m langen Abschnitt (km 4+760 bis 4+800). In den uns vorliegenden Planunterlagen (vgl. in Abschnitt 1 aufgeführte Planunterlagen) sind hier Stützwände vorgesehen, die den Höhensprung zwischen der S-Bahn- und der Stadtbahntrasse sichern sollen. Zusätzlich sind in dem Bereich Fahrleitungsmasten der S-Bahn vorhanden.

Stützkonstruktionen wie Winkelstützwände können flach in frostsicherer Tiefe in natürlich anstehenden Böden mit mindestens steifer Konsistenz gegründet werden. Wir empfehlen, bei der Gründungsbemessung nach DIN 1054: 2010-12 einen Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d}$ = 210 kN/m² nicht zu überschreiten. Bei einer Bemessung nach DIN 1054:2005-01 entspricht dies einem aufnehmbaren Sohldruck von σ_{zul} = 150 kN/m². Die Beanspruchung aus darüber liegenden S-Bahn-Gleisen und dem dortigen Bahnverkehr sind bei der Bemessung zu berücksichtigen (auch unter Einbeziehung der einschlägigen Regelwerke der Deutschen Bahn AG). Darüber hinaus sind bei Stützkonstruktionen weitere erdstatische Nachweise (wie z. B. Kippen, Gleiten, Grundbruch etc.) zu führen.

Eine Hinterfüllung aus körnigem Material bietet den Vorteil, dass die Erddruckbeanspruchung gering gehalten werden kann. Körniges Material ist auch vorteilhaft im Hinblick auf möglichst geringe Setzungen des Geländes. Die Hinterfüllung muss wirksam entwässert werden, um eventuell zeitweise aus dem Hang zutretendes Sicker- und Schichtenwasser zuverlässig zu fassen und abzuleiten.

Es ist zu beachten, dass für die Herstellung solcher Stützkonstruktionen ein ausreichend großer Arbeitsraum benötigt wird. Dies kann bei Winkelstützwänden mit einem erdseitigen Sporn dazu führen, dass in das dahinter liegende und zu sichernde Gelände, hier also in den S-Bahndamm eingegriffen werden muss. Für die dabei entstehenden Einschnittsböschungen gelten die Hinweise aus Abschnitt 5.2. Dies muss mit der Deutschen Bahn AG abgestimmt werden.

Aufgrund der beengten Platzverhältnisse halten wir es für überlegenswert, eine Sicherung auszuführen, die ohne Arbeitsraum auskommt. In Frage kommt z. B. eine Bohrpfahlwand, die an Stelle der Stützwand ausgeführt wird und als dauerhafte Sicherung ausgebildet wird. Diese Pfahlwand kann im Endzustand verblendet / verkleidet werden. Bei den hier vorhandenen geringen Höhendifferenzen kann die Pfahlwand voraussichtlich eingespannt ausgeführt werden. Vorteilhaft ist, dass der Eingriff in den S-Bahndamm wesentlich reduziert wird. Die Herstellung von Bohrpfählen muss von einer geeigneten, hochliegenden Arbeitsebene ausgeführt werden. Daher wäre die Herstellung einer solchen Pfahlwand frühzeitig vorzunehmen und mit dem Rückbau der Max-Lang-Straße und der dortigen Straßenbrücke zu koordinieren. Auch andere Sicherungselemente wie z. B. Spundbohlen kommen in Betracht. Aufgrund der unmittelbaren Nähe und der Lage der Stützkonstruktion im Einflussbereich des Lastabtrags der S-Bahn ist auch eine frühzeitige Abstimmung mit der Deutschen Bahn AG erforderlich. Falls eine solche Lösung in Betracht gezogen wird, sind wir gerne bereit, nähere Hinweise zu geben.

6.2 Unterwerk

Am östlichen Ende der Trasse (km 5+030) ist ein Unterwerk vorgesehen. Dabei handelt es sich um ein eingeschossiges Technikgebäude mit einer Grundfläche von ca. 13 m x 8 m. Es weist eine Höhe von ca. 5 m auf und bindet ca. 2 m in den Untergrund ein (Auskünfte von Herrn Dr. Rowas von der SSB AG am 04.06.2019). Nähere Angaben z. B. zu Bauwerkslasten liegen uns nicht vor.

Beim jetzigen Kenntnisstand schätzen wir die Situation so ein, dass ein solches Gebäude flach gegründet werden kann, sofern nicht besondere Anforderungen an das Setzungsverhalten bestehen oder sehr hohe Lasten abzutragen sind. Die Gründung kann in frostsicherer Tiefe in natürlich anstehenden Böden mit mindestens steifer Konsistenz erfolgen.
Unter diesen Voraussetzungen empfehlen wir, für die Fundamentbemessung nach DIN 1054: 2010-12 einen Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d}$ = 250 kN/m² anzusetzen. Bei einer Bemessung nach DIN 1054:2005-01 entspricht dies einem aufnehmbaren Sohldruck von σ_{zul} = 180 kN/m².

Ebenso ist eine Gründung auf einer statisch wirksamen, durchgehenden Bodenplatte denkbar. Zur Bemessung einer solchen Bodenplatte wird in der Regel das Bettungsmodulverfah-

ren angewendet. Der Bettungsmodul ist eine abgeleitete Rechengröße, die sich aus dem Last-Setzungs-Verhalten der Bodenplatte ergibt und als Quotient der Sohlspannung und der zugehörigen Setzung definiert ist. Falls eine solche Lösung in Betracht kommt, bitten wir um nähere Angaben zu den Lasten, damit wir das Setzungsverhalten untersuchen und einen Bettungsmodul angeben können. Wir empfehlen, eine solche Platte auf einer mindestens 30 cm dicken Trag- und Filterschicht aus verdichtetem Schottermaterial aufzulagern.

6.3 Gründung von Masten

Weiterhin werden im Zuge der Streckenverlängerung Fahrleitungsmasten aufgestellt sowie ein Sendemast für den Zugfunk in der Nähe des Unterwerks am östlichen Ende der Trasse.

Die Masten können flach in frostsicherer Tiefe in natürlich anstehenden Böden mit mindestens steifer Konsistenz gegründet werden. Erfahrungsgemäß ergibt sich die Größe der Fundamente bei Masten aus der Kippsicherheit. Die Sohlspannung ist dabei von untergeordneter Bedeutung und kann nach den Tabellen des EC 7 angesetzt werden.

7 Weitere Hinweise zur Planung und Bauausführung

7.1 Wasserrechtliche Hinweise

Für die durchgeführten Erkundungsmaßnahmen wurde aufgrund der geringen Sondiertiefen und -durchmesser keine wasserrechtliche Erlaubnis beantragt. Da in einem Teil der Rammkernsondierungen Wasserzutritte festzustellen waren, schlagen wir vor, die Ergebnisse der Baugrunderkundung an die Untere Wasserrechtsbehörde beim Landratsamt Esslingen zu übermitteln.

Bauliche Maßnahmen, die Einflüsse auf das Grundwasser haben können oder unter den Grundwasserspiegel einschneiden, bedürfen einer Genehmigung durch die Untere Wasserrechtsbehörde beim Landratsamt Esslingen.

In dem Bereich, in dem die Stadtbahntrasse tiefer als das heutige Gelände verläuft (vgl. Abschnitt 5), ist damit zu rechnen, dass das Grundwasser freigelegt wird und temporäre Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig werden. Die temporäre Entnahme und Ableitung von Grundwasser ist in wasserrechtlicher Hinsicht erlaubnispflichtig. Üblicherweise sind die entnommenen und abgeleiteten Wassermengen zu erfassen; dies betrifft sowohl Niederschlagswasser als auch Grundwasser. Falls das Wasser in die öffentliche Entwässerung (Kanal) eingeleitet wird, ist darüber hinaus die Zustimmung des Netzbetreibers (Tiefbauamt,

Stadtwerke o. Ä.) erforderlich; dabei sind sog. Einleiterichtwerte einzuhalten. Die Einhaltung ist durch chemische Laboruntersuchungen nachzuweisen. Je nach Umfang von Betonierarbeiten kann auch eine Neutralisationsanlage erforderlich werden. Auch für den Fall, dass die Ableitung in ein Oberflächengewässer erfolgt, existieren behördliche Vorgaben.

Wir empfehlen, die Wasserhaltungsmaßnahmen frühzeitig mit der Wasserrechtsbehörde abzustimmen und dabei Art und Umfang des Verfahrens sowie die vorzulegenden Antragsunterlagen zu klären. Von Behördenseite können Auflagen erteilt werden, die von den hier gegebenen Empfehlungen abweichen oder darüber hinausgehen. Wir sind gerne bereit, den wasserrechtlichen Antrag auszuarbeiten und namens der Bauherrschaft einzureichen.

Falls Bohrarbeiten z. B. zur Herstellung einer Pfahlwand notwendig werden, sind diese Maßnahmen ebenfalls in wasserrechtlicher Hinsicht erlaubnispflichtig.

7.2 Kampfmittelreste im Untergrund

Es liegen Luftbildauswertungen des Kampfmittelbeseitigungsdienstes des Regierungspräsidiums Stuttgart vom 04.07.2017 und vom 24.10.2018 vor, die hier als Anlage 4 beigefügt sind. Demnach kann ein Großteil des Trassenabschnittes als kampfmittelfrei angesehen werden.

In dem nicht-freigegebenen, kampfmittelverdächtigen Bereich sind diejenigen Maßnahmen, die mit Eingriffen in den Untergrund verbunden sind (Aushub- und Erdarbeiten), durch entsprechend geschultes Personal zu überwachen.

Inwieweit es hier möglich ist, sog. Oberflächensondierungen vorzunehmen, um die Kampfmittelfreiheit zu überprüfen, ist fraglich, da in unmittelbarer Nähe die S-Bahntrasse mit den Fahrleitungen verläuft. Wir empfehlen, diese Frage frühzeitig mit dem Kampfmittelbeseitigungsdienst oder einer qualifizierten Fachfirma zu erörtern.

Die zur Überwachung im Hinblick auf Kampfmittel erforderlichen Leistungen können zusammen mit den Bauleistungen ausgeschrieben und an gewerbliche Kampfmittelräumunternehmen vergeben werden.

8 Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse im Bereich der geplanten Baumaßnahmen wurden auf der Grundlage von zwölf Rammkernsondierungen sowie 11 älteren Aufschlüssen und anhand bodenmechanischer Laborergebnisse beschrieben und beurteilt.

Die Angaben im vorliegenden Bericht beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Abweichungen von den hier beschriebenen Befunden können nicht ausgeschlossen werden. Bei der Bauausführung ist deshalb eine ständige und sorgfältige Kontrolle der Untergrundverhältnisse im Vergleich zu den Folgerungen im Bericht erforderlich. In allen Zweifelsfällen ist der Baugrundgutachter zu verständigen.

