

Geotechnisches Gutachten
zum Bauvorhaben
„Neubau Feuerwache West“
der Flughafen Stuttgart GmbH
in
70629 Stuttgart

Bauherr/ Auftraggeber:

Flughafen Stuttgart GmbH
Flughafenstraße 32
70629 Stuttgart

Geotechnische Projektleitung:

Dipl.-Ing. (FH) Markus Katz

Erstellungsdatum:

15. Oktober 2025

Aktenzeichen:

FSGFWW G01

Geschäftsführer:

DIPL.-ING.(FH) MARKUS KATZ
DIPL.-ING.(FH) THOMAS BENZ
DIPL.-ING. CHRISTIAN RAUSER-HÄRLE
DIPL.-GEOL. FALK WINTEROLL
DIPL.-GEOL. GESINE WILTSCHKO

Vertretung Oberschwaben

Waldseer Str. 51
88400 Biberach
Tel.: 07351.47 400-30
E-Mail: bc@henkegeo.de

Vertretung Kirchheim/Teck

Blumenstr. 19
73271 Holzmaden
Tel.: 0177.71 61 678
E-Mail: tb@henkegeo.de

Vertretung Nagold

Haydnweg 10/1
72202 Nagold
Tel.: 0177.71 61 682
E-Mail: mk@henkegeo.de

Vertretung Schwarzwald-Baar

Vor dem Hummelsholz 4
78056 VS-Schwenningen
Tel.: 07720.95 86-92
E-Mail: vs@henkegeo.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Auftrag	5
2. Unterlagen	5
3. Projektbeschreibung	6
4. Geotechnische Kategorie	7
5. Schutzgebietsausweisungen	7
6. Geologischer Überblick	8
7. Alterkundungen	8
8. Geländeerkundungen	8
8.1 Luftbildauswertung und Kampfmittelerkundung	9
8.2 Kernbohrungen	9
8.3 Schichtenbeschreibung und Schichtlagerung	10
9. Verunreinigungen und Verwertungseinstufungen	11
9.1 Asphalt	12
9.2 Boden	13
9.3 Allgemeine Hinweise zum Aushub	14
9.4 Hinweise zur Ausschreibung	15
10. Hydrogeologie und Grundwasserstände	16
10.1 Bemessungsgrundwasser-/ Bemessungswasserspiegel Baufeld Neubau Feuerwache	17
10.2 Bemessungsgrundwasserspiegel Medientunnel Nord	18
10.3 Betonaggressivität	18
11. Geomechanische Laborversuche	19
11.1 Bodenmechanische Laborversuche	19
11.1.1 Konsistenzgrenzen	20
11.1.2 Glühverlust/ Organik	20
11.1.3 Ödometerversuch und Dichtebestimmung	20
11.2 Felsmechanische Laborversuche	21
12. Homogenbereiche	22
13. Bodenkennwerte	23
14. Geländeprofilierung und Erdarbeiten	24
14.1 Vorbereiten der Baufläche	24
14.2 Baugrubensohle	24
14.3 Baugrubenböschungen	26
14.4 Geologisch bedingter Mehrausbruch	26
15. Bauwerksgründung Gebäude Feuerwache West	27
15.1 Einzel- und Streifenfundamentgründung	27
15.2 Bemessungswerte zur Flachgründung	28
15.3 Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte	29
15.4 Pfahlgründung	30
16. Schutz vor Durchfeuchtung	32
16.1 Dränage und Umläufigkeit	32
16.2 Abdichtung für Gebäudeteile unterhalb des Bemessungswasserspiegels	33
16.3 Abdichtung für Gebäudeteile oberhalb des Bemessungswasserspiegels	33
17. Arbeitsraumverfüllung	34
18. Erddruck	35
19. Kanal- und Leitungsbau- Infrastrukturmaßnahmen	36
19.1 Grabenaushub und Grabensicherung	36
19.2 Grabenverfüllung	37
19.3 Straßenbau	39

20.	Verkehrsflächen im Bereich der Feuerwache	39
20.1	Dimensionierung Oberbau	39
20.2	Bodenstabilisierung	41
20.3	Bodenaustausch	43
20.4	Erdplanum	43
20.5	Tragschicht	43
21.	Erdbebensicherheit	44
22.	Wasserhaltung	45
23.	Wasserrechtliche Hinweise	46
24.	Gefahren durch Radon	46
24.1	Kategorie	47
24.2	Bauliche Hinweise zum Schutz gegen Radon	47
25.	Geothermische Energienutzung	48
26.	Schlussbemerkung	48

Verzeichnis der Anlagen:

Anlage	1	Lagepläne	
	1.1		Übersichtslageplan
	1.2		Lageplan der Altaufschlüsse (aus [3]) und der aktuellen Untersuchungspunkte und Profilschnitte
Anlage	2	Kernbohrungen	
	2.1.1 – 2.3.1		Kernbohraufnahmen KB 1-25 bis KB 3-25
	2.1.2 – 2.3.2		Fotodokumentation
	2.4.1 – 2.4.4		Bohrprofile aus Alterkundung [3.1]
	2.5		Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen
Anlage	3	Profilschnitte	
	3.1 – 3.4		Profilschnitt PS 1 bis PS 4
Anlage	4	Zusammenstellung der bodenmechanischen/-physikalischen Laborversuche	
	4.1		Ergebnisse der Laborversuche
	4.2.1 – 4.2.2		Boden: Konsistenzgrenzen
	4.3		Boden: Ödometerversuch (Last-Setzung)
	4.4		Boden: Organikgehalt über Glühverlust
	4.5		Fels: Dichtebestimmung über Tauchwägung
	4.6		Fels: Punktlastversuch
Anlage	5	Chemische Analytik	Boden
	5.1		Analytik MP Tragschicht nach EBV BM-0
	5.2		Analytik MP Auffüllung nach EBV BM-0*
	5.3		Analytik MP Quartär nach EBV BM-0
	5.4		Analytik MP Liaston nach EBV BM-0
	5.5		Analytik MP Tonmergelstein/ Tonstein (juAK)
	5.6		Analytik DIN4030 Grundwasser
Anlage	6	Homogenbereiche	Erdarbeiten
	6.1		Homogenbereich A 18300 - Tragschicht
	6.2		Homogenbereich B 18300 - Auffüllung (überw. bindig)
	6.3		Homogenbereich C 18300 - Quartär
	6.4		Homogenbereich D 18300 - Liaston
	6.5		Homogenbereich E1 18300 - Arietenkalk-Formation (juAK) - Tonmergelstein, Tonstein
	6.6		Homogenbereich E2 18300 - Arietenkalk-Formation (juAK) - Kalkstein
Anlage	7	Homogenbereiche	Bohrarbeiten
	7.1		Homogenbereich A 18301 - Tragschicht
	7.2		Homogenbereich B 18301 - Auffüllung (überw. bindig)
	7.3		Homogenbereich C 18301 - Quartär
	7.4		Homogenbereich D 18301 - Liaston

	7.5	Homogenbereich E1 18301 - Arietenkalk-Formation (juAK) / Angulatensandstein-Formation (juAS) - Tonmergelstein, Tonstein
	7.6	Homogenbereich E2 18301 - Arietenkalk-Formation (juAK) / Angulatensandstein-Formation (juAS)- Kalkstein/Kalksandstein
Anlage	8	Fundamentdiagramme Gründung in der Arietenkalk-Formation (juAK)
	8.1	Einzelfundamente/Betonplomben
	8.2	Streifenfundamente

1. Auftrag

Die Flughafen Stuttgart GmbH plant den Neubau der Feuerwache West im Bereich der nicht überdachten und überwiegend versiegelten Parkfläche P0.

In diesem Zusammenhang wurde das Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH auf der Basis des Angebotes vom 11.07.2025 (Az.: FSGFWW K01, Teil I und Teil II) am 31.07.2025 mit der Bestellnummer 6118892 von der Flughafen Stuttgart GmbH beauftragt, Geländeerkundungen durchzuführen und auf Basis der erlangten Erkenntnisse ein Geotechnisches Gutachten zu erstellen.

2. Unterlagen

Zur Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

Flughafen Stuttgart GmbH:

- [1] Diverse Infrastruktur- und Leitungspläne zum Projekt

Tragwerkeplus GmbH & Co. KG:

- [2] Datenblatt Erstüberlegung Gründung; Projekt: 10614 Feuerwache Stuttgart-West vom 13.05.2025

Henke und Partner GmbH:

- [3.1] Geotechnischer Bericht nach DIN 4020 zum Bauvorhaben „Westerweiterung Parkplätze P0 und P2“ der Flughafen Stuttgart GmbH in 70629 Stuttgart (Az.: FSGP0P2 G01) vom 07.12.2018
- [3.2] Geotechnischer Abschlussbericht zum Neubau des Parkhaus und Dienstleistungsgebäudes P1 auf dem Flughafen Stuttgart PRINS Lose 2-4- Überwachung der wasserrechtlichen Auflagen (Az.: FSGP1G08.337) vom 26.02.1998
- [3.3] Geotechnisches Gutachten zum Neubau der Übergabestation 36/12 kV am Flughafen Stuttgart (Az.: FSGUESG1.098) vom 18.10.1994
- [3.4] Geotechnisches Gutachten zum geplanten Neubau des Park- und Dienstleistungsgebäudes P1 auf dem Flughafen Stuttgart (Az.: FSGP1G1.099) vom 10.09.1993

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB):

- [4] Geologische Karte (digital); M 1:50.000, GeoLa GK 2025

Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LUBW):

- [5] Schutzgebietsausweisungen; Stand 02.09.2025
(<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml>)

Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg (KMBD):

- [6.1] Luftbildauswertung auf Kampfmittel; Echterdingen, Flughafen- Erweiterung Parkplatz P0;
Anlage 1 zu ES-1657; M 1: 2.500; Stand: 13.06.2018
- [6.2] Lageplan Kampfmittel-Übersicht Flughafen Stuttgart; M 1:20.000; Stand: 22.04.2014

3. Projektbeschreibung

Entsprechend der uns AG- und planerseits vorliegenden Pläne ([1] und [2] und Abbildung 1) soll der Neubau der Feuerwache auf der befestigten Bestands-PKW-Stellfläche P0 und angrenzend an das bestehende Heizkraftwerk erfolgen. Das Bauwerk ist in Hufeisenform und aus bis zu 6 Obergeschossen und einem Untergeschoss geplant [2]. Aufgrund des Geländeverlaufs ist das Untergeschoss nicht an allen Stellen in den Untergrund eingebunden. Das Tragwerk steht noch nicht fest, bis zum Erstattungsdatum dieses Gutachtens ist jedoch die Ausbildung von Stahlbetonkernen geplant, zwischen denen ein Skelettbau für die Ableitung der reinen Vertikallasten steht. Die UK Bodenplatte UG soll nach jetzigem Planungsstand auf ca. 401,5 m NHN zu liegen kommen.

Im Zuge des BV „Feuerwache West“ sollen zusätzlich bauliche Maßnahmen zur Erneuerung der Infrastruktur (Neubau Medientunnel, Neubau Regenwasser-/Stauraumkanal, Neubau Trinkwasserleitung; siehe Abbildung 1) durchgeführt werden. Die Einbindetiefen ausgehend von der Bestands-GOK sind wie folgt geplant:

Neubau Medientunnel:	Einbindung $\leq$ 4 m u. GOK-Bestand
Neubau Regenwasser-/ Stauraumkanal:	Einbindung $\leq$ 3 m u. GOK-Bestand
Neubau Trinkwasserleitung:	Einbindung $\leq$ 2 m u. GOK-Bestand

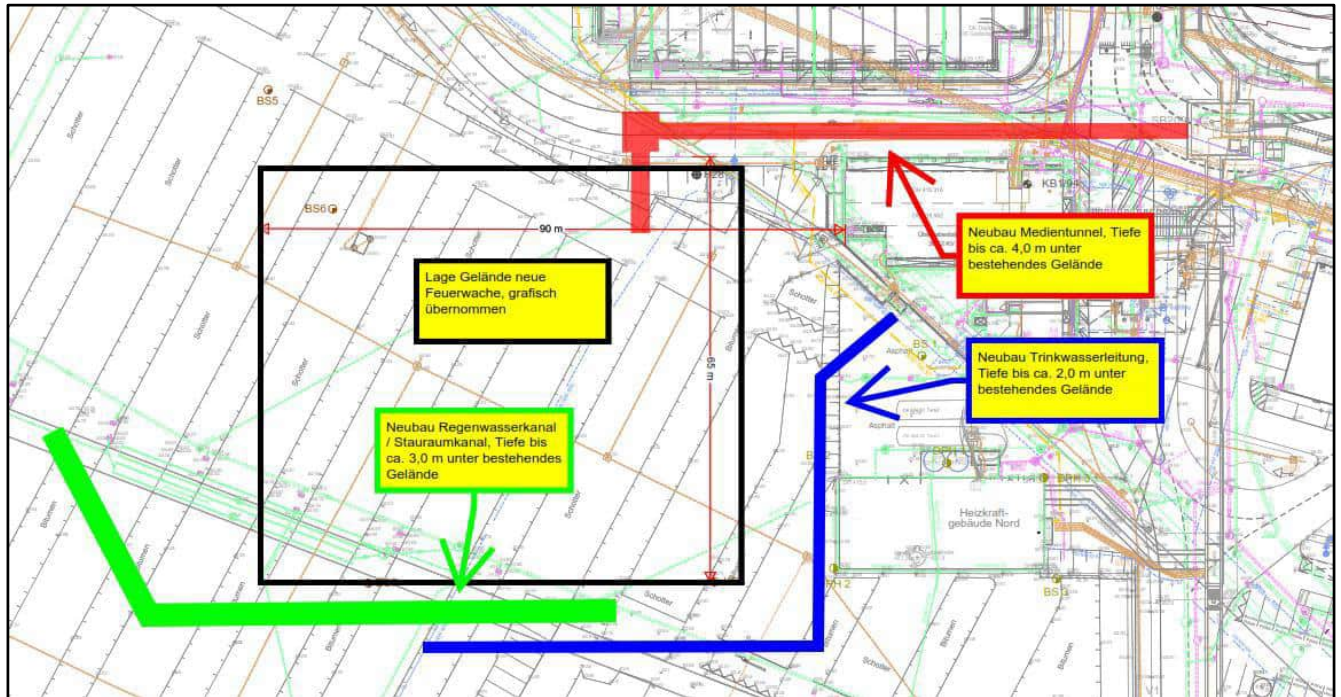


Abbildung 1: Bauvorhaben und Lage der Baufelder Neubau Feuerwache West (schwarzer Rahmen), Neubau Medientunnel (rote Linie), Neubau Regenwasserkanal (grüne Linie) und Neubau Trinkwasserleitung (blaue Linie) im Bereich Parkplatz P0; o.M.; eingenordet; verändert nach [1].