Die hier gegebenen Hinweise zur Abgrenzung der Homogenbereiche können nicht als Grundlage für verbindliche Massenermittlungen dienen und ein Aufmaß während der Ausführung nicht ersetzen.

Für die Beantwortung von geotechnischen Fragen im Zuge der weiteren Planung und Bauausführung stehen wir gerne zur Verfügung.

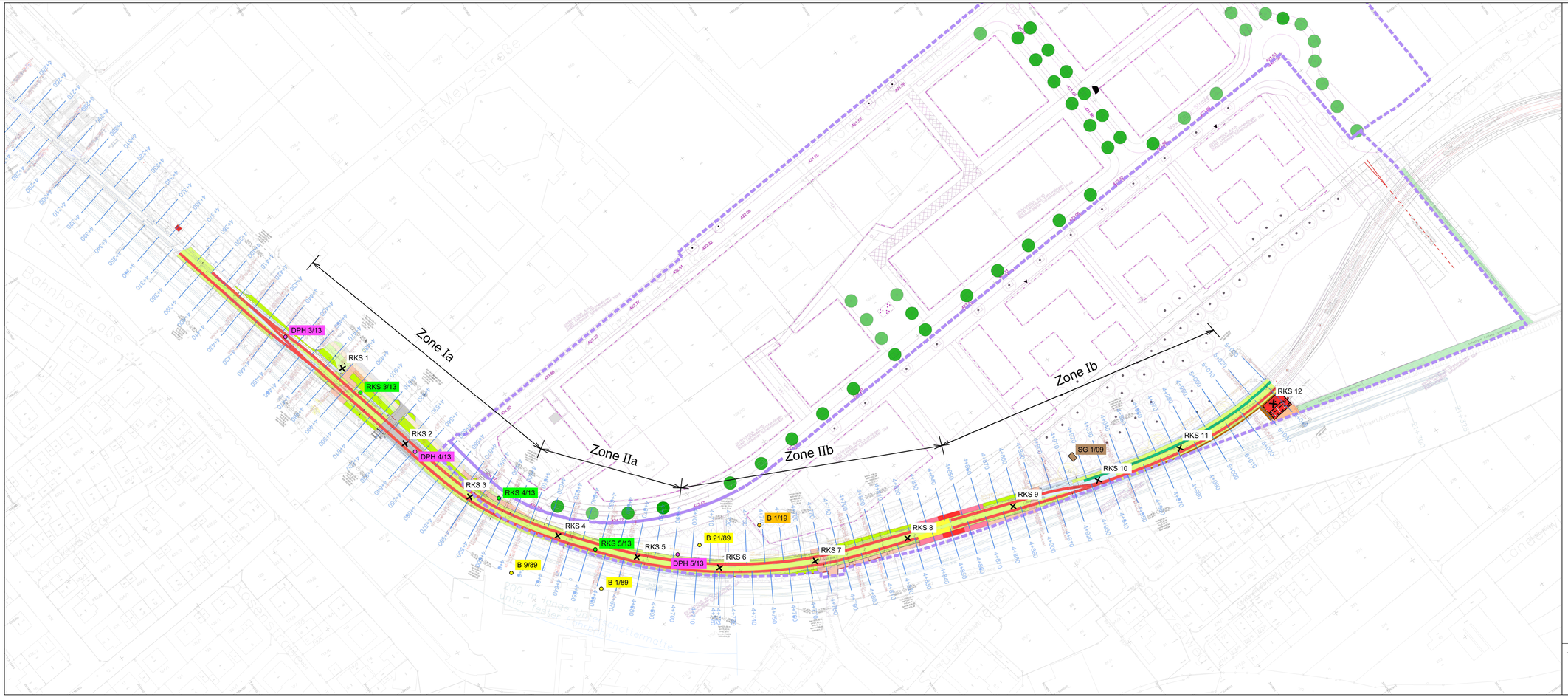
Leinfelden-Echterdingen, 12. Juni 2019

Prof. Dr.-Ing. J. Giere

Dipl.-Geol. K. Eichstädt

Top. Karte 1:25000 Baden-Württemberg (2012), Maßstab 1:10000
©Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2007

N	VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	LEINFELDEN-ECHTERDINGEN Stadtbahnverlängerung U5 2. TA, Bahnhof bis Neuer Markt Übersichtslageplan	Anlage 1.1 Az 17 116 Datum 12.06.2019 Maßstab 1:10000 Bearbeiter Ei



Zonen Ia, Ib, IIa, IIb = Zoneneinteilung unter geotechnischen Gesichtspunkten siche Tabelle 5 in Abschnitt 5.1

Aktuelle Baugrundaufschlüsse:

×	RKS 1 - RKS 12	= Rammkernsondierungen, VEES | PARTNER
●	B 1/19	= Aufschlussbohrung, VEES | PARTNER

Ältere Baugrundaufschlüsse:

●	B 1/89, B 9/89, B 21/89	= Aufschlussbohrungen, VEES | PARTNER
■	SG 1/09	= Schürfgrube, VEES | PARTNER
●	RKS 3/13 - RKS 5/13	= Rammkernsondierungen, CDM Smith Consult GmbH
●	DPH 3/13 - DPH 5/13	= Sondierungen mit der schweren Rammsonde, CDM Smith Consult GmbH

Plangrundlage: Lageplan (Planfeststellung), Plan Nr. VPE 090984e, M 1:500, SSB AG. Stuttgart, 28.12.2017, zuletzt geändert am 14.03.2019

VEES | PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Friedrich-List-Straße 42
70771 Leinfelden - Echterdingen

LEINFELDEN-ECHTERDINGEN

Stadtbahnverlängerung U5
2. TA, Bahnhof bis Neuer Markt

Lageplan

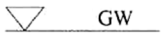
Anlage	1.2
Az	17 116
Datum	12.06.2019
Maßstab	1:1000
Bearbeiter	Ei

Schichtprofile der Rammkernsondierungen RKS 1/19 bis RKS 12/19 (Anlagen 2.1 und 2.2) sowie Schichtprofile und Sondierdiagramme weiterer Aufschlüsse (B 1/89, B 9/89, B 21/89, SG 1/09, RKS 3/13 bis RKS 5/13, DPH 3/13 bis DPH 5/13 sowie B 1/19) (Anlagen 2.3 bis 2.13)

Legende:

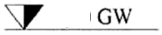
RKS x/xx Rammkernsondierung Nr./Jahr

B x/xx Aufschlussbohrung Nr./Jahr

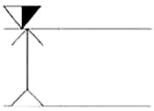


Grundwasser beim Bohren angetroffen

Ruhegrundwasserspiegel in der Messstelle am ...



Wasserstand im Bohrloch/Sondierloch


Grundwasser beim Bohren angetroffen und Anstieg auf …

gestrichelte Linie links der Profilsäule:
Bohrung im Rammkernverfahren (Schappe)

Doppelstrich links der Profilsäule:
Bohrung im Rotationsverfahren mit Doppelkernrohr
und Spülwasserzugabe

Konsistenzen/Beschaffenheit
(Signatur rechts der Profilsäule):

weich	steif	halbfest	fest

Aufschlüsse CDM Smith Consult GmbH:

RKS x Rammkernsondierung Nr.

DPH x Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde nach DIN 22476-2

RKS 1

km 4+ 480

RKS 2

km 4 + 530

RKS 3

km 4 + 575

RKS 4

km 4 + 625

RKS 5

km 4 + 670

RKS 6

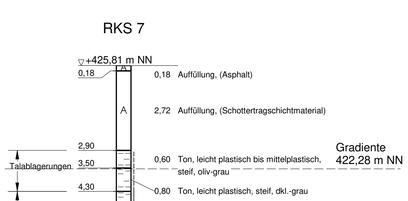
km 4 + 715

RKS 1 - RKS 6

VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	Projekt: LEINFELDEN-ECHTERDINGEN Stadtbahnverlängerung U5 2. TA, Bahnhof bis Neuer Markt	Anlage	2.1
		Az	17 116
		Datum	12.06.2019
		Maßstab	1 : 100
		Bearbeiter	Ei

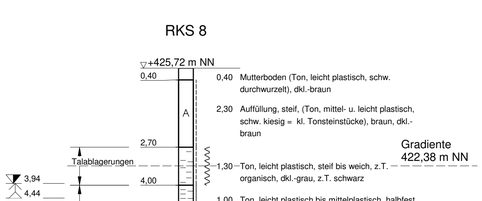
Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2018 - Y:\2017 PROJEKTE\17116 LEINFELDEN-ECHTERDINGEN, LEINFELDEN, STADTBAHNVERLÄNGERUNG U5 BIS MARKKOMANNENSTRAßE\PROFILE\17116 2019-05-07 RKS 1 - RKS 6.BOP

RKS 7



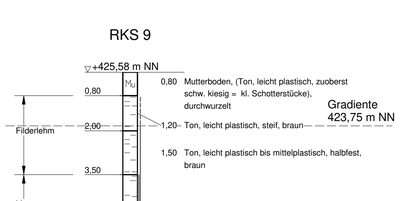
km 4 + 765

RKS 8



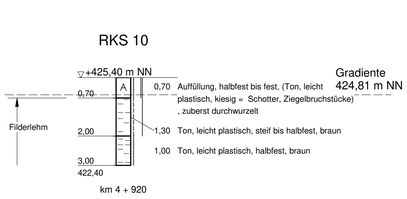
km 4 + 815

RKS 9



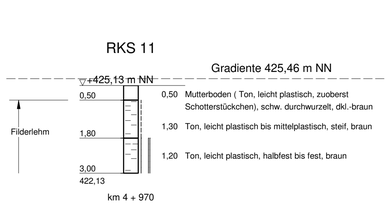
km 4 + 875

RKS 10



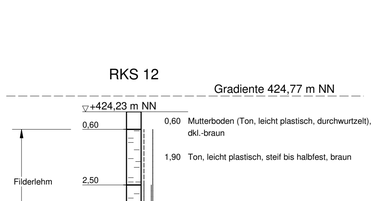
km 4 + 920

RKS 11



km 4 + 970

RKS 12



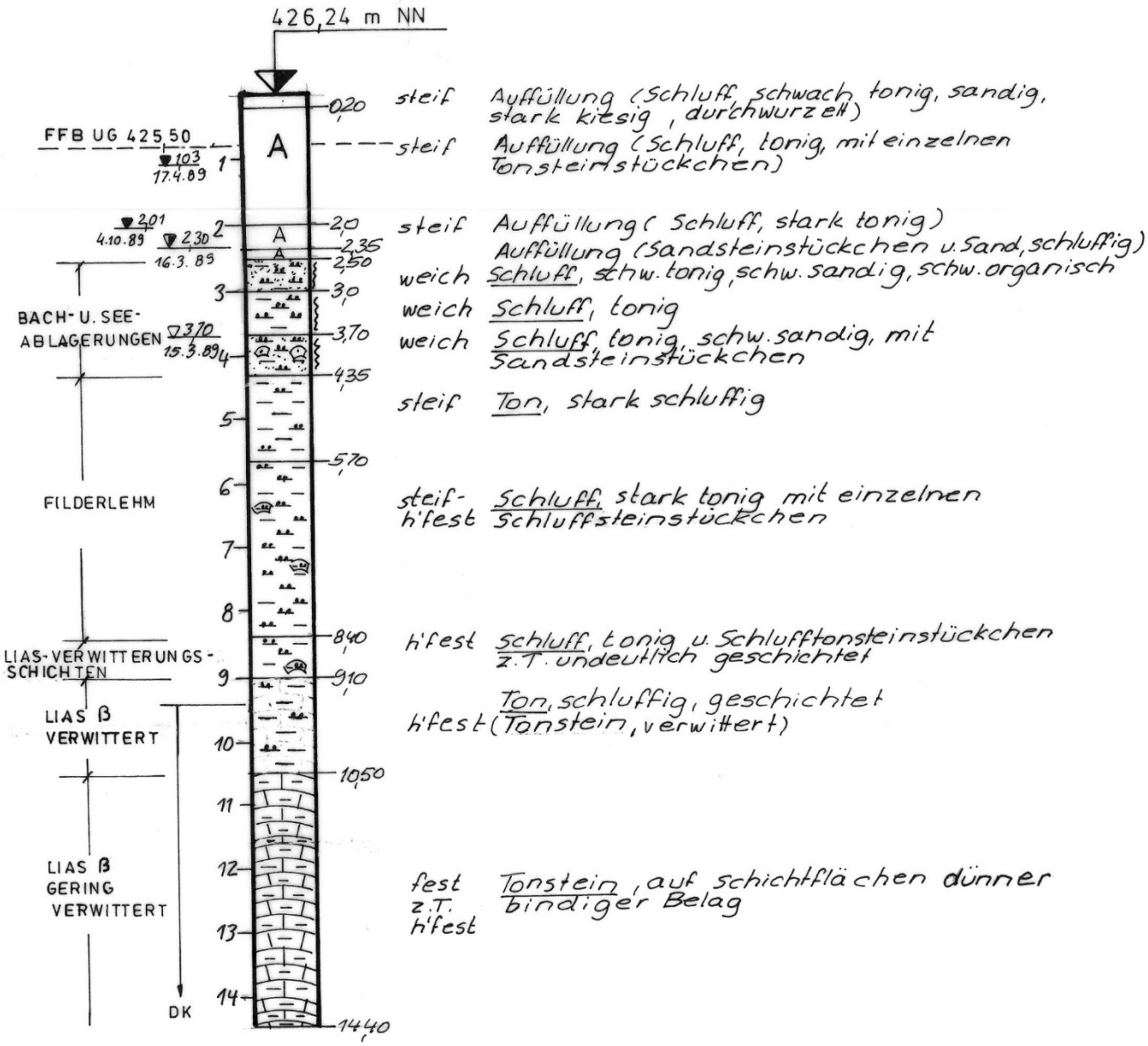
km 5 + 025

RKS 7 - RKS 12

VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	Projekt: LEINFELDEN-ECHTERDINGEN Stadtbahnverlängerung U5 2. TA, Bahnhof bis Neuer Markt	Anlage	2.2
		Az	17 116
		Datum	12.06.2019
		Maßstab	1 : 100
		Bearbeiter	Ei

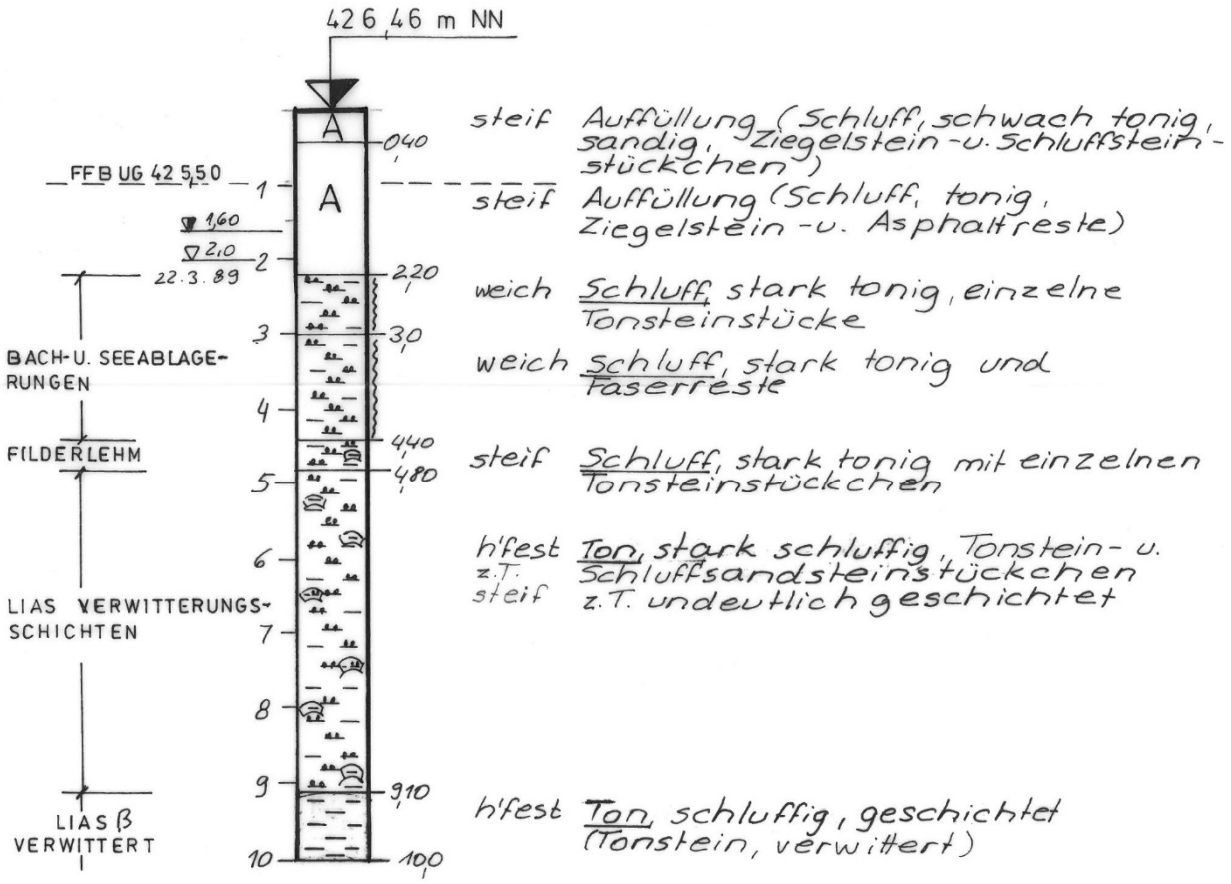
Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2018 - Y:\2017 PROJEKTE\17116 LEINFELDEN-ECHTERDINGEN, LEINFELDEN, STADTBAHNVERLÄNGERUNG U5 BIS MARKOMANNENSTRAßE\PROFILE\17116 2019-05-08 RKS 7 - RKS 12.BOX

B 1 /89
(GWM 5“)



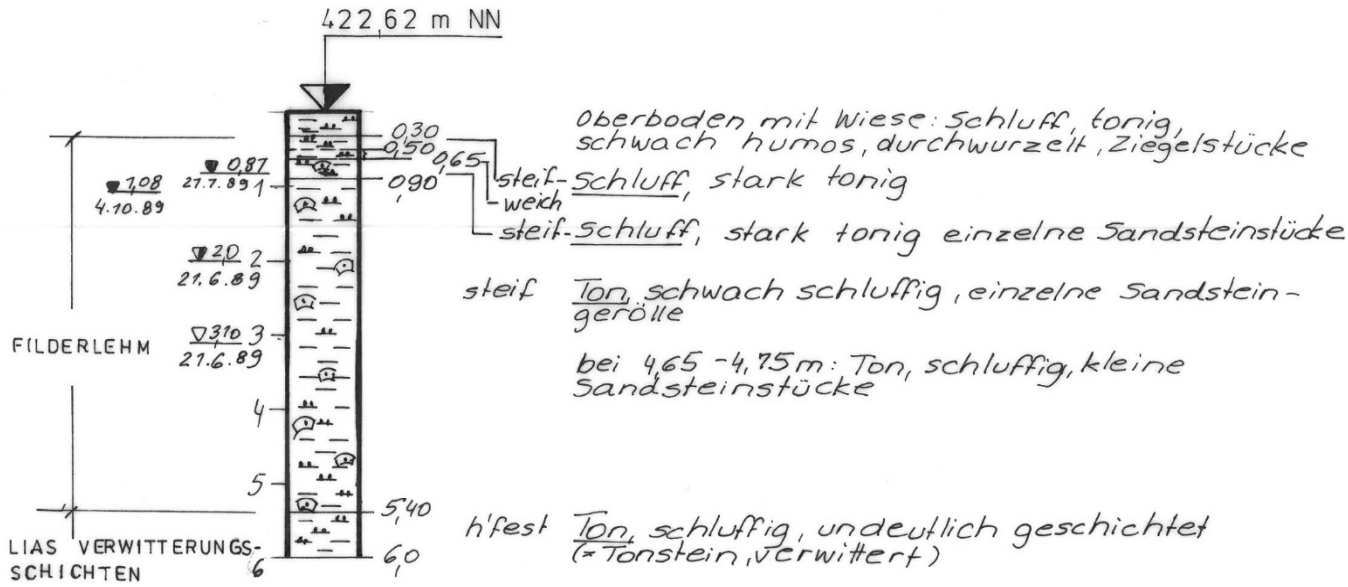
VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	LEINFELDEN-ECHTERDINGEN Stadtbahnverlängerung U5 2. TA, Bahnhof bis Neuer Markt	Anlage	2.3
		Az	17 116
		Datum	12.06.2019
		Maßstab	1:100
		Bearbeiter	Ei

B 9 /89



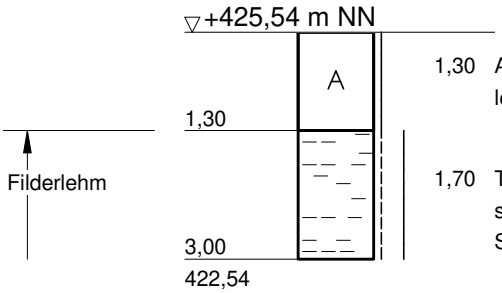
VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	LEINFELDEN-ECHTERDINGEN Stadtbahnverlängerung U5 2. TA, Bahnhof bis Neuer Markt	Anlage	2.4
		Az	17 116
		Datum	12.06.2019
		Maßstab	1:100
		Bearbeiter	Ei

B 21 /89
(GWM 4,5“)



VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	LEINFELDEN-ECHTERDINGEN Stadtbahnverlängerung U5 2. TA, Bahnhof bis Neuer Markt	Anlage	2.5
		Az	17 116
		Datum	12.06.2019
		Maßstab	1:100
		Bearbeiter	Ei