Die Lage des Baugebiets kann dem Übersichtslegeplan in Anlage 1.1 entnommen werden.

4. Geotechnische Kategorie

Entsprechend DIN 1054 (2021/04)¹ Anhang 1 wird die Baumaßnahme in die Geotechnische Kategorie GK 2, d. h. im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund mittleren Schwierigkeitsgrad eingestuft.

5. Schutzgebietsausweisungen

Nach Angaben der LUBW [5] liegt das Untersuchungsgebiet außerhalb von ausgewiesenen oder fachtechnisch abgegrenzten Wasserschutzgebieten und Quellschutzgebieten sowie außerhalb von

¹ DIN 1054 (04/2001) Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
Ergänzenden Regelungen zur DIN EN 1997 1.

Überschwemmungsgebieten. Ebenso liegt das Untersuchungsgebiet außerhalb von direkten Einflussgebieten von Oberflächengewässern.

Weitere naturschutzrechtliche Ausweisungen sind uns ebenfalls nicht bekannt.

6. Geologischer Überblick

Das Gelände des Flughafens Stuttgart befindet sich auf der Filder-Hochfläche, die ihre Entstehung den sehr widerstandsfähigen Schichten des Unterjuras (früher: Schwarzer Jura oder Lias) verdankt. Diese bestehen im Untersuchungsgebiet aus den Ablagerungen der Arietenkalk-Formation (juAK), einer Wechselfolge hellgrauer Kalksteinbänke mit dunkelgrauen Tonsteinen und Tonmergelsteinen [4].

Die Ablagerungen des Unterjura werden im Bereich der Filderebene zumeist von den für die Filder-ebene typischen Filderlehmen überlagert, bei denen es sich um Lößlehme handelt, die durch periglaziale Frostbodenbildungen mit den unterlagernden Bodenschichten vermengt wurden. Den Übergang der Filderlehme zum unterlagernden Unterjura bilden je nach Verwitterungsgrad unterschiedlich stark plastifizierte Verwitterungstone und Liastone.

Oberflächennah ist aufgrund der bestehenden Verkehrsflächen sowie Geländeprofilierungen mit künstlichen Auffüllungen unterschiedlicher Mächtigkeit und Zusammensetzung zu rechnen.

7. Alterkundungen

Zur Baugrunderkundung des BV „Westerweiterung Parkplätze P0 und P2“ der Flughafen Stuttgart GmbH wurden bereits im Jahr 2018 durch unser Büro Geländeaufschlüsse inklusive des Ausbaus von Grundwassermessstellen durchgeführt. Ein Teil der Erkundungsbohrungen wurden im Nahbereich des geplanten BV „Feuerwache West“ ausgeführt. Die Ergebnisse der Alterkundung wurden im Rahmen eines Geotechnischen Berichts [3.1] erstattet.

8. Geländeerkundungen

Zur Baugrunderkundung wurden im Bereich des geplanten Feuerwehrgebäudes drei Kernbohrungen (KB 1-25 bis KB 3-25) abgeteuft. Die drei Kernbohrungen wurden im Zeitraum zwischen dem 01.09.2025 bis 05.09.2025 durch die Bohrfirma Goller Bohrtechnik GmbH & Co. KG niedergebracht.

Die Lage der Aufschlusspunkte wurde entsprechend der Geländezugänglichkeit und unter Berücksichtigung vorhandener Leitungstrassen und PKW-Stellflächen in Abstimmung mit dem Bauherrn vor Beginn der Arbeiten festgelegt. Die Ansatzpunkte wurden durch einen Mitarbeiter der Henke und Partner GmbH nach Lage und Höhe mittels DGPS eingemessen. Die ausgewiesenen Höhen wurden gemäß dem deutschen Haupthöhennetz DHHN92 (HST 160) in mNHN vermessen und dienen dazu, die Aufschlüsse höhenmäßig zum geplanten Bauwerk in Relation zu setzen und dürfen nicht für anderweitige Zwecke zu Grunde gelegt werden².

Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Detaillageplan in Anlage 1.2 entnommen werden.

8.1 Luftbildauswertung und Kampfmittelerkundung

Für das Untersuchungsgebiet liegt eine Luftbildauswertung auf Kampfmittel vor [6.1]. Durch die Luftbildauswertung wurde der generelle Verdacht der Kontamination des Erkundungsgebietes mit Kampfmitteln bestätigt (u. a. Sichtung kampfmittelrelevanter Strukturen). Für das gesamte Erkundungsgebiet wird daher eine nähere technische Untersuchung durch einen Kampfmittelbeseitigungs- oder -räumdienst empfohlen.

Aufgrund der Ergebnisse der Luftbildauswertung war vor der Ausführung der Geländearbeiten die Freimessung der Aufschlusspunkte notwendig. Die oberflächige magnetometrische Freimessung auf Kampfmittel der drei Ansatzpunkte erfolgte im Vorlauf zu den Geländearbeiten am 27.08.2025 im Rahmen eines gemeinsamen Ortstermins mit dem AG und dem Gutachter durch einen autorisierten Kampfmittelsachverständigen (Heinzelmann Geo- Umwelt- Consulting GmbH & Co. KG).

Das Freimessen einzelner Stellen vom Kampfmittelsachverständigen kann nicht als generelle Freigabe des Baufelds gewertet werden. Für und während der Grab- und Erdarbeiten sind daher ebenfalls zwingend Maßnahmen in Abstimmung bzw. unter Begleitung eines Feuerwerkes vorzusehen.

8.2 Kernbohrungen

Die drei Kernbohrungen wurden bis in Tiefen von 7,0 m u. GOK (KB 1-25) bis 8,0 m u. GOK (KB 3-25) abgeteuft. Insgesamt wurden 22,5 lfd. Meter erbohrt.

² Die Höhensysteme zwischen unserer Aufnahme und den uns übermittelten Plänen können variieren. In den planerischen Darstellungen wurden die Höhensysteme zur Darstellung der geologischen Verhältnisse zur Vereinfachung gleichgesetzt. Nähere Betrachtungen müssen bei Bedarf durch ein Vermessungsbüro vorgenommen werden.

Die Kernbohrungen KB 1-25 und KB 2-25 wurden nach dem Abteufen zu DN50- Unterflur-Grundwassermessstellen ausgebaut. Die aufgeschlossenen Bohrstrecken innerhalb der Arietenkalk-Formation wurden mit einer Filterstrecke versehen. Die Kernbohrung KB 3-25 wurde nach Abschluss der Bohrarbeiten mit einer Zementsuspension verfüllt und an der GOK mit Kaltasphalt versiegelt.

Die Bohrkerns wurden von einem Diplomgeologen unseres Büros nach geologischen, bodenmechanischen und umweltgeologischen Gesichtspunkten gemäß DIN EN ISO 14688-1³ und DIN EN ISO 14689⁴ aufgenommen und beschrieben. Für bodenmechanische und bodenphysikalische Laboruntersuchungen wurden vom frischen Bodenmaterial repräsentative Proben entnommen. Die Bohrkerns wurden ergänzend fotografisch dokumentiert.

Die Bohrprofile der Kernbohrungen mit zeichnerischer Darstellung in Anlehnung an DIN 4023 sind inklusive der Grundwassermessstellenausbaupläne in den Anlagen 2.1.1 und 2.3.1 dargestellt. Die fotografischen Dokumentationen der Bohrkerns liegen als Anlagen 2.1.2 bis 2.3.2 dem Gutachten bei. Eine Legende der verwendeten Signaturen und Abkürzungen kann Anlage 2.4 entnommen werden.

8.3 Schichtenbeschreibung und Schichtlagerung

Zur Verdeutlichung der Schichtlagerungsverhältnisse wurden drei Profilschnitte angefertigt. Die Profilschnitte liegen dem Gutachten in den Anlage 3 bei. Zur Konstruktion der Schnitte wurden zusätzlich stellenweise die Bohrprofile der Alterkundung [3.1] mitverwendet. Der Schichtenverlauf zwischen den einzelnen Aufschlüssen wurde linear interpoliert, Abweichungen vom dargestellten Schichtenverlauf sind daher naturgemäß möglich. Die Lage der angefertigten Profilschnitte geht aus dem Lageplan in Anlage 1.2 hervor.

Anhand der Aufschlüsse stellt sich die geologische Situation im Bereich des geplanten Neubaus und der weiteren Infrastrukturmaßnahmen wie folgt dar:

Tragschicht/ Auffüllung

Unterhalb der knapp 10 cm mächtigen Asphaltdecke folgt ein ca. 50 cm mächtiger, grauer, kiesig-steinig Tragschichthorizont. Im Liegenden folgt dann bis zu einer Tiefe von knapp 1 m u. GOK-Bestand ein Auffüllungshorizont aus umgelagerten tonig-schluffigen, dunkelbraunen- beigebräunlichen

³ DIN EN ISO 14688-1 (05/2018) Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2018

⁴ DIN EN ISO 14689 (05/2018) Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels (ISO 14689:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14689:2018

Verwitterungslehmen und quartären Decklehmen mit teilweise kiesig-steinigen Bestandteilen bei weicher bis steifer Konsistenz. Im Bereich KB 3-25 wurde der Auffüllungshorizont nicht angetroffen.

Quartär

Im Liegenden folgen die quartären, zumeist weich-steifen bis steifen Decklehme des Filderlehm sowie des Auenlehms bei bindiger Ausprägung. Die Filderlehme treten zumeist als beigebraune, tonige Schluffe, die Auenlehme als schwach organische, beigebraun-dunkelbraune, schluffige Tone auf. Die Schichtunterkante liegt im Baugebiet in Tiefen von knapp 1,5 m u. GOK bis ca. 2 m u. GOK.

Liaston

Unterhalb der quartären Decklehme folgen steife bis halbfeste, beigebraun-graubraun-marmorierte Liastone bei homogener Zusammensetzung und einer Schichtmächtigkeit zwischen ca. 1 bis 2 m. Die Liastone treten als schwach feinsandige und schluffige Tone auf.

Arietenkalk-Formation (juAK)

Unterhalb der Liastone folgen zur Tiefe dann die Festgesteinsserien der Arietenkalk-Formation, die als Wechsellagerung zwischen grauen, sehr harten Kalksteinlagen und verwitterten-angewitterten und stellenweise bereits zu Tonen plastifizierten, dunkelgrauen Tonstein- und Tonmergelsteinlagen ausgebildet ist. Die Schichtoberkante der gut tragfähigen Arietenkalk-Formation kann im Baugebiet im Tiefenbereich zwischen West und Nordost auf ~ 401 m NHN und im Osten bzw. Südosten auf ~ 400 m NHN erwartet werden. Die basale harte Bank dieses Schichtenpakets wird als Kupferfelsbank bezeichnet. Sie zeichnet sich durch eine außergewöhnliche Härte und eine sehr hohe Abrasivität aus. Sie bildet die Untergrenze der Arietenkalk-Formation (juAK).

Angulatensandstein-Formation (juAS)

Im Liegenden folgen dann die Festgesteinsserien der unterjurassischen Angulatensandstein-Formation. Die Angulatensandstein-Formation besteht aus einer Abfolge von sandigen Tonsteinen mit zwischengeschalteten, unterschiedlich mächtigen (Kalk-)Sandsteinen.

9. Verunreinigungen und Verwertungseinstufungen

Zur chemischen Analytik hinsichtlich einer Verwertungseinstufung wurden die nachfolgenden Einzelproben zu lithologiespezifischen Mischproben zusammengefasst (siehe Tabelle 1):

Tabelle 1: Mischproben und verwendete Einzelproben.

Erstellte Mischprobe (MP)	Aufschluss und verwendete Einzelproben (EP) aus Aufschluss [m u. GOK]
MP Tragschicht	KB 1-25 0,5 + KB 2-25 0,2 + KB 3-25 0,5
MP Auffüllung	KB 1-25 0,9 + KB 2-25 0,6 + 0,9
MP Quartär	KB 1-25 1,2 + 1,9 + KB 2-25 1,5 + KB 3-25 1,4
MP Liaston	KB 1-25 3,2 + 4,0 + KB 2-25 2,5 + KB 3-25 2,1
MP TMst. / Tst. (juAK)	KB 1-25 4,9 + KB 2-25 5,1 + KB 3-25 6,8

Die erstellten Mischproben wurden zur laborchemischen Analyse in ein akkreditiertes Labor verbracht.

9.1 Asphalt

Eine Analytik von Asphaltproben wurde bereits im Rahmen der Alterkundung aus dem Jahr 2018 [3.1] durchgeführt. Hierbei wurde an der erstellten Asphaltmischprobe im Hinblick auf teerhaltige Bestandteile eine laborchemische Analytik auf den Parameter Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) durchgeführt, wobei eine ΣPAK_{16} -Konzentration von 24 mg/kg ermittelt wurde.

Entsprechend der laborchemischen Analysenergebnisse der Alterkundung [3.1] ergeben sich analog für die Asphaltbeläge im direkten Baugebiet des BV Feuerwache West die in Tabelle 2 aufgeführten Verwertungs-/ Entsorgungseinstufungen:

Tabelle 2: Verwertungs-/ Entsorgungseinstufungen Asphalt.

	MP Asphalt P0 (aus [3.1])
Ermittelte ΣPAK -Konzentration [mg/kg]	24
Ermittelte Benzo(a)pyren- Konzentration [mg/kg]	1,5
Einstufung nach RuVA-Stb 01 ⁵	A
Einstufung nach DepV ⁶	DK 0
Abfallschlüssel nach AVV ⁷	17 03 02

⁵ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-Stb 01) - Ausgabe 2001/ Fassung 2005.

⁶ Deponieverordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 27.04.2009, zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 30.06.2020 (BGBl. I Nr. 32, S. 1533) in Kraft getreten am 04.07.2020.

⁷ Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung- AVV).