SG 1/09



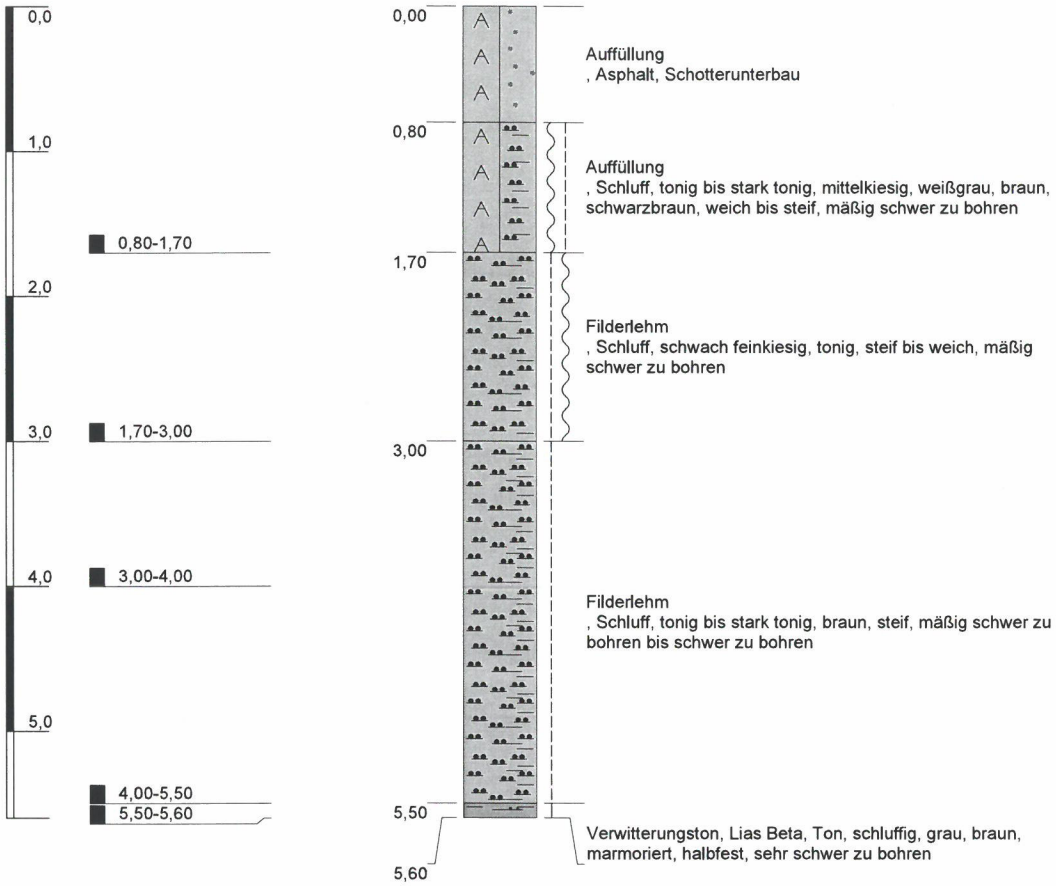
1,30 Auffüllung, halbfest, (Grasnarbe, darunter Ton, leicht plastisch, kiesig, Steine)

1,70 Ton, mittelplastisch, steif bis halbfest, stellenweise schwarze Schlieren, keine Schichtung

VEES | PARTNER Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner Baugrundinstitut GmbH Friedrich-List-Straße 42 70771 Leinfelden-Echterdingen	Projekt: LEINFELDEN-ECHTERDINGEN Stadtbahnverlängerung U5 2. TA, Bahnhof bis Neuer Markt	Anlage	2.6
		Az	17 116
		Datum	12.06.2019
		Maßstab	1 : 100
		Bearbeiter	Ei

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2018 - Y:\2017 PROJEKTE\17116 LEINFELDEN-ECHTERDINGEN, LEINFELDEN, STADTBAHNVERLÄNGERUNG U5 BIS MARKOMANNENSTRAßE\PROFILE\17116 2019-05-31 SG 1.BOP

RKS 3/13



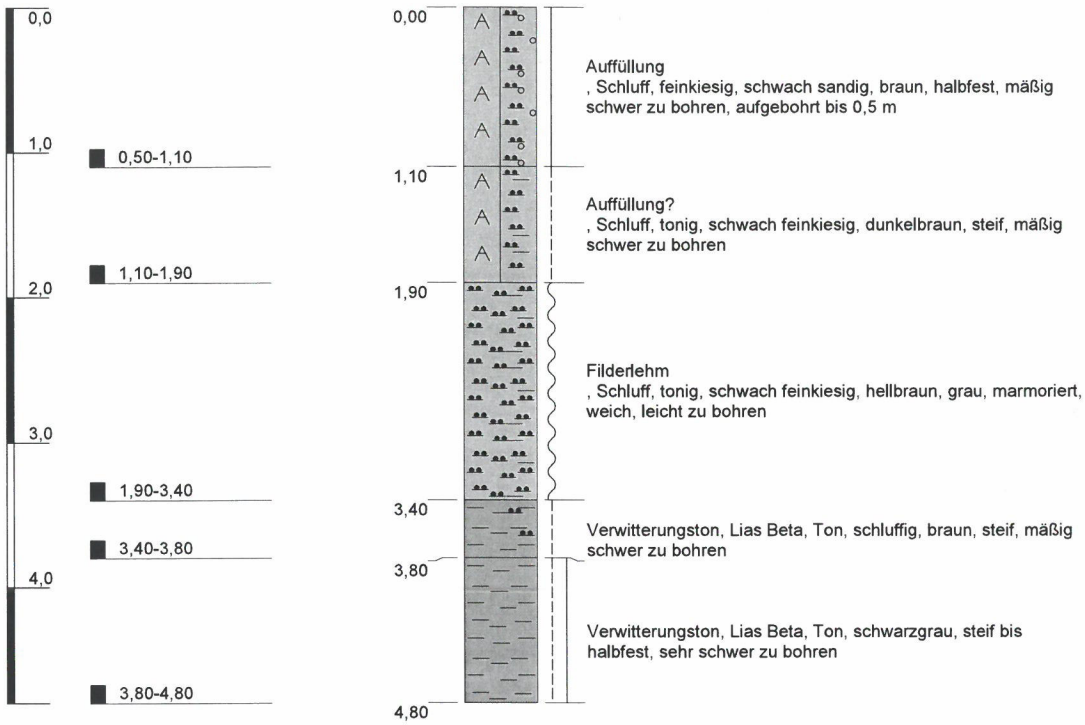
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt:	**U5, Stadtbahnverlängerung, Leinfelden-Echterdingen Projekt Nr. 91827**		
Bohrung:	**RKS 3**		
Auftraggeber:	SSB	Rechtswert:	0,00
Fachaufsicht:	CDM Smith Consult GmbH	Hochwert:	0,00
Bearbeiter:	S. Starz-Farian	Ansatzhöhe:	427,05 m NN
Bohr-Datum:	18.07.2013-19.07.2013	Anlage:	2.2

CDM Smith

RKS 4/13



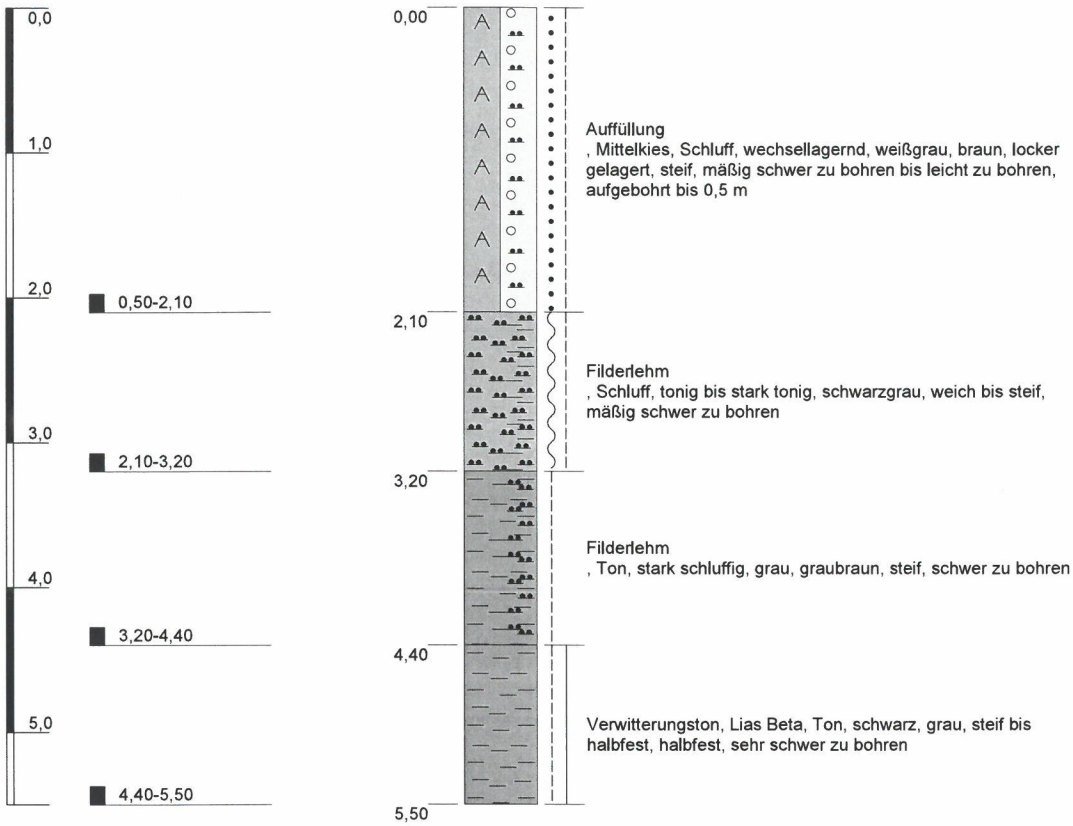
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt:	**U5, Stadtbahnverlängerung, Leinfelden-Echterdingen Projekt Nr. 91827**		
Bohrung:	**RKS 4**		
Auftraggeber:	SSB	Rechtswert:	0,00
Fachaufsicht:	CDM Smith Consult GmbH	Hochwert:	0,00
Bearbeiter:	S. Starz-Farian	Ansatzhöhe:	425,20 m NN
Bohr-Datum:	18.07.2013-19.07.2013	Anlage:	2.2