Die Unterscheidung von bitumen- und teerhaltigem Straßenaufbruch erfolgt über den PAK_{16} -Gehalt. Demnach gilt Straßenaufbruch mit einem PAK_{16} -Gehalt $> 25 \text{ mg/kg}$ als belastet und unterliegt im Einsatzbereich des Straßenbaus Verwendungsbeschränkungen. Bei PAK_{16} -Konzentration unter dem Schwellenwert von 25 mg/kg TS , handelt es sich gemäß dem LUBW Streckbrief „Bituminöser/teerhaltiger Abfall“ vom 01.01.2017 um unbelasteten Straßenaufbruch.

9.2 Boden

Aufgrund der mittlerweile eingeführten und bundesweit gültigen Vorschrift

- Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung“ (kurz bezeichnet als „Mantelverordnung“) – **bundesweit gültig seit dem 01.08.2023**
- Artikel 1 der Mantelverordnung: Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (kurz bezeichnet als „**Ersatzbaustoffverordnung**“ oder „**EBV**“⁸)

wurden an den Bodenmischproben der Tragschicht („MP Tragschicht“), der Auffüllung („MP Auffüllung“), des Quartärs („MP Quartär“), des Liastons („MP Liaston“) und der Tonmergelsteine und Tonsteine der Arietenkalk-Formation („MP TMst./ Tst. (juAK)“) chemische Analysen auf den Parametersatz BM-0 sowie BM-0* der Tabelle 3 der EBV veranlasst. Auf Grundlage der chemischen Analysenergebnisse ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle 3 dargestellten EBV- Einstufungen:

⁸ Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung vom 09.07.2021- Artikel 1, Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung- ErsatzbaustoffV.

Tabelle 3: Bodenanalytik nach EBV und resultierende Verwertungseinstufungen.

	MP Tragschicht	MP Auffüllung
Einstufung nach EBV [Verwertungsklasse]	BM-0 (Bodenart Sand)	BM-F3 (Bodenart Ton)
Anmerkungen/ erhöhte Parameter	bezogen auf BM-0 keine Überschreitungen; aufgrund der zu erwartenden Heterogenität wird für die Ausschreibung BM-0* empfohlen	Kupfer im Feststoff [250 mg/kg]
Abfallschlüssel nach AVV	17 05 04 Bodenmaterial	17 05 04 Bodenmaterial
	MP Quartär	MP Liaston
Einstufung nach EBV [Verwertungsklasse]	BM-0 (Bodenart Ton)	BM-0 (Bodenart Ton)
Anmerkungen/ erhöhte Parameter	-	-
Abfallschlüssel nach AVV	17 05 04 Bodenmaterial	17 05 04 Bodenmaterial
	MP TMst./ Tst. (juAK)	
Einstufung nach EBV [Verwertungsklasse]	BM-0 (Bodenart Ton)	
Anmerkungen/ erhöhte Parameter	-	
Abfallschlüssel nach AVV	17 05 04 Bodenmaterial	

Die ausführlichen laborchemischen Analysenergebnisse sind als Anlagen 5.1 bis 5.5 beigelegt.

9.3 Allgemeine Hinweise zum Aushub

Insbesondere in der Auffüllung können im Zuge von Aushubarbeiten Fremdkomponenten zu Tage treten. Werden bei den Arbeiten organoleptische Auffälligkeiten angetroffen, ist das betroffene Material zu separieren und der Gutachter zu informieren.

Es wird empfohlen, die Ausschreibung nach der aktuell gültigen Ersatzbaustoffverordnung (EBV) aufzustellen. Bei den nachfolgenden Angaben beziehen wir uns daher auf die Kategorien der EBV.

Es wird in diesem Zuge noch darauf hingewiesen, dass die schwarzen Tonsteine/ Tonmergelsteine der Unterjura-Formationen natürlicherweise Pyrit (FeS_2) enthalten können, welcher nach dem Augenschein nicht unbedingt feststellbar ist. Bei längerer Lagerung nach dem Lösen kann der ggf. enthaltene Pyrit unter der Einwirkung von Luftsauerstoff zu Sulfat und Eisenoxid oxidiert werden. Dabei kann der zum Zeitpunkt des frischen Aushubs im Bereich von BM-0 / BM-0* liegende Sulfatgehalt (91 mg/l im Eluat, vgl. Anlage 5.5) ggf. auf Verwertungskategorien bis BM-F2 oder sogar höher ansteigen, was bei längerer Zwischenlagerung bis zur Abfuhr und Verwertung zu erheblichen Entsorgungsschwernissen führen kann. Das Bodenmaterial sollte deshalb vorsorglich mit dem Hinweis „ggf. Pyrit-haltig“ gekennzeichnet werden und dieser Effekt sollte und im Zuge der Planung und Ausschreibung berücksichtigt werden.

Es wird in diesem Zuge darauf hingewiesen, dass sich die Analysen auf das aus den Aufschlüssen frisch entnommene und im chemischen Labor aufbereitete Probenmaterial beziehen. Durch Lagerung, Witterungsverhältnisse, Oxidation können sich längerfristig Werte erhöhen oder verringern. Diese Vorgänge sind oft komplex und abhängig von den tatsächlich ablaufenden geochemischen Vorgängen. Über derartige Veränderungen können unsererseits keine Gewähr übernommen werden.

9.4 Hinweise zur Ausschreibung

Das im Zuge der geplanten Erdarbeiten anfallende quartäre Bodenmaterial sowie die Liastone lassen sich entsprechend der chemischen Analytik als BM-0- Material ausschreiben. Das Tragschichtmaterial hält formal die Grenzwerte der Kategorie BM-0 nach EBV ein. Aufgrund der ggf. vorhandenen Fremdkomponenten empfiehlt sich eine Ausschreibung gem. BM-0*.

Aufgrund der erhöhten Kupfer-Konzentrationen im Feststoff ist das unter der Tragschicht angetroffene zumeist bindige Auffüllungsmaterial gem. BM-F3 auszuschreiben.

Für darüber hinaus vorkommende Auffüllungen mit höherem Fremdanteil, welche über die Erkundung nicht aufgeschlossen wurden, jedoch z.B. in Arbeitsräumen, Grabenverfüllungen usw. auftreten können, sind Haufwerke zu bilden, zu beproben und nach dem jeweiligen Analysenergebnis gesondert zu entsorgen. Hierfür sollten Massenanteile mit Klassen BM-F1, BM-F2 und BM-F3 nach EBV vorgesehen werden.

Für das etwaig im Zuge der Erdarbeiten anfallenden Tonstein-/ Tonmergelstein-Material des Unterjuras zeigen unsere Erfahrungen von BV in den gleichen unterjurassischen Schichten, dass es tlw. bei

Untersuchungen im Zuge der Bauausführung zu Grenzwertüberschreitungen bei den kritischen Parametern Sulfat, Arsen sowie ggf. auch Kupfer und Nickel kommen kann. Da eine eindeutige Abgrenzung von Aushub im Vorfeld, z.B. über eine Rasterfeldbeprobungen nicht von allen Erdbauern akzeptiert wird und eine Haufwerksbildung während den Aushubarbeiten sehr zeit- und kostenintensiv ist und damit nicht praktikabel ist, empfehlen wir daher sicherheitshalber eine erhöhte Schadstoffklasse auszuscheiden. Bei den Parametern Arsen, Kupfer und Nickel wäre die Klasse BM-F0* zur Abdeckung der erwartbaren Grenzwertüberschreitungen ausreichend. Die Erhöhung der Sulfat-Konzentrationen bei Einfluss von Luftsauerstoff (im Zuge der Lagerung bzw. Zwischenlagerung des Aushubmaterials) ist darüber hinaus nur schwer zu prognostizieren. Die möglichen Überschreitungen der Sulfatgrenzwerte lässt sich nur mit der Klasse BM-F1 und bei hohen Konzentrationen mit der Klasse BM-F3 abdecken. Für die Ausschreibung empfehlen wir daher die natürlich anstehenden Böden mit 80% Massenanteil nach der Klasse BM-F1 und mit 20% Massenanteil nach der Klasse BM-F3 auszuscheiden. Dem Entsorger wird offen gelassen in Eigenregie Zusatzanalysen an Haufwerken oder über eine Rasterfeldbeprobung durchzuführen, um damit günstigere Entsorgungsklassen zu erhalten und auf deren Basis entsorgen zu können. Eine Einheitspreisänderung bei einer günstigeren Entsorgung darf dabei jedoch nicht zu Mehrkosten führen.

Ggf. abgebrochenes und ausgehobenes Betonmaterial ist als Recycling-Baustoff (RC) zu behandeln, zu bewerten und getrennt vom Bodenmaterial zu lagern.

10. Hydrogeologie und Grundwasserstände

Die zumeist bindigen Deckschichten weisen nur sehr geringe Wasserwegsamkeiten auf und sind daher im Wesentlichen als Grundwassernichtleiter ausgebildet.

Die zur Tiefe anstehende Gesteinsserie der Arienkalk-Formation sind als Kluftgrundwasserleiter ausgebildet und grundwasserführend, wobei Kalksteinschichtenlagen als Grundwasserleiter und zwischenlagernde Tonstein- und Tonmergelsteinhorizonte als grundwasserstauend ausgebildet sind. Der Grundwasserhorizont im Bereich der Arienkalk-Formation ist aufgrund der Überlagerung im (schwach) gespannten Zustand anzutreffen, sodass der Druckwasserspiegel bei Druckentlastung im Zwischenbereich Arienkalk-Formation/ Quartäre Deckschichten anzusetzen ist.

Im Zuge von Erdarbeiten kann es zusätzlich auch im Baugrubenanschnitt zu geringfügigen Zutritten von schnell ausblutenden Schicht- und Stauwässern aus dem Zwischenbereich Deckschichten/ Arienkalk Formation kommen.

Die ausgebauten Grundwassermessstellen befinden sich zumindest teilweise innerhalb des späteren Baufelds. Die Messstellen sind daher vor Beginn der Bauarbeiten fachgerecht zu verschließen. Die Verschließungsarbeiten sind im Vorfeld beim LRA Esslingen anzumelden und abzustimmen und nach Abschluss in einem Kurzbericht zu dokumentieren. Sollte die Grundwassermessstellen stellenweise vom Baufeld bzw. durch die Bauarbeiten wider erwarten nicht tangiert werden, können sie als Beobachtungsmessstellen weiterhin erhalten bleiben.

Im Zuge der aktuellen sowie der Alterkundung [3.1] wurden die Grundwasserstände in Grundwassermessstellen mehrmals gemessen (siehe Tabellen 4 und 5):

Tabelle 4: Grundwasserstände in den Messstellen der Alterkundung [3.1].

Datum	Bemerkungen	KB 2		KB 4	
		[m u. GOK]	[m NHN]	[m u. GOK]	[m NHN]
20.11.2018	Ruhe-GW	5,45	401,42	3,72	402,56

Tabelle 5: Grundwasserstände in den Messstellen der aktuellen Erkundung 2025.

Datum	Bemerkungen	KB 1-25		KB 2-25	
		[m u. GOK]	[m NHN]	[m u. GOK]	[m NHN]
03.09.2025	GW nach BE*	-	-	4,22	399,15
04.09.2025	GW nach BE*	4,15	400,77	-	-
29.09.2025	Ruhe-GW	2,60	402,32	3,30	400,70
06.10.2025	Ruhe-GW	2,73	402,19	3,41	399,96

*Bohrende.

10.1 Bemessungsgrundwasser-/ Bemessungswasserspiegel Baufeld Neubau Feuerwache

Anhand der bisher gemessenen Grundwasserstände sowie der im Zuge der Alterkundungen ([3.1] bis [3.4] ausgewiesenen Bemessungsgrundwasserstände, wird unter Berücksichtigung eines gewissen

Zuschlags auf die bisher gemessenen Grundwasserstände, für das Baufeld „Neubau Feuerwache West“ ein Bemessungsgrundwasserspiegel wie folgt festgelegt:

Baufeld Westseite	403,0 m NHN
Baufeld Ostseite	401,5 m NHN

Der Bemessungsgrundwasserspiegel im Baufeld kann zwischen der Gebäudewestseite und der Gebäudeostseite linear interpoliert werden.

Da diese Bemessungsgrundwasserstände zum Teil noch innerhalb der quartären Deckschichten liegen und es sich um einen gering ergebnigen Grundwasserleiter bzw. um Schichtenwasser handelt, halten wir es für vertretbar, einen einheitlichen Bemessungswasserspiegel über das gesamte Baufeld der Feuerwache anzusetzen. Damit kann auf eine Abstufung des Bemessungsniveaus durch Anordnung von Grundwassersperren innerhalb der Baufläche verzichtet werden. Wir schlagen hierzu einen mittleren **Bemessungswasserspiegel von 402,3 mNHN** vor. Dieses Niveau entspricht dem bislang maximal beobachteten Wasserstand auf der Nordwestseite der Feuerwache. Zeitweise höhere Wasserstände auf der Westseite gleichen sich über den Flächenfilter bzw. Umläufigkeitsschicht unter der Bodenplatte aus, bevor es zu einer Ableitung über die Sicherheitsdränage kommt. Die Zustimmung des LRA Esslingen zu diesem Vorschlag ist einzuholen.

10.2 Bemessungsgrundwasserspiegel Medientunnel Nord

Unter Berücksichtigung der bisher gemessenen Grundwasserstände sowie der im Zuge der Alterkundungen [3.3] ausgewiesenen Bemessungsgrundwasserstände wird für das Baufeld im Bereich des Medientunnel im Norden ein **Bemessungsgrundwasserspiegel von 401,5 mNHN** angesetzt. Entsprechend der AG-seitig [1] angegebenen Tiefenlage Sohle Medientunnel ist damit auch mit einer mind. temporären Grundwassereinbindung der Betonbauteile zu rechnen.

10.3 Betonaggressivität

Am 06.10.2025 wurde aus der neu eingerichteten Grundwassermessstelle KB 2-25 eine Grundwasserprobe entnommen und diese dann laborchemisch auf die betonaggressive Wirkung entsprechend DIN 4030 analysiert. Die untersuchte Wasserprobe wurde als **nicht angreifend** eingestuft.

Beim anstehenden Baugrund kann allerdings bei stagnierenden Grundwasserständen durch Oxidation von fein verteilt vorliegendem Pyrit erfahrungsgemäß ein erhöhter Sulfatgehalt auftreten. Für die unterhalb des Bemessungsgrundwasserspiegels einbindende Bauteile wird daher die Verwendung eines

gegen schwachen Sulfatangriff (XA1) stabilen Betons

empfohlen.