CDM Smith

RKS 5/13



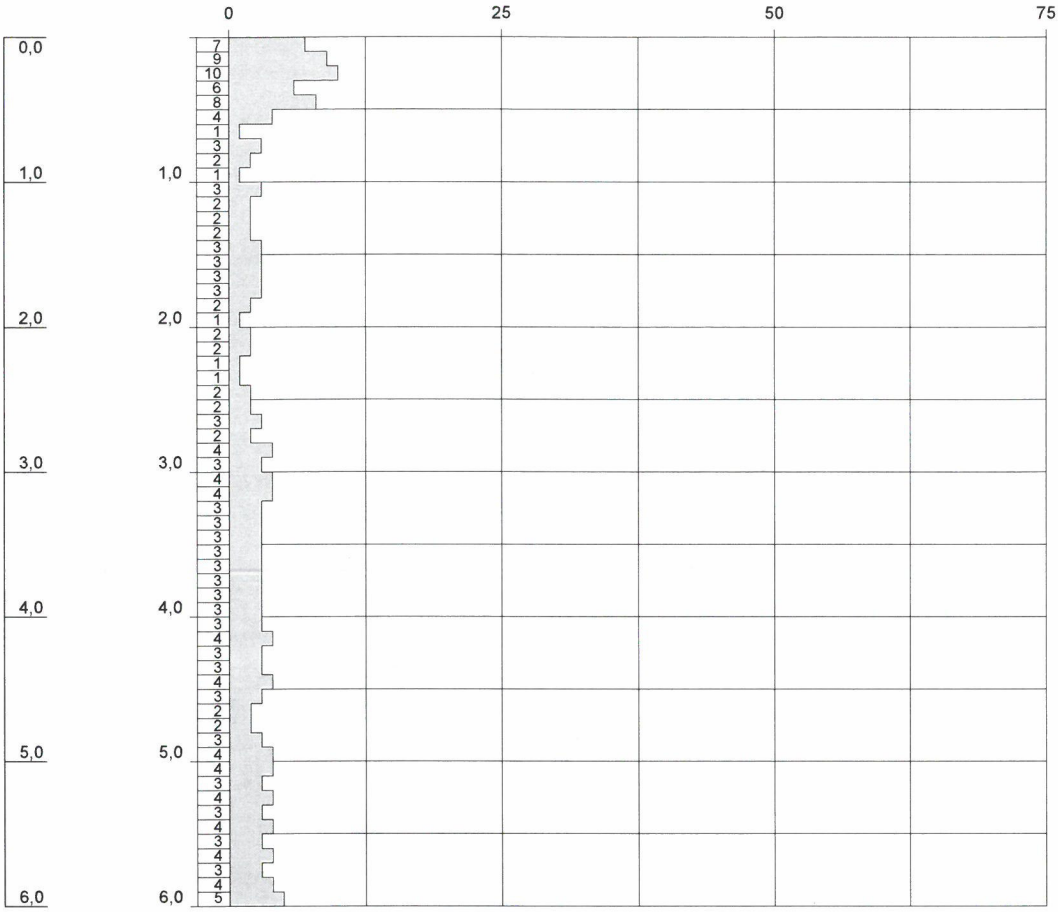
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt:	**U5, Stadtbahnverlängerung, Leinfelden-Echterdingen Projekt Nr. 91827**		
Bohrung:	**RKS 5**		
Auftraggeber:	SSB	Rechtswert:	0,00
Fachaufsicht:	CDM Smith Consult GmbH	Hochwert:	0,00
Bearbeiter:	S. Starz-Farian	Ansatzhöhe:	425,40 m NN
Bohr-Datum:	18.07.2013-19.07.2013	Anlage:	2.2

CDM Smith

DPH 3/13



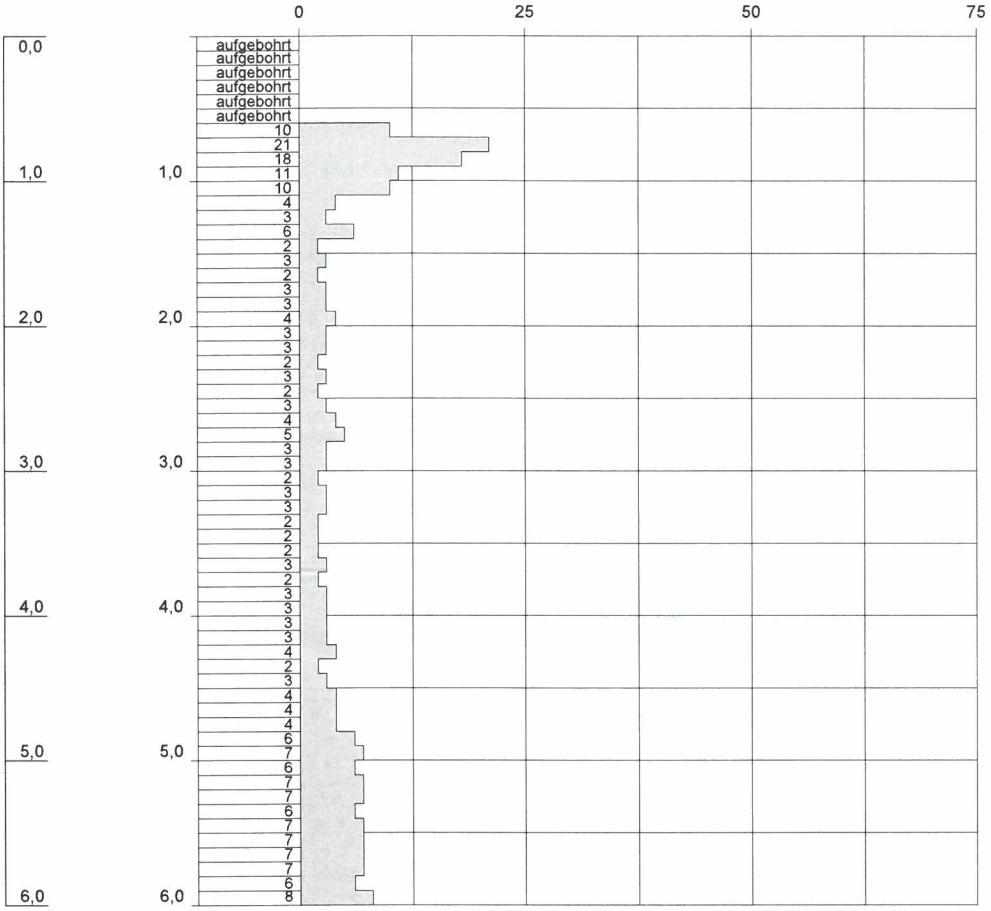
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt:	**U5, Stadtbahnverlängerung, Leinfelden-Echterdingen Projekt Nr. 91827**		
Bohrung:	**DPH 3**		
Auftraggeber:	SSB	Rechtswert:	--
Fachaufsicht:	CDM Consult GmbH	Hochwert:	--
Bearbeiter:	S. Starz-Farian	Ansatzhöhe:	427,30 m ü. NN
Bohr-Datum:	18.07.2013-19.07.2013	Anlage:	2.3

CDM Smith

DPH 4/13



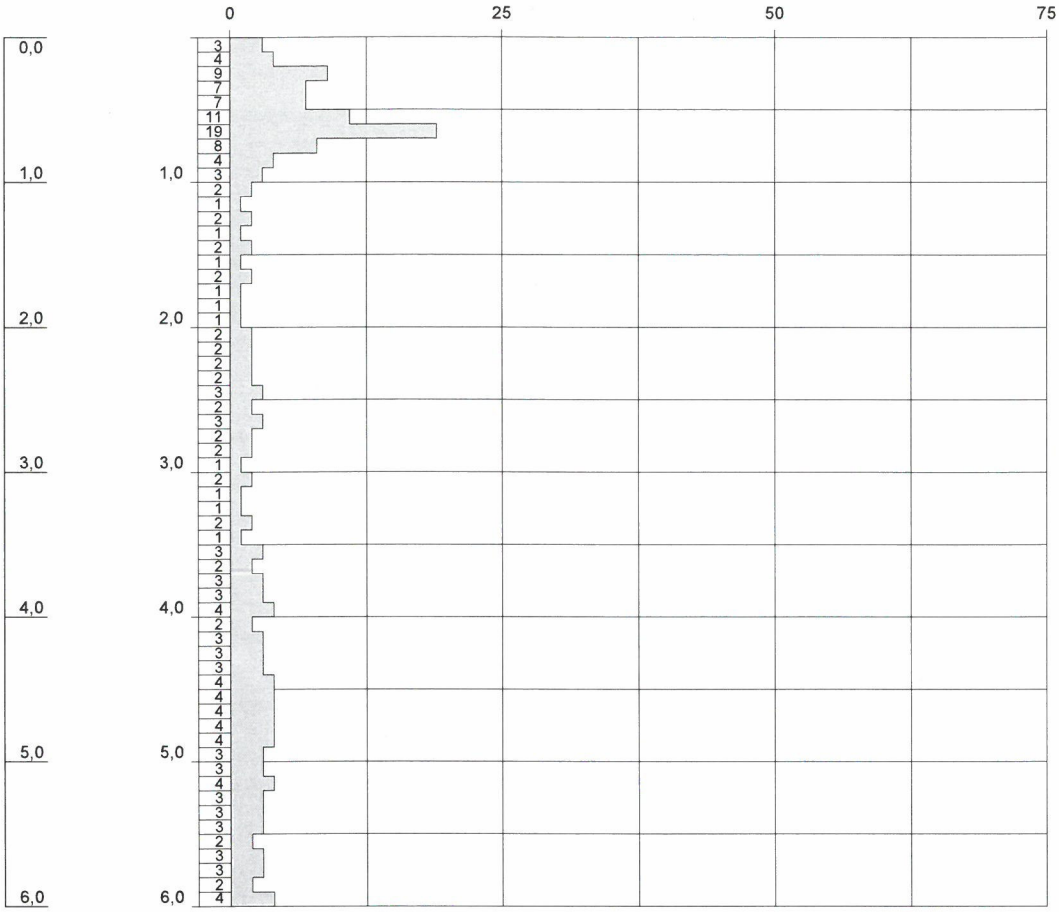
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt:	**U5, Stadtbahnverlängerung, Leinfelden-Echterdingen Projekt Nr. 91827**		
Bohrung:	**DPH 4**		
Auftraggeber:	SSB	Rechtswert:	--
Fachaufsicht:	CDM Consult GmbH	Hochwert:	--
Bearbeiter:	S. Starz-Farian	Ansatzhöhe:	426,70 m ü. NN
Bohr-Datum:	18.07.2013-19.07.2013	Anlage:	2.3