11. Geomechanische Laborversuche

11.1 Bodenmechanische Laborversuche

Für bodenmechanische und bodenphysikalische Laboruntersuchungen wurden vom frischen Bodenmaterial insgesamt

14 Becher-/Eimerproben (BP)

entnommen, von denen neun zu weiteren bodenmechanischen und bodenphysikalischen Untersuchungen verwendet wurden.

Zur Klassifizierung und Bestimmung der bodenmechanischen und bodenphysikalischen Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten wurden an den entnommenen Bodenproben folgende Laboruntersuchungen durchgeführt:

9	mal	Bestimmung des natürlichen Wassergehalts nach	DIN EN ISO 17892-1
2	mal	Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach	DIN 18122
1	mal	Bestimmung des Steifemoduls im Ödometerversuch nach	DIN EN ISO 17892-5
1	mal	Bestimmung des Organikgehalts über Glühverlust nach	DIN 18128

Eine tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse liegt in Anlage 4.1 dem Gutachten bei. Die Bestimmungen der Konsistenzgrenzen sind in den Anlage 4.2.1 und 4.2.2 beigefügt. Die Auswertung des Ödometerversuchs kann Anlage 4.3, die Auswertung der Glühverlust-Bestimmung kann Anlage 4.4 entnommen werden.

11.1.1 Konsistenzgrenzen

Die Bestimmung der Konsistenzgrenze für die Probe des **Auenlehm** aus KB 2-25 ergab bei einem Wassergehalt w_n von 27,1 % nach DIN 18196 die Bodenart **TA** (ausgeprägt plastischer Ton) und eine **steife** Konsistenz.

Die Bestimmung der Konsistenzgrenze für die Probe des **Liaston** aus KB 3-25 ergab bei einem Wassergehalt w_n von 19,5 % nach DIN 18196 die Bodenart **TM** (mittelpastischer Ton) und eine **steife** Konsistenz.

11.1.2 Glühverlust/ Organik

Für die Probe des Auenlehms aus KB 1-25 („KB 1-25 1,2“) wurde bei einem Wassergehalt w_n von 25,9 % ein massenprozentualer Glühverlust V_{gl} von 4,8 % bestimmt. Nach DIN EN ISO 14688-2⁹ kann die Probe als schwach organisch eingestuft werden.

11.1.3 Ödometerversuch und Dichtebestimmung

An einer Bodenprobe des Auenlehms aus KB 2-25 wurde ein Ödometerversuch zur Bestimmung des Steifemoduls durchgeführt. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle 6 aufgeführt:

Tabelle 6: Ergebnisse des Ödometerversuchs.

Probe	KB 2-25 1,5 m
Material	Auenlehm
Überlagerungstiefe [m]	~ 1,5
nat. Wassergehalt w_n [%]	27,1
Konsistenz	steif
Vorbelastung [kN/m ²]	30
Best. Lastintervall [kN/m ²]	200-400
Steifemodul E_s [kN/m ²]	3.577
Feuchtdichte ρ [g/cm ³]	1,96
Trockendichte ρ_D [g/cm ³]	1,53

⁹ Geotechnische Erkundung und Untersuchung- Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2 (2020-11).

Der labortechnisch ermittelte Steifemoduli korreliert mit der an der Bodenprobe bestimmten Konsistenz sowie mit der Tiefenlagen/ Überlagerungstiefe.

11.2 Felsmechanische Laborversuche

Zur felsmechanischen Charakterisierung der Arietenkalk-Formation wurden an den entnommenen Felsproben die folgenden felsmechanischen Laboruntersuchungen durchgeführt:

- 2 mal Bestimmung des natürlichen Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892
- 2 mal Bestimmung der Trocken- und Feuchtdichte d. Tauchwägung n. DIN 18125
- 2 mal Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeiten nach Bieniawski

Eine tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse liegt in Anlage 4.1 dem Gutachten bei. Die Ergebnisse der Dichtebestimmungen über Tauchwägung sowie die Ergebnisse der näherungsweisen Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeiten über Punktlastversuche können den Anlagen 4.5 sowie 4.6 entnommen werden.

Die Dichtebestimmung der Festgesteine der Arietenkalk- und Angulatensandstein- Formation ergab die in nachfolgender Tabelle 7 aufgeführten Roh- und Trockendichten:

Tabelle 7: Ergebnisse der Dichtbestimmungen.

Petrographie	Probenanzahl N	Rohdichte ρ [g/cm ³]	Trockendichte ρ_d [g/cm ³]	Wassergehalt [M.-%]
Kst. (juAK)	1	2,51	2,49	0,8
Tst. (juAS)	1	2,43	2,22	9,5

An frischen Kernproben der erbohrten Kalksteine wurden im felsmechanischen Labor Punktlastversuche durchgeführt. Über die Punktlastversuche kann über den versuchstechnisch ermittelten Festigkeitsindex I_s die einaxiale Druckfestigkeit abgeschätzt werden. Die Versuche an den Bohrkernen wurden durchgehend in stehender (s) Belastungsrichtung durchgeführt. Die stehende Belastungsrichtung gibt somit die vertikale Druckfestigkeit an.

Die über Punktlastversuche über das Verfahren von Bieniawski abgeschätzte **Druckfestigkeiten** wurden an der Kalksteinprobe mit q_u von **71,3 MN/m²** und an der Tonsteinprobe mit q_u von **8,4 MN/m²**

bestimmt. Druckfestigkeiten ab $\geq 50 \text{ MN/m}^2$ werden nach DIN 1054 (2021-04¹⁰) bereits als „hart“, Druckfestigkeiten zwischen $\geq 5 \text{ MN/m}^2$ und $\leq 12,5 \text{ MN/m}^2$ als „mäßig mürb“ klassifiziert.

12. Homogenbereiche

Die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden und Festgesteine können entsprechend ihres Zustands vor dem Lösen anhand der Baugrunduntersuchung, den durchgeführten bodenmechanischen Untersuchungen sowie allgemeinen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden in nachfolgende Homogenbereiche nach DIN 18300 für Erdarbeiten und DIN 18301 für Bohrarbeiten eingeteilt werden (siehe Tabelle 8).

Die Angaben zu den einzelnen Homogenbereichen sind in den Anlagen 6 und 7 beigefügt. Die den Homogenbereichen zugeordneten Schichtgrenzen können den Profilen der Geländeaufschlüsse (Anlage 2) sowie aus den erstellten Profilschnitten in Anlage 3 entnommen werden.

Tabelle 8: Homogenbereiche.

Schicht	Erdarbeiten	Bohrarbeiten
Tragschicht	A 18300	A 18301
Auffüllung	B 18300	B 18301
Quartär -Auenlehm/ Lößlehm/ Filderlehm	C 18300	C 18301
Liaston	D 18300	D 18301
Arietenskalk- Formation (juAK) Angulatensandstein-Formation (juAs) - Tonstein, Tonmergelstein	E1 18300	E1 18301
Arietenskalk- Formation (juAK) Angulatensandstein-Formation (juAs) - Kalkstein	E2 18300	E2 18301

Etwaig im Zuge der Aushubarbeiten im Baufeld zu Tage tretende, bestehenden Betonplatten und Betonteile werden keinem Homogenbereich zugeordnet und sind vom Bodenaushub abzutrennen. Dasselbe gilt für Asphalt-, Beton- und Pflastersteinbeläge.

Die aufgeführten Boden-/ Felsparameter gelten ausschließlich zur Charakterisierung der anstehenden Böden/ Festgestein hinsichtlich des Lösens, Förderns, Ladens und Transportierens entsprechend den

¹⁰ DIN 1054:2021-04 – Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau- Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.

Zielsetzungen der VOB. Die Werte gelten ausdrücklich nicht für erdstatische Berechnungen und sonstige Bemessungen.

Die in den genannten Anlagen angegebenen Werte sind nur z.T. durch Laboruntersuchungen direkt bestimmt worden. Andere Angaben beruhen auf Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und Schätzungen, wodurch Abweichungen zu den tatsächlichen Werten nicht auszuschließen sind. Für eine Präzisierung wären zusätzlich weitere Laboruntersuchungen erforderlich. Bei Bedarf und Relevanz wird um Mitteilung gebeten.

13. Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können nachfolgende Bodenkennwerte (siehe Tabelle 9) als charakteristische Bodenkennwerte nach Eurocode 7 angesetzt werden. Die Boden- bzw. Berechnungskennwerte sind auf der Grundlage der Geländeaufnahmen, den durchgeführten Laboruntersuchungen sowie allgemeinen Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und Festgesteinen festgelegt worden.

Tabelle 9: Charakteristische Bodenkennwerte

Bodenschichten	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte u. Auftrieb γ_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ_k [°]	Kohäsion c_k [kN/m ²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
Tragschicht	(18 – 20) 19,0	- -	(32,5 – 40) 35	(0 – 2) 0	(30 – 80) 50
Auffüllung -bindig	(19 – 20,5) 19	- -	(20 – 27,5) 22,5	(5 – 10) 7,5	(5 – 20) 10
Quartär (Filderlehm, Auenlehm) -TA, TM, TL -überwiegend steif-halbfest	(19 – 21) 20	(9 – 11) 10	(17,5 – 27,5) 22,5	(8 – 12) 7	(3 – 25) 8
Liaston	(19,5 – 21,5) 20,5	(9,5 – 11,5) 10,5	(15 – 20) 17,5	(15 – 25) 20	(8 -20) 10
Arietenkalk-Fm. (JuAK) Tonstein, Tonmergelstein angewittert	(20 – 22) 21,5	(10 – 12) 11,5	(25 – 30) 27,5	(20 – 50) 30	(30 – 80) 40
Kalkstein, Kalksandstein	(23 – 26) 24,5	(14 – 16) 14,5	(30 – 37,5) 35	(100 – 200) 150	(500 – 1.500) 800
Berechnungskennwerte	24	14	30	60	120

Bodenschichten	Wichte	Wichte u. Auftrieb	Reibungs- winkel	Kohäsion	Steifemodul
	γ_k [kN/m ³]	γ_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
Angulatensandstein Fm. (juAS)					
Tonstein, Mergelstein angewittert / unverwittert	(22 – 23)	(12 – 13)	(25 – 30)	(30 – 80)	(50 – 120)
	22,5	12,5	27,5	50	80
Kalkstein, Kalksandstein	(24 – 26)	(14 – 16)	(30 – 37,5)	(150 – 300)	(800 – 2.000)
	25	15	35	200	1.000
Berechnungskennwerte	25	15	30	80	150

fett = für Berechnungen empfohlene charakteristischer Bodenkennwerte
() Schwankungsbreite der Bodenkenngrößen (z. B. für Grenzwertbetrachtungen)

14. Geländeprofilierung und Erdarbeiten

Mit dem geplanten Gebäudeumriss werden nahezu vollumfänglich vorhandene PKW-Stellflächen überbaut. Stellenweise steht an der Oberfläche kiesig-steiniges Tragschichtmaterial an. Das Baugebiet wird bereichsweise von bestehenden Leitungs- / Kanaltrassen in verschiedenen Tiefenlagen durchzogen.

14.1 Vorbereiten der Baufläche

Vor Beginn der Aushubarbeiten ist der Asphaltbelag im Bereich der Baufläche abzutragen und zu entsorgen (siehe Kapitel 9.1). Eine Geländeauffüllungen ist entsprechend der uns vorliegenden Planung ([1] und [2]) nicht notwendig. Das geplante Gebäude bindet jedoch aufgrund der vorherrschenden Geländeneigung unterschiedlich tief in das Bestandsgelände ein.

14.2 Baugrubensohle

Ausgehend von der angegebenen UK Bodenplatte auf 401,5 mNHN [2] und einem knapp 0,3 m mächtigen Aufbau für die Sauberkeitsschicht und den Schotterfilter unter der Bodenplatte kommt die flächige Aushubsohle des UG auf ca. 401,2 mNHN zu liegen. Entsprechend der geologischen Aufnahme (Kapitel 8.3) bindet die planmäßige Aushubsohle folglich auf der Nordseite des Gebäudes bereits schon in die Festgesteine der Arietenkalk-Formation bestehend aus Tonsteinen/ Tonmergelsteinen und/ oder Kalksteine ein. Auf der Südseite des Gebäudes liegt die Aushubsohle dagegen noch in den bindigen weichen und steifen Auenlehm und Filderlehm sowie partiell in dem steifen und halbfesten Liaston. Die beschriebenen Baugrundverhältnisse können im Baufeld zwischen der Gebäudenord- und der Gebäudesüdseite annähernd linear interpoliert werden.

Die Kalksteinbänke sind nach den felsmechanischen Untersuchungen (Kapitel 11.2) hart ($> 50 \text{ MN/m}^2$), die Tonmergelsteine dagegen mäßig mürb ($5 - 12,5 \text{ MN/m}^2$). Erfahrungen zeigen, dass auch Druckfestigkeiten $> 100 \text{ MN/m}^2$ auftreten können. Daneben sind Bankstärken zwischen wenigen Zentimetern bis ca. 0,5-Meter über die geplante Aushubtiefe möglich.

Die natürlich vorhandenen Kluftabstände können prismatisch bis tafelförmig sein und somit auch ein Mehrfaches der Schichtflächenstärken betragen, so dass gelöste Gesteinsblöcke zum Laden und Lösen ggf. weiter zerteilt werden müssen. Zum Lösen und Profilieren der Baugrubensohle sind v.a. beim Antreffen und punktuellm Aushub der Kalksteinlagen ein Meißeleinsatz notwendig. Die Tonsteine- und Tonmergelsteine sind mittels Baggerschaufel annähernd profilgerecht trenn- und lösbar.

Für die Gründung einer aufliegenden Bodenplatte sind die auf der Südseite zu erwartenden gering tragfähigen quartären Deckschichten bis mindestens auf den tragfähigen Liaston mit steif-halbfester Konsistenz auszuräumen. Die Mehraushubtiefen können bei geringer Mächtigkeit von bis zu 20 cm mit dem Schotterfilter ausgetauscht werden. Bei größerer Austauschmächtigkeit wird ein Austausch mit einem abgestuften Schotter 0-45 mm empfohlen.

Der Liaston und die Ton- und Tonmergelsteine sind stark witterungsempfindlich, so dass insbesondere bei ungünstiger Witterung mit einer erheblichen Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften zu rechnen ist. Bei längerer offener Liegezeit oder einer Beanspruchung der Aushubsohle durch den Baubetrieb mit schweren Arbeitsgeräten ist eine Schutzschicht von mindestens 30 cm zu belassen oder die Aushubsohle ist mit dem geplanten Aufbau und der Sauberkeitsschicht unter der Bodenplatte vor dem Aufwittern zu schützen.

Nach dem Säubern der Sohle von losen Böden ist ein geotextiles Trennvlies der Georobustheitsklasse 3 (GRK 3) zu verlegen. Durch das Trennvlies wird das Eindringen und somit das Verschmutzen des Sohlfilters in den anstehenden Boden verhindert.

Wird die Baugrube während der Frostperiode angelegt oder ist eine Frosteinwirkung bis zum Einbau der Bodenplatte zu erwarten, wird der Aufbau einer mindestens 50 cm mächtigen Schotterlage (z.B. Filterschotter 2-45, 5-45 mm) als Frostschutzschicht empfohlen, die über Dränagen und eine frostsichere Bauwasserhaltung entwässert wird. Ohne diese Maßnahme kann es zu Frosthebungen in den tonig -mergeligen Böden kommen.

14.3 Baugrubenböschungen

Die flächige Aushubsohle liegt teilweise oberhalb und teilweise geringfügig unter dem Festgesteinshorizont. Die Baugruben- und Grabenböschungen bis 5 m Gesamthöhe können unter nachfolgenden Böschungswinkeln ausgebildet werden (siehe Tabelle 10):

Tabelle 10: Zulässige Baugrubenböschungsneigungen.

Bodenschicht	Böschungsneigung β [°]
Auffüllungen	≤ 45
Quartär	≤ 45
Liaston	≤ 60
Arietenkalk-Formation (juAK)	≤ 80

Die Böschungskronen sind für Baugeräte von 12 t bis 40 t auf eine Breite von mindestens 2 m, bei Fahrzeugen unter 12 t auf mindestens 1 m Breite lastfrei zu halten. Die begehbare Arbeitsraumbreite muss mindestens 0,5 m betragen. Bei Lasten entlang der Böschung oder Böschungshöhe über 5 m ist die Standsicherheit der Böschung rechnerisch nachzuweisen.

Lose und aufgeweichte Böden sind abzutragen. Die Felsböschungen sind von losen Steinen zu beräumen, ein Unterschneiden der Felsbänke in der Arietenkalk-Formation ist zu vermeiden. Sofern größere Ausbrüche die Standsicherheit der Böschung herabsetzen, sind diese durch Mörtel oder Beton zu ersetzen oder die Böschungen abzuflachen.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind die Böschungsflächen mit Kunststoffolie oder einem geotextilen Vlies abzudecken und gegen Verwehen zu sichern. Sind mächtige Böschungen im Festgestein der Arietenkalk-Formation auszubilden sind diese zusätzlich für den Steinschlagschutz mit einem Geotextilen Vlies abzuhängen. Bei einer Geländeneigung zur Baugrube ist entlang der Böschungskrone eine Tagwassersperre zur Vermeidung des Oberflächenwasserabflusses über die Böschung anzuordnen.

14.4 Geologisch bedingter Mehrausbruch

Auch bei sorgfältiger Profilierung muss in den Felsböschungen mit einem unvermeidbaren geologisch bedingten Überprofil gerechnet werden. Nach unseren Erfahrungen kann ein Maß von im Mittel ca. 15 cm meist eingehalten werden. In der Festgesteinssohle kann durch den Schichteinfall ein sägezahnartiges Relief auftreten, bei welchem das Überprofil von dem Gestein und der Bankstärke abhängig ist.

Für die nur oberflächige Einbindung in den Festgesteinshorizont wird das geologisch bedingte Überprofil im Mittel über die Baugrubensohle mit ca. 20 cm geschätzt, wobei bei entsprechender Kalksteinbankstärke lokal Ausbruchtiefen bis zu ca. 40 cm auftreten können.

15. Bauwerksgründung Gebäude Feuerwache West

Die Vorüberlegungen der Tragwerksplanung zur Gründung beinhalten eine Flachgründung über Einzel- und Streifenfundamenten und im Bereich von Aussteifungskernen auch über elastisch gebettete Gründungsplatten. Zudem wird auch eine komplette Tiefgründung des Bauwerks in Betracht gezogen. Da die planmäßige Aushubsohle bereits geringfügig über bzw. bereits in der Kalkstein-Tonsteinfole der Arietenkalk-Formation liegt, halten wir eine Flachgründung, ggfs. mit geringen Bodenaustauschmaßnahmen und durch Anordnen von Betonplomben unter den Fundamenten für umsetzbar.

15.1 Einzel- und Streifenfundamentgründung

Bei einer Flachgründung über Einzel- und Streifenfundamente binden die planmäßigen Fundamentsohlen auf der Gebäudenordseite bereits in die gut tragfähige Kalkstein-Tonstein-Wechselfolge der Arietenkalk-Formation ein. Zum Erreichen eines homogenen Gründungshorizonts für das Gebäude sind die Gründungssohlen einheitlich bis in die Kalkstein-Tonstein-Wechselfolge zu führen. Im mittleren und südlichen Baufeld müssen die Fundamente tiefer geführt werden oder Betonplomben als Bodenaustausch unter den Fundamenten bis zur OK Arietenkalk-Formation angeordnet werden.

Die Betonplomben sind mit mindestens den Abmessungen der Fundamente auszuführen. Unter Streifenfundamenten können die Betonplomben streifenförmig oder bei einer Fundamentbemessung als Gurt auch punktuell angeordnet werden. Die Gruben für die Herstellung der Betonplomben sind kurzzeitig standsicher und können in den lehmigen Deckschichten und Liaston nahezu senkrecht ausgehoben werden. Die Aushubabschnitte für die Herstellung durchgängiger Betonplomben unter Streifenfundamenten entlang von Baugrubenböschungen wird auf eine Länge von 5 m begrenzt.

In den nichtbindigen Auffüllungen kann es zu lokalen Ausbrüchen und Nachbrüchen kommen, so dass eine Abflachung der Gruben notwendig werden kann. Nach dem Aushub und Beräumen der Grubensohlen ist der Plombenbeton umgehend einzubringen. Treten beim Betonieren Nachbrüche auf, ist der mit Boden durchmischte Beton auszutauschen.

Die frostfreie Mindesteinbindetiefe beträgt 0,8 m. Lose oder aufgeweichte Böden in der Gründungssohle sind abzutragen. Die Gründungssohlen sind nach dem Freilegen durch eine Sauberkeitsschicht bzw. die Betonplomben vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Bei dem Fundamentaushub ist zu beachten, dass im Liaston stellenweise ein verwitterter und geringmächtiger Kalkstein-Verwitterungshorizont vorhanden ist, welcher von einem bis zu ca. 0,4 m mächtigen verwitterten Liaston unterlagert wird. Der verwitterte Kalksteinhorizont und der darunter folgende Liaston sind geringer tragfähig und leicht baggerbar. Im Bereich dieser „Schwächezonen“ sind die Plomben bzw. Fundamente bis auf die feste Tonsteinlage oder eine Kalksteinbank im Liegenden des Liastons vorzusehen.

15.2 Bemessungswerte zur Flachgründung

Die nachstehenden Angaben basieren auf die EC 7, ständige Bemessungssituation BS-P („*Persistent situations*“ = ständige und während der Funktionszeit des Bauwerks regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen). Die Angabe des **Bemessungswertes des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$)** gilt für die Gründung des Bauwerks über Einzel- und Streifenfundamente. Es werden eine Mindesteinbindetiefe der Fundamente von $t = 0,8$ m unter GOK bzw. unter OK Bodenplatte und einem Anteil der Verkehrslast (Q) von 50 % angenommen.

Die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes wurden über die Grundbruchberechnung für ein quadratisches Einzelfundament mit einer Seitenlänge ≥ 1 m ($a / b = 1,0$) und für ein Streifenfundament mit einer Breite von $\geq 0,5$ m (Länge 10 m) für unterschiedliche Fundamentbreiten b mit den ausgewiesenen Berechnungskennwerten des Steifemoduls ermittelt.

Der Bemessungswert der Sohlspannungen wird wie folgt begrenzt:

Arietenkalk-Formation, Konsistenz halbfest-fest

$$\sigma_{R,d} \leq 1.100 \text{ kN/m}^2$$

Die Ergebnisse können den Fundamentdiagrammen in den Anlagen 8.1 und 8.2 entnommen werden. Die in Abhängigkeit der Fundamentgröße und Sohlwiderstand rechnerisch zu erwartenden Setzungen können aus den Fundamentdiagrammen abgelesen werden. Bei zu hohen oder bauwerksunverträglichen Setzungen sind die Sohlspannungen zu reduzieren. Eine gegenseitige Beeinflussung von nah beieinander angeordneten Fundamenten wurde bei den Setzungsangaben nicht berücksichtigt. Diese muss im spezifischen Fall mittels einer gesonderten Setzungsberechnung ermittelt werden.

Für die Gründung einer aufliegenden Bodenplatte sind die weichen, gering tragfähigen quartären Deckschichten bis auf den tragfähigen Liaston mit mindestens steif-halbfester Konsistenz auszuräumen.

15.3 Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte

Um Setzungs- und Spannungsunterschiede zu reduzieren, sollten für eine Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte ein annähernd gleicher Schichtaufbau unter der Bodenplatte vorhanden sein. Die Gründung wäre möglichst einheitlich über dem Liaston oder der Arietenkalk-Formation auszuführen.

Die Bemessung der Gründungsplatte erfolgt mit dem Steifemodul- oder alternativ mit dem Bettungsmodulverfahren.

Beim Steifemodulverfahren können die unter Kapitel 13 Boden- und Berechnungskennwerte ausgewiesenen Steifemoduli herangezogen werden.

Für das Bettungsmodulverfahren erfolgt der Berechnungsablauf nach dem DIN – Fachbericht 130¹¹ prinzipiell wie folgt:

1. Festlegung eines Startwertes für das Bettungsmodul durch den Baugrundgutachter.
2. Berechnung der Vertikalverschiebung und Sohldrücke mit dem Bettungszifferverfahren durch den Tragwerksplaner.
3. Setzungsberechnung nach DIN 4019¹² ($E_I = 0$) und Bettungsmodulberechnung mit der aus (2.) ermittelten Sohldruckverteilung durch den Baugrundgutachter.
4. Vergleich der Vertikalverschiebungen und Bettungsmoduln aus (2.) mit den Setzungen und Bettungsmoduln aus (3.) durch den Baugrundgutachter und Tragwerksplaner.
Sofern eine ausreichende Übereinstimmung zwischen den Vertikalverschiebungen und den Setzungen sowie der Bettungsmoduln festgestellt wurde und die Bauwerksverträglichkeit vorhanden ist, kann die Iteration abgebrochen werden. Mit der ausreichenden Übereinstimmung der Vertikalverformung kann von einem näherungsweise korrekten Ansatz des Baugrundmodells in der statischen Berechnung ausgegangen werden. Ist dies nicht der Fall so erfolgt eine Neuberechnung ab (2.) mit den Bettungsmoduln aus (3.).

¹¹ DIN - Fachbericht 130 „Wechselwirkung Baugrund / Bauwerk bei Flachgründungen“

¹² DIN 4019 (01/2014) „Baugrund – Setzungsberechnungen“

Es wird darauf hingewiesen, dass das Bettungsmodul keine Bodenkonstante bzw. kein Verformungsparameter ist. Sowohl die Größe als auch die Verteilung des Bettungsmoduls werden neben der nicht-linearen Bodensteifigkeit von der Größe der Belastungsfläche, Höhe der Gesamtlast, Verteilung der Lasten sowie der Biegesteifigkeit der Platte einschließlich der aussteifenden Wände signifikant beeinflusst.

Für die Angleichung der Verformungen und der Bettungsmoduln können verschiedene zusätzliche Maßnahmen, wie z.B. die Ausbildung einer dickeren Platte oder eines steiferen Überbaues erforderlich werden.

Als setzungsrelevante Lasten sind die charakteristischen ständigen Lasten $\sum G_k$ sowie die charakteristischen quasi ständigen veränderlichen Lasten $\sum Q_k \times \psi_2$ (mit ψ_2 nach Tabelle NA.A. 1.1 nationaler Anhang zur DIN EN 1990) in den Setzungs- und Bettungsmodulberechnungen zu berücksichtigen.

Zur Ermittlung des Startwertes für das Bettungsmodulverfahren wurden überschlägige Berechnungen durchgeführt. Folgende Startwerte (siehe Tabelle 11) können auf den Gründungsebenen angenommen werden:

Tabelle 11: Startwerte für Bettungsmodulverfahren

Bodenschichten	k_s [MN/m ³]
Liaston	5
juAK - Arietenkalk-Fm. - Wechsellagerung Kalkstein mit Tonstein (halbfest-fest)	20

Der notwendige Abgleich von Setzungen und Bettungsmodul zwischen den Berechnungsverfahren des Tragwerkplaners und des Geotechnikers wird mit 1-2 Iterationsschritten geschätzt.

Werden in den angrenzenden Bauabschnitten Einzel- und Streifenfundamente ausgebildet, sind zudem Setzungsberechnungen unter Berücksichtigung aller Fundamente und Bodenplattenlasten durchzuführen und die Verträglichkeit der Verformungen mit der Baukonstruktion durch die Tragwerksplanung zu überprüfen.

15.4 Pfahlgründung

Bei punktuellen und hohen Bauwerkslasten kann über den Gesamtgrundriss eine Tiefgründung über Großbohrpfähle mit einem Lasteintrag in die Arietenkalk- und Angulatensandstein-Formation

ausgeführt werden. Mit diesem Verfahren können auch die härteren Kalkstein- und Kalksandsteinbänke, insbesondere die abrasive Kupferfelsbank für eine ausreichende Pfahleinbindung durchörtert werden.

In Anlehnung an die EA-Pfähle¹³ und eigenen Erfahrungswerten können nachfolgende (Tabelle 12) charakteristischen Pfahlwiderstandswerte (Bruchwerte) für Einzelpfähle mit einem Abstand $a \geq 3 D_s$ (D_s = Pfahlschaftdurchmesser) angenommen werden.