CDM Smith

DPH 5/13



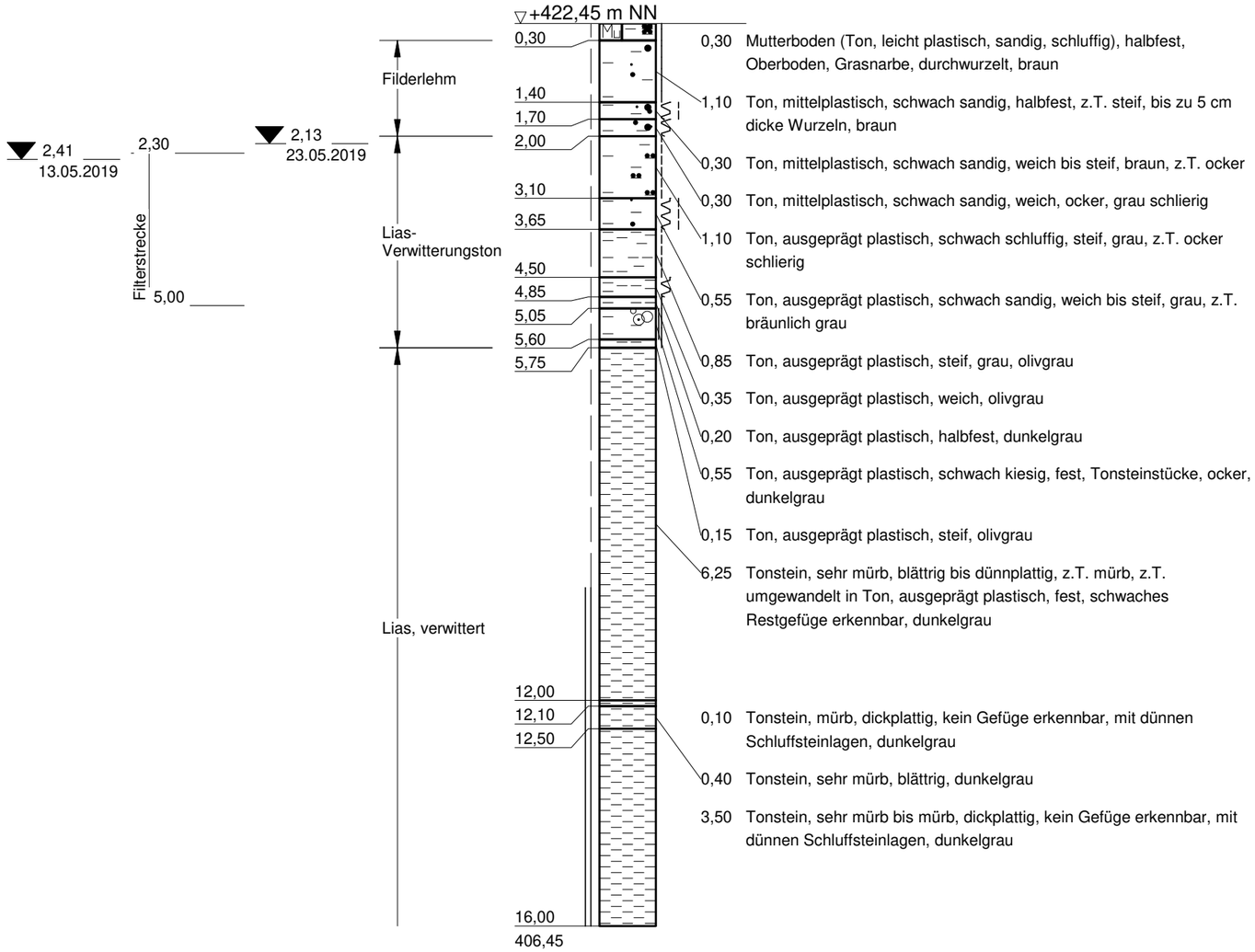
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Projekt:	**U5, Stadtbahnverlängerung, Leinfelden-Echterdingen** **Projekt Nr. 91827**		
Bohrung:	**DPH 5**		
Auftraggeber:	SSB	Rechtswert:	--
Fachaufsicht:	CDM Consult GmbH	Hochwert:	--
Bearbeiter:	S. Starz-Farian	Ansatzhöhe:	425,70 m ü. NN
Bohr-Datum:	18.07.2013-19.07.2013	Anlage:	2.3

CDM Smith

B 1/19



0,30	Mutterboden (Ton, leicht plastisch, sandig, schluffig), halbfest, Oberboden, Grasnarbe, durchwurzelt, braun
1,10	Ton, mittelplastisch, schwach sandig, halbfest, z.T. steif, bis zu 5 cm dicke Wurzeln, braun
0,30	Ton, mittelplastisch, schwach sandig, weich bis steif, braun, z.T. ocker
0,30	Ton, mittelplastisch, schwach sandig, weich, ocker, grau schlierig
1,10	Ton, ausgeprägt plastisch, schwach schluffig, steif, grau, z.T. ocker schlierig
0,55	Ton, ausgeprägt plastisch, schwach sandig, weich bis steif, grau, z.T. bräunlich grau
0,85	Ton, ausgeprägt plastisch, steif, grau, olivgrau
0,35	Ton, ausgeprägt plastisch, weich, olivgrau
0,20	Ton, ausgeprägt plastisch, halbfest, dunkelgrau
0,55	Ton, ausgeprägt plastisch, schwach kiesig, fest, Tonsteinstücke, ocker, dunkelgrau
0,15	Ton, ausgeprägt plastisch, steif, olivgrau
6,25	Tonstein, sehr mürb, blättrig bis dünnplattig, z.T. mürb, z.T. umgewandelt in Ton, ausgeprägt plastisch, fest, schwaches Restgefüge erkennbar, dunkelgrau
0,10	Tonstein, mürb, dickplattig, kein Gefüge erkennbar, mit dünnen Schluffsteinlagen, dunkelgrau
0,40	Tonstein, sehr mürb, blättrig, dunkelgrau
3,50	Tonstein, sehr mürb bis mürb, dickplattig, kein Gefüge erkennbar, mit dünnen Schluffsteinlagen, dunkelgrau

VEES | PARTNER

Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Friedrich-List-Straße 42
70771 Leinfelden-Echterdingen

Projekt:
LEINFELDEN-ECHTERDINGEN
Stadtbahnverlängerung U5
2. TA, Bahnhof bis Neuer Markt

Anlage	2:13
Az	17 116
Datum	12.06.2019
Maßstab	1 : 100
Bearbeiter	Ei

Copyright © By IDAT GmbH 1994 - 2018 - Y:\2017 PROJEKTE\17116 LEINFELDEN-ECHTERDINGEN, LEINFELDEN, STADTBAHNVERLÄNGERUNG U5 BIS MARKOMANNENSTRAßE\PROFILE\17116 2019-05-31 B 1_19.BOP

ZUSAMMENSTELLUNG DER ERMITTELTEN BODENMECHANISCHEN KENNGRÖSSEN

Probenherkunft	Entnahmetiefe t [m]	Probenart: UP = ungestört, g = gestört	Bodenart / geologische Einstufung	Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1	Korngrößenverteilung siehe Anlage	Anteil der Kornfraktion ∅ ≤ 0,063 mm [%]	Natürlicher Wassergehalt w_n [%]	Konsistenzgrenzen: Fließgrenze w_L [%]	Konsistenzgrenzen: Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_P [%]	Konsistenzzahl I_C [-]	Zustandsform (br = breiig; sw = sehr weich, w = weich, st = steif; hf = halbfest, f = fest)	Klassifizierung nach DIN 18196	Glühverlust [Gew.- %]
RKS 1	1,8	g	Filderlehm	Ton, leicht plastisch			16,8	34,6	14,6	20,0	0,89	st	TL	
	2,5	g		Ton			24,2							
RKS 2	1,7	g	Filderlehm	Ton			20,4							
	2,7	g					26,6							
RKS 3	0,5	g	Auffüllung	Ton			20,2							
	1,8	g	Filderlehm				25,5							
	2,6	g					20,2							
	3,8	g	Lias-Verwitterungston	Ton, mittelplastisch			21,8	49,8	18,0	31,8	0,88	st	TM	
	4,5	g		Ton			24,7							
	5,5	g					23,1							
RKS 4	1,5	g	Auffüllung	Ton			28,3							
	2,5	g	Talablagerungen	Ton, organisch			44,0							
	3,5	g		Schluff, leicht plastisch			24,1	30,9	23,9	7,0	0,97	st	UL	4,6
	4,5	g		Ton			20,9							
	5,5	g	Lias-Verwitterungston				23,8							
RKS 5	1,8	g	Auffüllung	Ton			18,9							

ZUSAMMENSTELLUNG DER ERMITTELTEN BODENMECHANISCHEN KENNGRÖSSEN

Probenherkunft	Entnahmetiefe t [m]	Probenart: UP = ungestört, g = gestört	Bodenart / geologische Einstufung	Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1	Korngrößenverteilung siehe Anlage	Anteil der Kornfraktion ∅ ≤ 0,063 mm [%]	Natürlicher Wassergehalt w_n [%]	Konsistenzgrenzen: Fließgrenze w_L [%]	Konsistenzgrenzen: Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_P [%]	Konsistenzzahl I_C [-]	Zustandsform (br = breiig; sw = sehr weich, w = weich, st = steif; hf = halbfest, f = fest)	Klassifizierung nach DIN 18196	Glühverlust [Gew.- %]
	3,5	g	Talablagerungen	Ton, ausgeprägt plastisch			31,2	63,2	20,1	43,1	0,74	w	TA	4,8
RKS 5	5,0	g	Lias-Verwitterungston	Ton			28,0							
	6,0	g					26,5							
RKS 6	2,5	g	Filderlehm	Ton			21,7							
	3,3	g	Talablagerungen				31,7							
	4,2	g	Lias-Verwitterungston				23,0							
	5,5	g					23,9							
RKS 7	3,2	g	Talablagerungen	Ton, mittelplastisch			22,6	40,8	13,2	27,6	0,66	w	TM	4,7
	4,8	g	Lias-Verwitterungston	Ton, ausgeprägt plastisch			25,6	56,6	18,2	38,4	0,81	st	TA	
	5,8	g		Ton			26,2							
RKS 8	1,5	g	Auffüllung	Ton			25,3							
	2,5	g					23,9							
	3,5	g	Talablagerungen	Ton, leicht plastisch			25,6	32,3	15,3	17,0	0,39	s.w.	TL	4,9
	4,6	g	Lias-Verwitterungston	Ton			24,6							
	5,6	g					24,1							

VEES | PARTNER
Prof. Dr.-Ing. E. Vees und Partner
Baugrundinstitut GmbH
Friedrich-List-Straße 42
70771 Leinfelden-Echterdingen