Tabelle 12: Charakteristische Pfahlmantelreibung und Pfahlspitzenwiderstand von Verbaupfählen

Bodenschichten	überwiegender Verwitterungsgrad „Tonstein“	Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m ²]	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [kN/m ²]
juAK - Arietenkalk-Fm. - Wechsellagerung Kalkstein mit Tonstein (halbfest-fest)	V3	200	3.000 (5.000¹⁾)
juAS – Angulatensandstein-Fm. - Wechsellagerung Kalkstein/ Kalksandstein mit Tonstein (fest)	V3/V2	250	3.000 (5.000¹⁾)

¹⁾ bei kompakter Kalkstein-/Kalksandsteinbank in der Pfahlaufstandsfläche

Die charakteristischen Pfahlwiderstandsbeiwerte sind unter Berücksichtigung von Teilsicherheitsbeiwerten auf Bemessungswerte umzurechnen.

Horizontallasten können durch den seitlichen Pfahlwiderstand über die Einbindelänge näherungsweise nach dem Bettungsmodulverfahren berechnet werden. Sofern es nur auf eine hinreichend zu treffende Ermittlung der Biegemomente ankommt, kann ab dem Liaston die Bettung über die charakteristischen Steifemoduli ($E_{s,k}$) der einzelnen Schichten und dem Pfahlschaftdurchmesser (D_s) wie folgt ermittelt werden:

$$k_{s,k} = E_{s,k}/D_s$$

Der Pfahlschaftdurchmesser ist bei $D_s > 1$ m rechnerisch auf 1 m zu begrenzen.

¹³ Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ EA-Pfähle (Ernst & Sohn, 2. Auflage)

Bis 0,5 m unter die Baugrubensohle darf keine Bettung angesetzt werden und zwischen 0,5 m und 2,0 m unter Aushubsohle ist eine Abminderung durch einen linearen Anstieg von $k_{s,k,-0,5m} = 0 \text{ MN/m}^3$ auf den berechneten Wert $k_{s,k,-2,0m} = E_{s,k}/D_s$ zu berücksichtigen.

16. Schutz vor Durchfeuchtung

Für das Bauvorhaben ist ein Bemessungswasserspiegel festzulegen. Auf der Höhe des festgelegten Bemessungswasserspiegels ist eine Sicherheitsdrainage anzuordnen.

16.1 Drainage und Umläufigkeit

Als Sicherheitsdrainage oder Ringdrainage sind ringsum gelochte Dränrohre mit einem Durchmesser $\geq \text{DN } 150$ vorzusehen. Der Anschluss der Sicherheitsdrainagen mit Überlauf auf dem Bemessungsniveau an die Vorflut ist sicherzustellen. Bei einer Festlegung des Bemessungswasserspiegels auf dem unter Kapitel 10.1 festgelegten Niveau von 402,3 mNHN oder höher, ist eine Ableitung nur bei außergewöhnlichen Ereignissen zu erwarten, so dass eine rückstausichere Ableitung in die Kanalisation für vertretbar erscheint. Der Anschluss an die Kanalisation wird aufgrund des Grundwassergefälles in östlicher Richtung auf der Ostseite des Gebäudegrundriss empfohlen.

Um eine Aufstauwirkung des Grundwassers durch das in das Grundwasser einbindende Gebäude zu verhindern, ist eine Umläufigkeit auszubilden. Hierzu sind ein Flächenfilter unter der Bodenplatte sowie eine Drainage an den Außenwänden, die bis mindestens auf das Niveau des Bemessungswasserspiegels reicht und an den Sohlfilter anbindet, auszubilden.

Als Flächendrän unter der Bodenplatte wird eine mindestens 20 cm mächtige durchlässige Schotter-schicht, z.B. der Körnung 2/45 mm vorgeschlagen. Zwischen dem Schotter und der Bodenplatte ist eine Folie anzuordnen, die das Einsickern von Zementsuspension beim Betonieren verhindert. Auf der Baugrubensohle ist ein geotextiles Vlies der Georobustheitsklasse 3 zu verlegen.

Die Umläufigkeit im Arbeitsraum kann durch eine Kiesdrainage mit einer Mindeststärke von ca. 20 cm ausgeführt werden. Der Aufbau von Filtersteinen oder Dränmatten hinter der Außenwand ist gleichfalls möglich. Zwischen der Dränageschicht und dem anstehenden Boden bzw. bei bindigem Verfüllmaterial ist ein Filtervlies der Georobustheitsklasse 3 anzuordnen. Der Anschluss zwischen der Drainage im Arbeitsraum zur Flächendrainage muss sichergestellt sein.

Die Vertikaldränagen an den Gebäudeaußenwänden sind im Bereich von oberflächennahen Arbeitsraumabdichtungen (z.B. Lehmschlag, Tonabdichtungsbahn) zu unterbrechen oder es muss durch bautechnische Maßnahmen (z.B. Abdeckblech mit nur wandseitig ableitender Drainagebahn) sichergestellt werden, so dass ein Oberflächenwasserabfluss zur Sicherheitsdrainage bzw. zum Grundwasser unterbrochen ist.

16.2 Abdichtung für Gebäudeteile unterhalb des Bemessungswasserspiegels

Erdberührte Wände und Bodenplatten, welche bis 3 m unter dem Bemessungswasserstand (Stau-, Grund- und Hochwasser bis 3 m Wassersäule) liegen, sind nach DIN 18533-1 nach der Wassereinwirkungsklasse W2.1-E abzudichten.

Bei der Auswahl der Abdichtungsbauart ist vom Planer zusätzlich die Rissklasse, Rissüberbrückungsklasse, Raumnutzungsklasse und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18355-1 zu berücksichtigen.

Alternativ zu einer Abdichtung bei der Wassereinwirkungsklasse W2-E nach DIN 18533-1 kann auch eine Abdichtung nach der WU-Richtlinie erfolgen. Hierbei ist jedoch die Wasserdampfdiffusion durch den WU-Beton zu beachten.

Bei der Wassereinwirkungsklasse W2-E oder der WU Bauweise ist für das abzudichtende Bauwerk ein statischer Nachweis gegen Auftrieb und Wasserdruck unter Berücksichtigung des festgelegten Bemessungswasserstandes erforderlich. Zur Sicherung des Gebäudes gegen Aufschwimmen im Bauzustand sind ggf. Flutungsöffnungen in den Wänden vorzusehen.

16.3 Abdichtung für Gebäudeteile oberhalb des Bemessungswasserspiegels

Erdberührte Wände und Bodenplatten oberhalb des Bemessungswasserspiegels sind bei den anstehenden gering wasserdurchlässigen Böden ($k \leq 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$) nach DIN 18533-1 **mit Dränung** nach DIN 4095 gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wassers nach der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E abzudichten.

17. Arbeitsraumverfüllung

Für setzungsempfindliche Bereiche und unter Verkehrsflächen eignen sich die in nachstehender Tabelle 13 nach ZTV E StB 17¹⁴ angegebenen Böden. Besonders geeignete Böden sind die hervorgehobenen Kiese bzw. Schotter (z. B. nichtbindiger Siebschutt)

Die Setzungen an der Oberfläche können bei der empfohlenen Materialauswahl und entsprechender Verdichtung auf ca. 0,5 % der Verfüllhöhe begrenzt werden.

Tabelle 13: Empfohlene Bodenarten zur Arbeitsraumverfüllung

Kurzbeschreibung	Bodengruppe (DIN 18 196)
grobkörnige Böden	SW, SI, SE, GW, GI, GE

Um direkte Tagwasserzutritte über die Arbeitsraumverfüllung zum Grundwasser zu vermeiden, muss bei Verwendung der vorgenannten durchlässigen Verfüllmaterialien für die Arbeitsraumverfüllung mit einem 1 m mächtigen Lehmschlag aus unbelastetem Boden (Klasse BM-0) oder einer Tonabdichtungsbahn (Bentonitmatte) abgedeckt werden. Als Mindestanforderung an die Wasserundurchlässigkeit der bindigen Verfüllung wird ein k_f -Wert $\leq 1 \times 10^{-6}$ m/s gefordert. Bei geringer Tragfähigkeit des Lehms oder zur Vermeidung von relevanten Nachsetzungen für den Einbau des Lehmschlags ist eine Bodenverbesserung einzuplanen.

Bei Tolerierung geringfügig größerer Nachsetzung können zur Vermeidung direkter Tagwasserzutritte über die Arbeitsraumverfüllung zur Drainage oberhalb des Grundwasserspiegels auch schwach durchlässige und unbelastete Boden (k_f -Wert 10^{-6} m/s bis 10^{-8} m/s, Klasse BM-0), z.B. schwach bindige Kiese und Schotter (z.B. Vorsiebmaterial, Flußkiese usw.) der Bodengruppen GU, GU*, GT und GT* eingesetzt werden. Der bindige Anteil sollte abhängig von der Körnung zwischen ca. 10 und 30 M-% liegen.

An die Verdichtung der Arbeitsraumverfüllung werden, in Abhängigkeit von der Nutzung der überlagerten Flächen, nachfolgende Anforderungen (Tabelle 14) an die einfache Proctordichte (D_{Pr}) gestellt:

Tabelle 14: Verdichtungsanforderungen Arbeitsraum

Nutzung OK Arbeitsraum	D_{Pr} [%]
überbaute Flächen	≥ 103
Verkehrsflächen	≥ 100

¹⁴ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTV E-StB 2017

Bei gemischt- und feinkörnigen Böden ist der Luftporengehalt auf $n_a \leq 12\%$ zu begrenzen. Auf dem Erdplanum von Verkehrsflächen ist zusätzlich ein E_{v2} Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ einzuhalten.

18. Erddruck

Für die Bemessung der eingeeordneten UG-Wände auf Erddruck ist von einer annähernd unnachgiebigen Stützung auszugehen. Es wird daher empfohlen, in der Erddruckbemessung den erhöht aktiven Erddruck anzusetzen. Der wirksame Erddruck ist aus 50% aktivem Erddruck und 50% Erdruhedruck ($E_{ah} = 0,5 \times E_{ah} + 0,5 \times E_{oh}$) zu ermitteln. Bei unverschieblichen Bauwerken ist der Erdruhedruck als wirksamer Erddruck anzunehmen.

Der Ansatz des Verdichtungserddrucks wird nach intensiver und leichter Verdichtung unterschieden. Bei intensiver Verdichtung sind die ermittelten Erddruckspannungen bei unnachgiebigen Wänden mit dem Verdichtungserddruck entsprechend nachstehender Tabelle zu überlagern. Bei nachgiebigen Wänden reicht dagegen nach Tabelle 15 ein Ansatz unabhängig von der Arbeitsraumbreite von $e_{vh} = 25 \text{ kN/m}$ entsprechend der nachstehenden Grafik (siehe Abbildung 2) zum Ansatz des Verdichtungserddrucks (Auszug aus DIN 4085). Kommen Vibrationsplatten mit einer Betriebsmasse von $\leq 250 \text{ kg}$ zu Einsatz kann unabhängig von der Breite des zu verfüllenden Raumes ein niedrigerer Verdichtungserddruck von $e_{vh} = 15 \text{ kN/m}$ angesetzt werden. Der sich ergebende maximale Erddruck ist in der Bauteilbemessung zu berücksichtigen.

Tabelle 15: Verdichtungserddruck nach DIN 4085 bei intensiver und bei leichter Verdichtung

Nachgiebigkeit der Wand	Intensive Verdichtung		Leichte Verdichtung mit Vibrationsplatten mit einer Betriebsmasse von $\leq 250 \text{ kg}$
	Breite des zu verfüllenden Raums B		
	$B \leq 1,00 \text{ m}$	$B \geq 2,50 \text{ m}$	
nachgiebig	$e_{vh} = 25 \text{ kN/m}^2$	$z_a = 2,00 \text{ m}$	$e_{vh} = 15 \text{ kN/m}^2$ $z_a = 2,00 \text{ m}$
unnachgiebig	$e_{vh} = 40 \text{ kN/m}^2$	$e_{vh} = 25 \text{ kN/m}^2$	$e_{vh} = 15 \text{ kN/m}^2$
	für Zwischenwerte von B darf geradlinig interpoliert werden		

$$z_p = \frac{e_{vh}}{\gamma \cdot K_{pgh} (\delta_p = 0)}$$

(82)

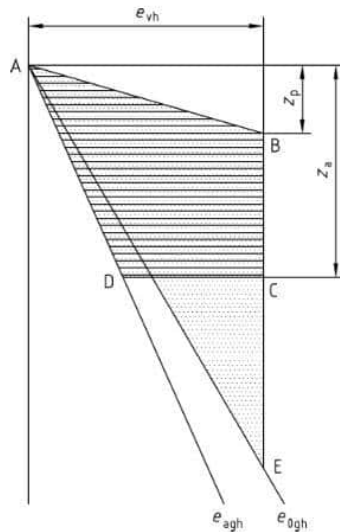


Abbildung 2: Grafik zum Ansatz des Verdichtungserddruck aus DIN 4085

19. Kanal- und Leitungsbau- Infrastrukturmaßnahmen

19.1 Grabenaushub und Grabensicherung

Die gesamten Trassenverläufe des entsprechend der Unterlagen des AG [1] geplanten Medientunnels, der Trinkwasserleitung und des Regenwasserkanals liegt nach jetzigem Stand innerhalb befestigter asphaltierter Verkehrsflächen. Diese sind aufzuschneiden und entsprechend den Ergebnissen der Verwertungseinstufung Asphaltdecke (Kapitel 9.1) zu verwerten.

Die geplante Tiefenlage Sohle (~ 4 m u. GOK) Medientunnel im Norden kommt nahezu im gesamten Trassenverlauf überwiegend bereits in den Festgesteinen des Unterjura zu liegen. Die bindigen Auffüllung sowie die darunter folgenden quartären Decklehme und Liastone sind gut baggerbar. Zur Tiefe sind dann, zum Erreichen der geplanten Sohlentiefe, auf Höhe OK Arietenkalk- Formation noch Meißelarbeiten nötig bzw. vorzusehen. Bei Erreichen der Arietenkalk-Formation ist eine ausreichende Tragfähigkeit gegeben.

Die geplante Tiefenlage der Sohle (~ 2 m u. GOK) der Trinkwasserleitung im Osten/ Südosten befindet sich überwiegend noch im gut baggerbaren Liaston. Lediglich stellenweise kann hier im Bereich des Leitungsverlaufs mit vereinzelt Festgestein-Hochlagen gerechnet werden, die dann bei Erreichen

wiederum Meißelarbeiten notwendig machen. Der mind. steife Liaston bzw. die ggf. punktuell auf Sohl-
lage auftretenden Festgesteine weisen eine ausreichende Tragfähigkeit auf.

Die geplante Tiefenlage der Sohle (~ 3 m u. GOK) des Regenwasserkanals im Süden/ Südwesten
befindet sich vollumfänglich noch in den bindigen und gut baggerbaren Einheiten des Quartärs bzw.
des Liaston. Treten im Tiefenbereich der geplanten Grabensohle die bindigen Einheiten bei nur weicher
und weich- steifer Konsistenz auf, sind in diesen und vergleichbar auftretenden Böden mit geringerer
Tragfähigkeit zur Verbesserung der Bettungseigenschaft ein Bodenaustausch mit grobkörnigem Mate-
rial (kornabgestufter Schotter z.B. 0/32 mm) von einer Mächtigkeit von mindestens 30 cm auszuführen.

Die Gräben sind entweder geböscht (siehe Kapitel 14.3.1) auszubilden oder mit Grabenverbauten zu
sichern.

19.2 Grabenverfüllung

Gegen das Erdreich ist bei Verfüllung mit grobkörnigem Material ein Trennvlies einzulegen. Innerhalb
der **Kanal- und Leitungszone** ist gering kompressibles, gut verdichtbares Material nach den Vorschrif-
ten der jeweiligen Leitungsbetreiber zu empfehlen. Hierunter fallen bevorzugt grobkörnige nichtbindige
bis schwach bindige kiesige oder sandige Bodenarten nach DIN 18196¹⁵ mit den Bezeichnungen: GW,
GI, GE, GU, GT und SW, SI, SE SU, ST. Das Größtkorn für das Bettungsmaterial ist, sofern nicht weiter
durch Herstellerangaben eingeschränkt, nach DIN EN 1610¹⁶ abhängig vom Leitungsdurchmesser ent-
sprechend nachstehender Tabelle 16 auszuwählen.

Tabelle 16: zulässiges Größtkorn in Abhängigkeit Leitungsquerschnitt

Durchmesser/ Leitungsquerschnitt	Größtkorn
DN ≤ 200	22 mm
DN > 200 bis DN ≤ 600	40 mm
DN > 600	60 mm
Für DN < 100 sind die schriftlichen Herstellerangaben zu berücksichtigen	

Die Verdichtung in der Leitungszone darf nur mit leichtem Verdichtungsgerät erfolgen. In der Leitungs-
zone müssen Verdichtungsgrade $D_{Pr} \geq 97 \%$ erreicht werden.

¹⁵ DIN 18196 (02/2023) Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

¹⁶ DIN EN 1610 (12/2015) Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen; Deutsche Fassung EN 1610:2015

Als Verfüllmaterial in der **Verfüllzone** können neben den oben genannten nichtbindigen bis schwachbindigen Böden auch die nachfolgenden grob- und gemischtkörnige Böden mit größerem Ton- und Schluffanteil mit den Bezeichnungen nach DIN 18196: GU*, GT*, SU*, ST* eingesetzt werden. Die Mindestanforderungen an den Verdichtungsgrad D_{Pr} innerhalb der Verfüllzone ist in Abhängigkeit des verwendeten Verfüllmaterials festzulegen. Unter befestigten Verkehrsflächen gelten die Vorgaben der ZTV-E-StB¹⁷ und ZTV A-StB¹⁸ (Tabelle 17).

Tabelle 17: Anforderungen an den Verdichtungsgrad D_{Pr} und Luftporenanteil nach (ZTV E StB Tabelle 4)

	Bereich	Bodengruppen	D_{Pr} [%]	n_a [Vol.-%]
1	Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und bis 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST	100	-
2	1,0 m unter Planum bis Dammsohle	GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST	98	-
3	Planum bis Dammsohle und 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GU*, GT*, SU*, ST*, U, T, OU, OT	97	12

Generell erscheint auch der Einsatz **feinkörniger bodenverbesserter Böden** (T, U) wie z.B. der anstehende Filderlehm in der Verfüllzone möglich. Zu hohe Bindemittelzugaben führen aber zu unerwünschten Verfestigungen über Leitungen. Die Bindemittelzugabe ist deshalb in der Verfüllzone auf 0,5 M-% bis max. 1 M-% zu begrenzen. Die Anforderungen an die Tragfähigkeit im Straßenbereich auf Höhe des Erdplanums erfordern allerdings $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$, was nur bei deutlich höherer Bindemittelzugabe erreicht wird. Der vom Grabenaushub betroffene anstehende Auenlehm (Bodenart TA) besitzt zudem einen erhöhten Organikgehalt und ist „schwach organisch“. Dadurch sind verzögerte / verminderte Reaktionen mit dem Bindemittel möglich. Aufgrund der überwiegenden Lage der Maßnahme innerhalb von Verkehrsflächen und des vorherrschenden, sensiblen Luftfahrtverkehrs muss von Bodenverbesserungsmaßnahmen eher abgeraten werden. Es sind daher grobkörnige und gemischtkörnige Böden mit günstigeren Ausgangstragfähigkeit bei der Verfüllung zu bevorzugen.

Das Verfüllmaterial ist gleichmäßig lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die Mächtigkeiten der Verfülllagen sind auf das verwendete Gerät und auf den Boden abzustimmen. Das Verdichten darf in der Leitungszone und in dem Bereich bis 1,0 m über Rohrscheitel nur mit leichtem, darüber auch mit

¹⁷ ZTV E-StB 2017 ZTV Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

¹⁸ ZTV A-StB 12 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen

mittelschwerem Verdichtungsgerät ausgeführt werden. Die Verfüllungen sind über Kontrollprüfungen auf die Einhaltung der geforderten Verdichtung bzw. Tragfähigkeit zu überwachen.

Das Eigensetzungspotential von Grabenverfüllungen nimmt mit zunehmendem Anteil der Grobfraction ab. Bei einer grobkörnigen Schüttung sind die Eigensetzungen am geringsten.

Bei einer Einbindung des Medientunnels oder der Kanäle unter den Bemessungswasserspiegel sind in Abständen von ca. 50 m Grundwassersperren zur Vermeidung einer Grundwasserlängsläufigkeit, z.B. über einen 1 m breiten Lehmschlag auszubilden.

19.3 Straßenbau

Ausgehend von grob- und schwachbindigen gemischtkörnigen Grabenverfüllungen ist auf dem Erdplanum eine Ausgangstragfähigkeit zwischen ca. $E_{v2} \cong 45$ und 80 MN/m^2 zu erwarten. Vom unteren Tragfähigkeitswert ausgehend, ist mit einer kornabgestuftem Tragschicht (z.B. FSS/STS 0/45 mm) mit einer Mächtigkeit $d = 35 \text{ cm}$ der üblicherweise bei innerstädtischen Straßen auf der Oberkante der Tragschicht zugrunde gelegte Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ erreichbar. Bei geringeren Ausgangstragfähigkeiten oder planerisch höher festgelegten Tragfähigkeitsanforderungen auf OK Tragschicht ist diese zusätzlich zu verstärken.

Der Einbau des Schotters hat lagenweise bei einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 103 \%$ zu erfolgen. Der Nachweis kann näherungsweise mittels statischen Plattendruckversuchen bei Einhaltung eines Verhältniswertes von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ erfolgen.

20. Verkehrsflächen im Bereich der Feuerwache

20.1 Dimensionierung Oberbau

Für den Aufbau der Verkehrsflächen wird die Anwendung der Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 2012¹⁹ empfohlen.

¹⁹ Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO, 2012

Die Aufbauten der Verkehrsflächen sind in Abhängigkeit der Straßenkategorie und Belastungsklassen nach der RStO bzw. der Nutzung durch den Planer festzulegen. Nachfolgend sind auszugsweise Belastungsklassen nach typischen Entwurfssituationen nach RAST (Tabelle 2 der RStO) aufgeführt:

Verbindungsstraße	Bk3,2 / Bk10
Industriestraße	Bk3,2 bis Bk100
Gewerbestraße	Bk1,8 bis Bk100
Quartiersstraße	Bk1,0 bis Bk3,2
Sammelstraße	Bk1,0 bis Bk3,2

Verkehrsflächen in Neben- und Rastanlagen (Tabelle 4 der RStO):

Schwerverkehr	Bk3,2 bis Bk10
Pkw-Verkehr einschließlich geringem Schwerverkehrsanteil	Bk0,3 bis Bk1,8

Abstellflächen (Tabelle 5 der RStO):

Schwerverkehr	Bk3,2 bis Bk10
Nicht ständig vom Schwerverkehr genutzte Flächen	Bk1,0/Bk1,8
Pkw-Verkehr (Befahren durch Fahrzeuge des Unterhaltungsdienstes möglich)	Bk0,3

Die Dicke des Straßenbaues ist so zu dimensionieren, dass zum einen die Tragfähigkeit und zum anderen die Frostsicherheit gewährleistet sind. Bei nachstehenden Angaben wird vorausgesetzt, dass eine dauerhaft wirksame Planumsentwässerung vorhanden ist.

Das Baufeld liegt nach Bild 6 der RStO in der Frosteinwirkungszone I, so dass kein Zuschlag auf den Ausgangswert zur Bestimmung eines frostsicheren Straßenaufbaues nach Tabelle 7 vorzusehen ist. Die oberflächennah anstehenden Böden Auffüllungen und lehmigen Deckschichten sind den Frostempfindlichkeitsklassen F3 zuzuordnen.

In Abhängigkeit der Belastungsklasse ergeben sich damit hinsichtlich der Frostsicherheit folgende Mindestaufbaumächtigkeiten (Tabelle 18):

Tabelle 18: Frostsichere Mindestdicke von Verkehrsflächen

Belastungsklasse	Frostempfindlichkeitsklasse	frostsichere Mindestdicke [cm]
Bk100 bis Bk10	F3	65
Bk3,2 bis Bk1,0	F3	60
Bk0,3	F3	50

In der RStO wird auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ vorausgesetzt. Diese Anforderung wird auf dem nicht verbesserten Erdplanum der Auffüllung und den lehmigen Deckschichten nicht erreicht, so dass eine Bodenverbesserung oder Bodenaustausch erforderlich wird.

Aus Erfahrung werden (nach einer Nachverdichtung der Aushubsohle) auf den quartären Deckschichten Tragfähigkeiten von etwa $E_{v2} = 10 - 20 \text{ MN/m}^2$ und auf der Auffüllung von etwa $E_{v2} = 15 - 35 \text{ MN/m}^2$ abgeschätzt. Die vorhandenen Ausgangstragfähigkeiten sind nach dem Freilegen des Erdplanums über Lastplattendruckversuche zur Festlegung der Bodenverbesserungs- bzw. Bodenaustauschmaßnahmen zu prüfen.

20.2 Bodenstabilisierung

Die Bodenstabilisierung unter dem Erdplanum von Verkehrsflächen wird mit einer Mindestmächtigkeit von 40 cm empfohlen.

Für die Bodenstabilisierung der anstehenden bindigen Böden wird als Bindemittel ein Zement-Kalk Gemisch mit einem Mindestzementanteil von 50% (z.B. Dorosol C 50, C 30 der Firma Holcim oder Bodenbinder BB 500, BB 300 der Fa. Schwenk) empfohlen. Damit können auch die tlw. schwach organischen Böden mit verbessert werden. Durch den Zementanteil werden höhere Tragfähigkeiten und Scherfestigkeiten erreicht als bei einer reinen Kalkzugabe.

Die Zugabemenge ist bei der Bauausführung auf die geforderte Tragfähigkeit, die Feuchtdichte des Bodens und die Witterungsverhältnisse anzupassen. Die Durchführung einer Eignungsprüfung für eine Bodenverbesserung oder das Anlegen eines Probefeldes zu Beginn der Baumaßnahme wird empfohlen. Hierüber kann auch die Festigkeitsentwicklung bei der Verbesserung von tlw. schwach organischen Böden festgestellt werden. Die Mindestbindemittelzugabemenge wird mit ca. 3 Trockenmasseprozent, ca. 50 kg/m^3 , gefordert.

Um ein homogenes Boden-Bindemittel Gemisch zu erhalten, ist die Einarbeitung des Bindemittels mit einer leistungsfähigen Fräse auszuführen, die auch die steinigere Auffüllungen mit bearbeiten kann.

Bei zu trockenen Böden ist eine Wasserzugabe erforderlich, um die Verdichtungsanforderungen einhalten zu können. Eine mindestens 2-fache Überfahrt mit der Bodenfräse wird als notwendig angesehen.

Zur Verringerung der Gefahr von Quellhebungen dürfen bei Ausführung einer Bindemittelzugabe keine sulfathaltigen Böden eingebaut werden. Nach dem Merkblatt über Bodenbehandlung mit Bindemitteln MBmB (Ausgabe 2021) liegt der orientierende Grenzwert bei 0,3 M.-%. Dies entspricht einem Grenzwert von 3.000 mg/kg.

Bei Ausführung einer Bodenstabilisierung ist der geplante Ausführungszeitraum mitzubeachten. Üblicherweise müssen die stabilisierten Böden bei Temperaturen unter 5° geschützt werden. Gefrorener Boden kann nicht für eine Stabilisierung verwendet werden.

Durch die Lage des Baufeldes am Flughafen mit umliegender Bebauung und parkenden PKW's ist auf eine staubarme Ausbringung und Einarbeitung des Bindemittels (Ätzwirkung auf Aluminium, Glas, Autolack usw.) zu achten. Ist dies nicht möglich, kann der Boden alternativ auch auf einer geeigneten Zwischenlagermiete stabilisiert werden. Für den An- und Abtransport sowie die Baggerarbeiten zum Beladen und Verteilen entstehen Zusatzaufwendungen gegenüber der in-situ Aufbereitung.

Zum Nachweis der ausreichenden Verdichtung von $D_{pr} \geq 100 \%$ bei einer Bodenverbesserung mit Bindemittel können statische Plattendruckversuche spätestens 1 Tag nach dem Einbau ausgeführt werden. Hierbei ist ein Verhältniswert von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,0$ und eine Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Können die angegebenen Prüfwerte nicht eingehalten werden, kann davon ausgegangen werden, dass keine ausreichende Stabilisierung bzw. Verdichtung ausgeführt wurde.