LEINFELDEN-ECHTERDINGEN
Stadtbahnverlängerung U5
2. TA, Bahnhof bis Neuer Markt

ZUSAMMENSTELLUNG DER ERMITTELTEN BODENMECHANISCHEN KENNGRÖSSEN

Probenherkunft	Entnahmetiefe t [m]	Probenart: UP = ungestört, g = gestört	Bodenart / geologische Einstufung	Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1	Korngrößenverteilung siehe Anlage	Anteil der Kornfraktion ∅ ≤ 0,063 mm [%]	Natürlicher Wassergehalt w_n [%]	Konsistenzgrenzen: Fließgrenze w_L [%]	Konsistenzgrenzen: Ausrollgrenze w_P [%]	Plastizitätszahl I_P [%]	Konsistenzzahl I_C [-]	Zustandsform (br = breiig; sw = sehr weich, w = weich, st = steif; hf = halbfest, f = fest)	Klassifizierung nach DIN 18196	Glühverlust [Gew.- %]
RKS 9	1,5	g	Filderlehm	Ton			18,7							
	2,5	g		Ton, mittelplastisch			21,0	42,1	14,3	27,8	0,76	st	TM	
	3,3	g		Ton			22,2							
RKS 9	5,0	g	Lias-Verwitterungston	Ton			19,0							
RKS 10	1,8	g	Filderlehm	Ton			18,8							
	2,8	g					20,3							
RKS 11	1,5	g	Filderlehm	Ton, mittelplastisch			19,3	35,1	16,4	18,7	0,84	st	TM	
	2,5	g		Ton			21,2							
RKS 12	0,8	g	Filderlehm	Ton			17,1							
	1,5	g		Ton, leicht plastisch			17,9	31,6	18,0	13,6	1,01	hf	TL	
	3,2	g		Ton			16,6							
	3,5	g					21,9							
	5,5	g	Lias-Verwitterungston				21,8							

Berichte „Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen /Luftbildauswertung“ des Kampfmittelbeseitigungsdienstes des Regierungspräsidiums Stuttgart 04.07.2017 und 24.10.2018

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART
KAMPFMITTELBESEITIGUNGSDIENST

Kampfmittelbeseitigungsdienst · Pfaffenwaldring 1 · 70569 Stuttgart

Stuttgarter Straßenbahnen AG
Schockenriedstr. 55
70565 Stuttgart

z. Hd. Herrn Steffen Schäfer

Datum 04.07.2017
Name Sven Karmann
Durchwahl 0711 904-400-14
Aktenzeichen 16-1115.8/ ES-3384
(Bitte bei Antwort angeben)
Karte NO 1707

Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen / Luftbildauswertung
Leinfelden-Echterdingen, Flst.:

Ihr Schreiben vom **Ihr Zeichen**
(Eingangsdatum:29.06.2017)

Sehr geehrte Damen und Herren,

für das o.g. Objekt wurde bereits zu einem früheren Zeitpunkt (damaliges AZ: **S-9971**) eine multitemporale Luftbildauswertung 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 gegeben falls an am Bauvorhaben beteiligte Unternehmen ausgehändigt, aber darüber hinaus nicht an Dritte weitergegeben werden. Jegliche Veröffentlichung der Luftbildauswertung ist untersagt.

Mit freundlichen Grüßen
Sven Karmann
Sven Karmann

Postanschrift Pfaffenwaldring 1 · 70569 Stuttgart · Telefon 0711 904-40000 · Telefax 0711 904-40029
kbd@rps.bwl.de · www.rp.baden-wuerttemberg.de · www.service-bw.de
Dienstzeiten: Montag bis Donnerstag 7:00 - 16:00 Freitag 7:00 - 12:30

Anlage zu Az.: 16-1115.8/ES-3384

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:

Im Nahbereich des Untersuchungsgebiets sind Bombentrichter zu erkennen, weitere Maßnahmen werden empfohlen.

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.

Anlage: Kostensätze KMBD, Kartenausschnitt

Kostensätze KMBD

1. Personalkosten:

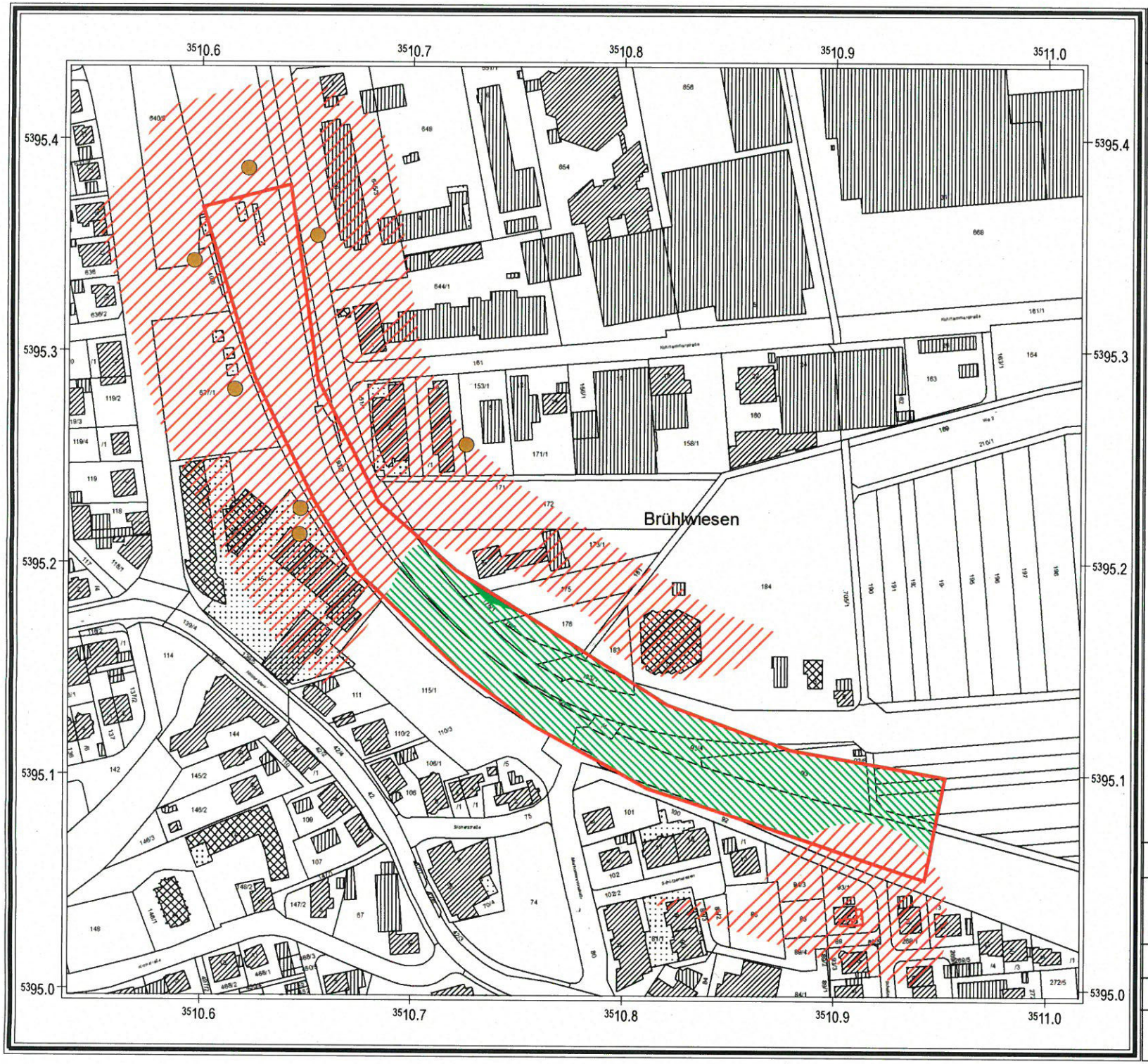
• Kampfmittelbeseitiger	€ 47,00 / Std.

2. Kfz-Kosten:

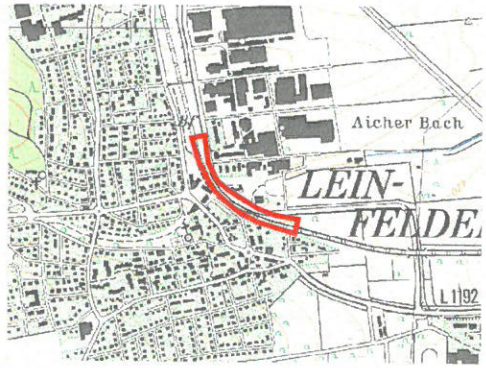
• Kfz bis 2.500 cm^3	€ 0,45 / km
• Kfz ab 2.500 cm^3	€ 0,60 / km
• Kfz mit mehr als 2,8 t zul. Gesamtgewicht	€ 0,90 / km
• Bagger	€ 25,60 / Std.
• Bauwagen	€ 5,00 / Tag
• Anhänger	€ 0,05 / km

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.



REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART
KAMPFMITTELBESEITIGUNGSDIENST BADEN-WÜRTTEMBERG



TK 1:25,000

Legende

- Beantragt
- Freigabe Luftbild
- Abgesucht/ Geräumt
- Zerstörte Gebäude
- Bombardiert/Blindgängergefahr
- Bombentrichter

0 25 50 75 100 Meters

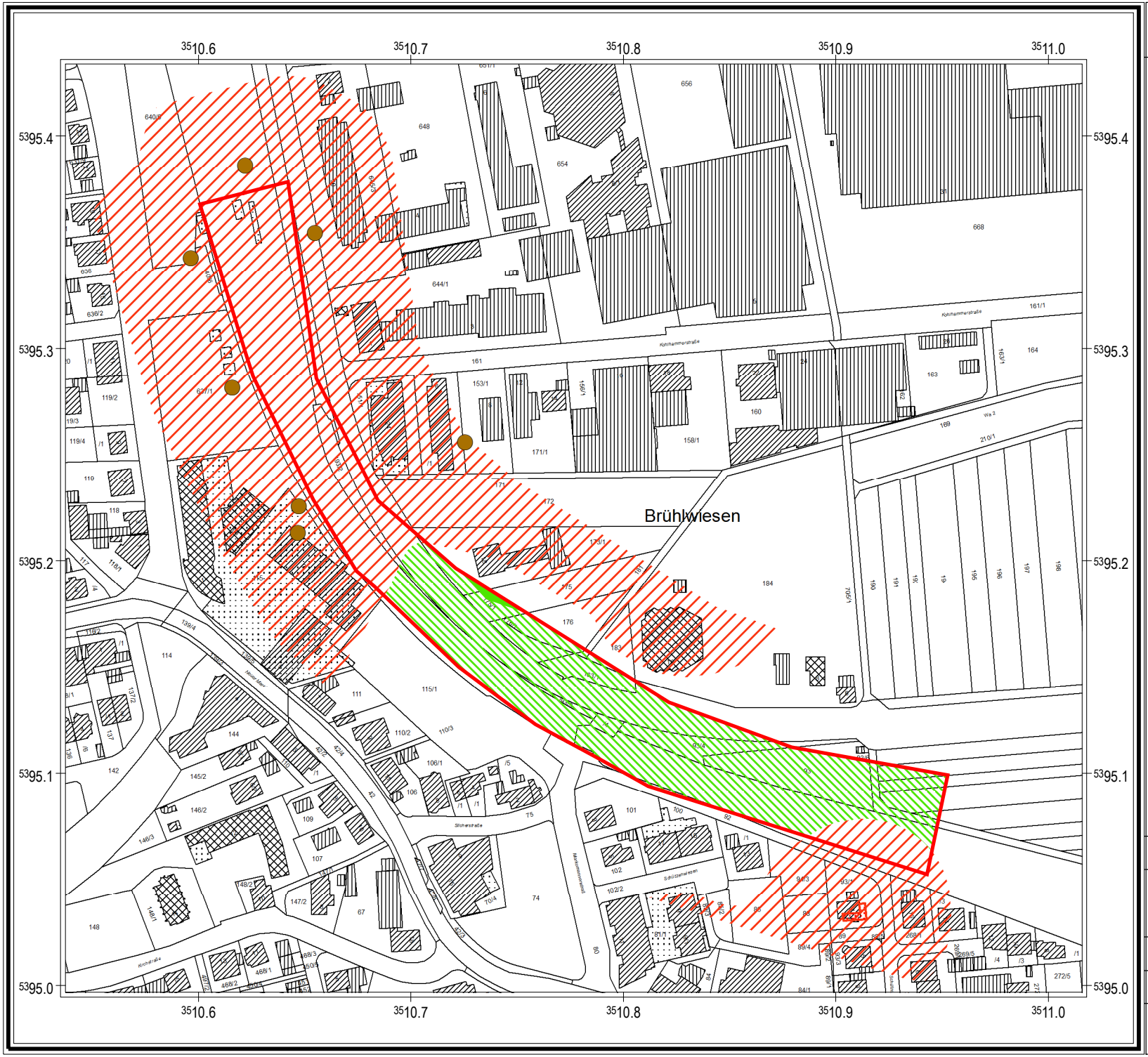
N

Anlage: Karte zu ES-3384

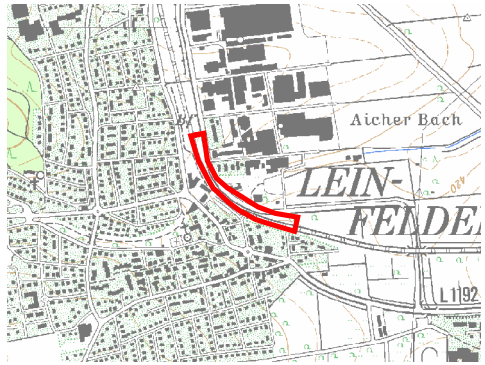
Leinfelden-Echterdingen

Maßstab 1:2,500	Karte: NO 1707
Stand: 04.07.2017	Bearbeiter: S. Karmann

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.



REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART
KAMPFMITTELBESEITIGUNGSDIENST BADEN-WÜRTTEMBERG



TK 1:25,000

Legende

- Beantragt
- Freigabe Luftbild
- Abgesucht/ Geräumt
- Zerstörte Gebäude
- Bombardiert/Blindgängergefahr
- Bombentrichter

0 25 50 75 100 Meters

N

Anlage: Karte zu ES-3384

Leinfelden-Echterdingen

Maßstab 1:2,500	Karte: NO 1707
Stand: 04.07.2017	Bearbeiter: S. Karmann

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.

Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART
Polizeirecht, Feuerwehr, Katastrophenschutz, Rettungsdienst, KMBD

Kampfmittelbeseitigungsdienst · Pfaffenwaldring 1 · 70569 Stuttgart

Stuttgarter Straßenbahnen AG
z. Hd. Herr Steffen Schäfer -UB TPp
Schockenriedstraße 50
70565 Stuttgart

Datum 24.10.2018
Name Börners
Durchwahl 0711 904-400 23
Aktenzeichen 16-1115.8/ ES-3488
(Bitte bei Antwort angeben)
Karte NO 1707

Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen / Luftbildauswertung

Leinfelden-Echterdingen, Brühlwiesen, Stadtbahnverlängerung U5 - 2. Teilabschnitt

Ihr Schreiben vom **Ihr Zeichen**
(Eingangsdatum: 19.10.2018)

Sehr geehrte Damen und Herren,

für das o.g. Objekt wurde bereits zu einem früheren Zeitpunkt (damaliges AZ: S-9971) eine multitemporale Luftbildauswertung 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.
In Flächen die als „Freigabe Luftbild" ausgewiesen worden sind, sind nach Einschätzung bzw. Kenntnisstand des Kampfmittelbeseitigungsdienstes Ba.-Wü. keine Vorortüberprüfungen erforderlich.

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 gegeben falls an am Bauvorhaben beteiligte Unternehmen ausgehändigt, aber darüber hinaus nicht an Dritte weitergegeben werden. Jegliche Veröffentlichung der Luftbildauswertung ist untersagt.

Mit freundlichen Grüßen

Postanschrift Pfaffenwaldring 1 · 70569 Stuttgart · Telefon 0711 904-40000 · Telefax 0711 904-40029
kbd@rps.bwl.de · www.rp.baden-wuerttemberg.de · www.service-bw.de
Dienstzeiten: Montag bis Donnerstag 7:00 - 16:00 Freitag 7:00 - 12:30

Anlage zu Az.: 16-1115.8/ ES-3488

Ergebnis der Auswertung der vorliegenden Luftbilder:

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

Weitere Maßnahmen sind erforderlich.

Bemerkungen:

Das Untersuchungsgebiet wurde im Nahbereich bombardiert. Zerstörte Gebäude sind erkennbar. Innerhalb des rot schraffierten Bereiches können Bombenblindgänger nicht ausgeschlossen werden. Weitere Maßnahmen werden empfohlen.

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.

Anlage: Kostensätze KMBD, Kartenausschnitt

Kostensätze und Entgelte für Leistungen des Kampfmittelbeseitigungsdienstes Baden-Württemberg

1. Personalkosten:

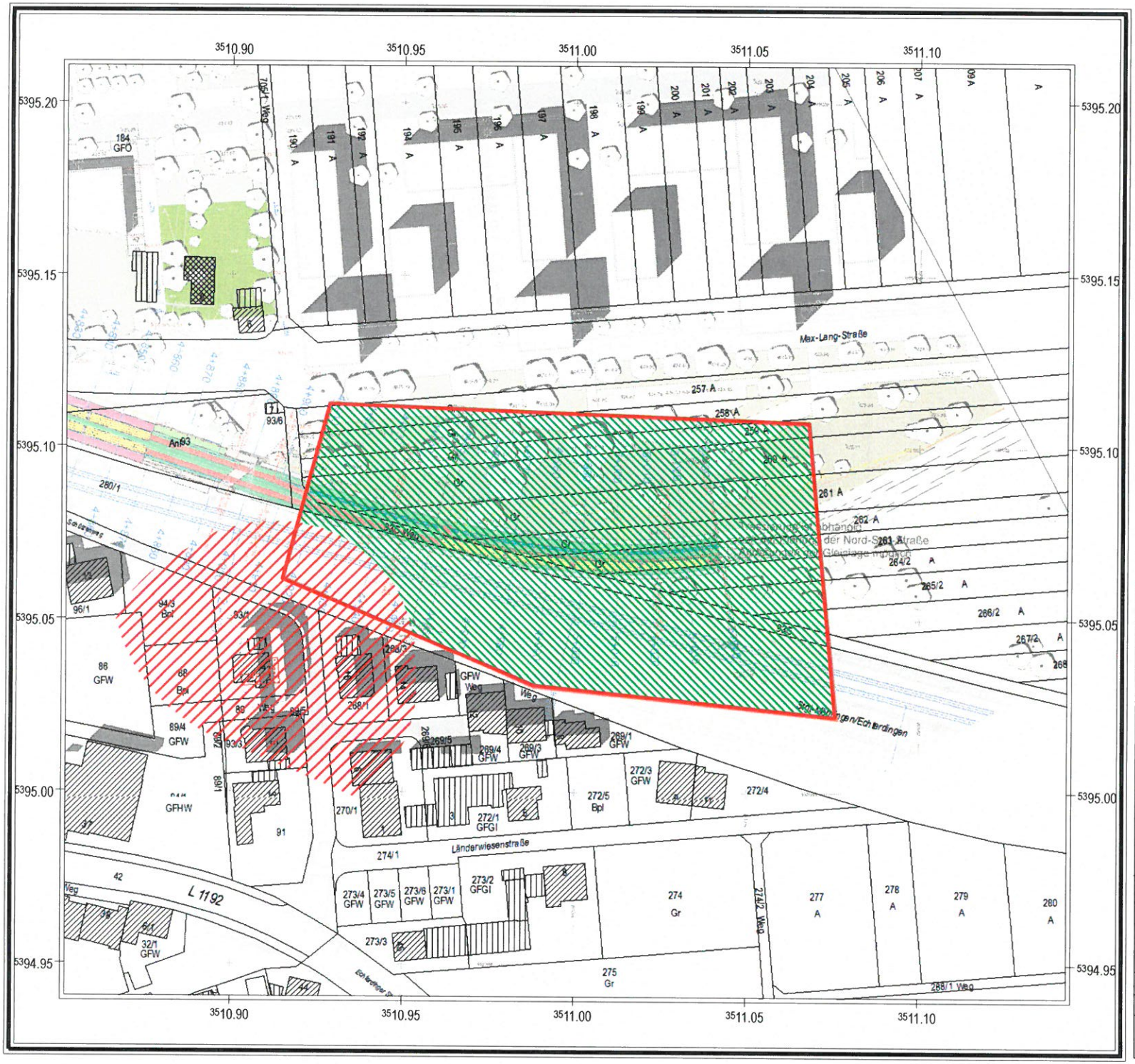
• Kampfmittelbeseitiger	€ 63,00 / Std.

2. Kfz-Kosten:

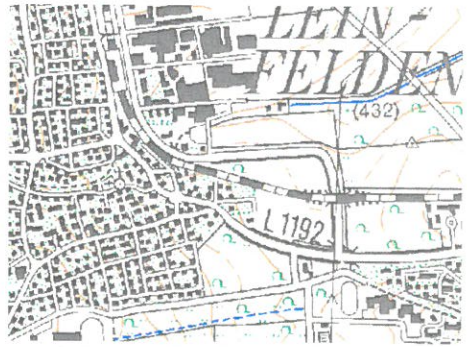
• Kfz bis 2.500 cm^3	€ 0,60 / km
• Kfz ab 2.500 cm^3	€ 1,60 / km
• Kfz mit mehr als 2,8 t zul. Gesamtgewicht	€ 4,00 / km
• Bagger	€ 70,00 / Std.

3. Gerätekosten:

• Werkzeuge und Suchgeräte	€ 2,00 / Std.



REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART
KAMPFMITTELBESEITIGUNGSDIENST BADEN-WÜRTTEMBERG



Ausschnitt TK 25 1:25 000

Legende

- Beantragt
- Freigabe Luftbild
- Bombardiert/Blindgängergefahr
- Zerstörte Gebäude

0 50 Meters

N

Anlage zu ES-3488

Leinfelden-Echterdingen,
Brühlwiesen,
Stadtbahnverlängerung U5 - 2. Teilabschnitt

Maßstab 1:1 500	Karte: NO 1707
Datum: 24.10.2018	Bearbeiter: Börners

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.