Nach längerer Liegezeit steigert sich die Tragfähigkeit, so dass die auf Oberkante des Erdplanum notwendige Tragfähigkeit von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ üblicherweise erreicht wird.

Für nachträgliche Aushubarbeiten in der bodenverbesserten Auffüllung (z.B. für Kanal-, Leitungstrassen), Fundamente ist in der Ausschreibung auf den erhöhten Aufwand zum Lösen des Bodens hinzuweisen. In der alten DIN 18300 09/2012 Erdarbeiten wurde der Aushub in die Bodenklasse 6 zugeordnet.

20.3 Bodenaustausch

Bei einem Bodenaustausch mit kornabgestuftem Tragschichtmaterial (z.B. STS 0-45 mm) kann die erforderliche Mächtigkeit in Abhängigkeit der Ausgangstragfähigkeit auf dem Erdplanum aus nachfolgender Tabelle 19 entnommen werden.

Tabelle 19: Bodenaustauschmächtigkeit mit Tragschichtmaterial unter Verkehrsflächen

Ausgangstragfähigkeit auf dem Erdplanum E_{v2}	[MN/m ²]	10	15	20	30	40
erforderlicher Bodenaustausch mit Tragschichtmaterial	[cm]	40	30	25	15	5

Über einem bindigen Erdplanum ist ein geotextiles Vlies der Georobustheitsklasse 3 (GRK 3) zu verlegen, über einem nichtbindigen Erdplanum kann auf diesen Einbau verzichtet werden.

Eine genauere Eingrenzung der Bodenaustauschmaßnahmen und Abschätzung der erreichbaren Tragfähigkeit, lässt sich über Plattendruckversuche auf dem planmäßigen Erdplanum im Zuge der Bauausführung erreichen.

20.4 Erdplanum

Die nachstehenden Angaben setzen voraus, dass eine dauerhaft wirksame Entwässerung des Erdplanums (Quer- und Längsneigung, ausreichende Dränung, Kontrollschächte usw.) und der Verkehrsfläche vorhanden sind. Zur Entwässerung der gering durchlässigen, wasserempfindlichen Böden sind die Hinweise der ZTV-E-StB 2009²⁰ zu beachten. Nach Pkt. 4.4.5 sind Querneigung von mindestens 4% und bei einer qualifizierten Bodenverbesserung/-verfestigung mindestens 2,5% vorzusehen. Das fertiggestellte Planum ist vor Witterungseinflüssen (Austrocknung, Niederschläge, Frost, usw.) zu schützen. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit der Liegezeit festzulegen. Das anfallende Wasser aus dem Erdplanum ist kontrolliert mittels einer Dränage abzuleiten.

20.5 Tragschicht

Für den Tragschichtaufbau wird ein korngestuftes, gebrochenes, frostunempfindliches Baustoffgemisch empfohlen, z.B. Schotter FSS/STS 0-45mm oder 0-56 mm. Der Einbau des Schotters hat lagenweise ($d \leq 30$ cm) bei einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 103$ % zu erfolgen. Der Nachweis kann

²⁰ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTV E-StB 2009

näherungsweise mittels statischen Plattendruckversuchen bei Einhaltung eines Verhältniswertes von $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ erfolgen.

21. Erdbebensicherheit

Gemäß DIN 4149²¹ - Bauten in deutschen Erdbebengebieten - sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg ergibt sich für das geplante Bauvorhaben nachfolgende Zuordnungen. Eine Zuordnung zur Baugrundklasse anhand von Tabellenwerte der DIN 4149 ist im vorliegenden Gebirge nicht eindeutig möglich. Die Einstufung sieht eine Unterteilung in

- Baugrundklasse A „unverwitterte (bergfrische) Festgesteine mit hoher Festigkeit“
und
- Baugrundklasse B „mäßig verwitterte Festgesteine bzw. Festgesteine mit geringerer Festigkeit“

vor.

Im vorliegenden Baugrund wären die Kalk- und Kalksandsteine als „Festgesteine hoher Festigkeit“ und die Tonsteine als „Festgesteine geringer Festigkeit“ anzusprechen.

Die Zuordnungsgrenze ist über die Dominierende Scherwellengeschwindigkeiten definiert. Bei Scherwellengeschwindigkeiten zwischen 350 m/s - 800 m/s wird eine Einstufung in die Baugrundklasse B, bei Geschwindigkeiten höher als etwa 800 m/s in die Baugrundklasse A vorgenommen. In der DIN 4149 ist der Baugrund bis 20 m als maßgebender Tiefenbereich ausgewiesen.

In einem vergleichbaren Baugrund in Stuttgart-Vaihingen wurde die seismische Wellengeschwindigkeiten aus direkten Messungen mit dem Verfahren der Downhole-Seismik bestimmt.

Die Auswertung der Messdaten ergab Scherwellengeschwindigkeiten von überwiegend unter 800 m/s, so dass sowohl nach DIN 4049 eine Zuordnung in die Baugrundklasse B überwiegt.

²¹ DIN 4149: 2005-04 – Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastnahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten

Entsprechend der DIN 4149 - Bauten in deutschen Erdbebengebieten - sowie der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg und den Messergebnissen der seismischen Messungen werden folgende Zuordnungen getroffen (Tabelle 20):

Tabelle 20: Erdbeben, Zuordnung des Bauvorhabens

Erdbebenzone	1	Intensitätsintervalle $6,5 \leq I \leq 7,0$ Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g 0,4 m/s ²
Untergrundklasse	R	Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund
Baugrundklasse	B	mäßig verwitterte Festgesteine bzw. Festgesteine mit geringer Festigkeit Dominierende Scherwellengeschwindigkeiten liegen etwa zwischen 350 m/s - 800 m/s

22. Wasserhaltung

Durch die Einbindung der Feuerwache unter die gemessenen Wasserspiegel muss über die Bauphase zeitweise eine Wasserhaltung betrieben werden. Für die Aushubarbeiten und die Gebäudeherstellung unterhalb des Wasserspiegels ist daher die Einrichtung einer offenen Wasserhaltung vorzusehen. Das Wasser ist über Gräben entlang der Böschungen bzw. Verbauten und an Tiefpunkten der Baugrubensohle zu fassen und Pumpensäulen zuzuleiten. Von dort ist das Wasser aus der Baugrube heraus abzupumpen und unter Berücksichtigung von Einleitungsgrenzwerten in die Vorflut, üblicherweise in den Schmutzwasserkanal, einzuleiten.

Die Wasserhaltung ist über die Dauer der offenen Baugrubensohle bis zum Erreichen der Auftriebssicherheit des Gebäudes zu betreiben. Die Auftriebssicherheit ist für alle Bauzustände sicherzustellen. Um Schäden bei einem Pumpenausfall zu vermeiden sind ggfs. Flutungsöffnungen am Bauwerk vorzusehen.

Die Wasserhaltung ist über Absetzbecken und ggfs. eine Neutralisationsanlage so zu regulieren, dass die Einleitbedingungen in das Kanalnetz eingehalten werden.

Das Grundwasser wird vorwiegend aus den Klüften und an den Schichtgrenzen der Felsbänke des ansonsten gering durchlässigen Bodens auftreten. Den Grundwasseranfall schätzen wir aus Erfahrung für das Baufeld mit im Mittel maximal 0,3 l/s ab.

Für den Medientunnel und die Kanäle, deren Planung und genaue Einbindetiefen noch nicht vorliegen, muss bei einer Einbindung unter die Bemessungsgrundwasserspiegel gleichfalls eine offene Grundwasserhaltung vorgesehen und betrieben werden. Der Grundwasseranfall ist von der Einbindetiefe der Gräben und der geöffneten Grabenlänge abhängig. In erster Schätzung gehe wir von einer abzuleitenden Wassermenge von im Mittel ca. 0,3 l/s aus.

23. Wasserrechtliche Hinweise

Für das geplante Bauvorhaben der Feuerwache müssen nach dem Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG)²² Abschnitt 4

- für das Gebäude und die Gründungskörper, die dauerhaft unter den Grundwasserspiegel einbinden
- für die Wasserhaltung (Förderung und Ableitung) während der Bauzeit

ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis beim LRA Esslingen gestellt werden.

Ein Antrag ist auch für eventuell in das Grundwasser einbindende Kanäle und den Medientunnel zu stellen.

Bei der Ausarbeitung der Erläuterungsberichte und der Zusammenstellung der dafür notwendigen Unterlagen zum Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis können wir unsere Unterstützung anbieten.

24. Gefahren durch Radon

Radon ist ein radioaktives Edelgas, das durch radioaktiven Zerfall von Radium entsteht. Radon ist als Edelgas ausgesprochen mobil und kann über Gaskonvektion durch Fugen, Risse oder Spalten in erdberührenden Wänden oder Bauwerkssohlen oder durch Diffusion durch Wände und Bodenplatten in Gebäude migrieren. Darüber hinaus kann in selteneren Fällen Radon aus Baumaterialien in schädlicher Konzentration im Gebäude freigesetzt werden. Durch die genannten Vorgänge kann es zu

²² Wassergesetz Baden-Württemberg (WG) vom 03.12.2013 (aktuell verfügbare Fassung der Gesamtausgabe vom 05.11.2014), gültig ab 01.01.2014

Radonanreicherung im Gebäude kommen. Aus der Einwirkung von Radon und den radioaktiven Zerfallsprodukten des Radons resultiert dabei ein erhebliches Risiko für Lungenkrebs.

In dem ab 31.12.2018 gültigen, novellierten Strahlenschutzgesetz werden daher allgemein für Neubauten bauliche Maßnahmen zur Minimierung des Radoneintrags gefordert. In von den Ländern bis 2020 auszuweisenden **Radonvorsorgegebieten** mit besonders hohem Radonrisiko sind weitergehende Sicherungsmaßnahmen zu treffen. **Das Bauvorhaben liegt jedoch nicht im Bereich eines Radonvorsorgegebietes.**

24.1 Kategorie

Gemäß der Radonkarte des Bundesamts für Strahlenschutz werden 7 unterschiedliche Konzentrationsbereiche für Radonaktivität in der Bodenluft ausgewiesen (Tabelle 21):

Tabelle 21: Einstufung/Kategorie der Radonaktivitätskonzentration aus Radonkarte Bundesamts für Strahlenschutz

Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft [Bq/m ³]	Kategorie
> 150.000	1.
100.000 – 150.000	2.
80.000 – 100.000	3.
60.000 – 80.000	4.
40.000 – 60.000	5.
20.000 – 40.000	6.
< 20.000	7.

Gemäß der Radonkarte des Bundesamts für Strahlenschutz²³ ist im Bereich des Baufeldes regional von einer berechneten Bodenluftkonzentration von 90.000 Bq/m³ auszugehen. Die ausgewiesene Konzentration entspricht der dritthöchsten Kategorie (Kategorie 3.) der Radonkarte. Unabhängig von der Ausweisung der Radonvorsorgegebiete kann das Risiko für eine erhöhte Radoneinwirkung qualitativ als mittel hoch eingestuft werden.

24.2 Bauliche Hinweise zum Schutz gegen Radon

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat 2019 ein „Radon-Handbuch Deutschland“ veröffentlicht. Darin wird aufgezeigt, wie mit bautechnischen Mitteln ein wirksamer Radonschutz eingerichtet werden kann. Grundsätzlich günstige Faktoren gegen zur Minderung eines Eintrags von Radon sind demnach auch

²³ Radonkarte des Bundesamts für Strahlenschutz (BfS).

schon Abdichtungen gegen Bodenfeuchte nach W1.2-E. Werden Leitungs- und Rohrdurchführungen usw. zudem gegen drückendes Wasser abgedichtet, wird die Radongasmigration bzw. die Anreicherung in der Regel schon deutlich vermindert.

25. Geothermische Energienutzung

Das Baufeld liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten. Anderweitige Ausschlusskriterien für eine geothermische Nutzung sind ebenfalls nicht bekannt. Eine geothermische Energienutzung durch Erdwärmesonden ist im Baufeld damit mutmaßlich möglich.

Bohrtiefen bis zur Oberkante der **Mainhardt-Formation (Obere Bunten Mergel)**, die ab einer Tiefe von ca. 120 m erwartet wird, erscheinen möglich, wobei die Zustimmung bei der Unteren Wasserbehörde und bei Bohrtiefen ab 100 m des Landesbergamtes (LGRB) einzuholen ist. Eine Einbindung der Sonden in die darunter erwarteten eventuell gipsführenden Schichten ist nach derzeitiger Genehmigungspraxis im Land nicht genehmigungsfähig (bzw. wäre der Nachweis zu erbringen, dass die Mainhardt-Formation (Obere Bunten Mergel) nicht gipsführend sind). Bis zu der genannten Grenze sind keine besonderen geologischen Bohrrisiken und Erschwernisse zu erwarten.

Die Möglichkeiten einer geothermischen Energienutzung durch Erdwärmesonden wird damit als günstig angesehen. Zur Verifizierung der zulässigen Bohrtiefe und zur Ermittlung von Bemessungsdaten wird die Ausführung einer Pilotbohrung und Durchführung eines Thermal Response Tests empfohlen. Eine direkte Grundwassernutzung zur Energiegewinnung ist mangels ausreichend wasserführender Schichten nicht möglich.

Bei der Herstellung eines größeren Erdwärmesondenfeldes unter dem Gebäude ist zu beachten, dass ein zeitlicher Vorlauf im Bauablauf für das Abteufen der Sonden und die Verlegearbeiten unter der Bodenplatte zu berücksichtigen sind.

26. Schlussbemerkung

Die Ausführungen im Gutachten beruhen auf punktuell durchgeführten Aufschlüssen. Treten von den beschriebenen Baugrund- und Grundwasserverhältnissen wesentliche Abweichungen auf, ist der Gutachter umgehend zu benachrichtigen.

Die Aushub-, Fundament- und ggfs. Pfahlsohlen sind vom Gutachter abzunehmen, um die prognostizierten Baugrundverhältnisse mit den tatsächlichen auf Übereinstimmung zu überprüfen.

Wir weisen darauf hin, dass mit den vorhandenen Aufschlusstiefen der aktuellen Bohrungen die nach DIN EN 1997-2²⁴ empfohlene Erkundungstiefe unter Pfahlgründungen nicht eingehalten ist. Die an der Basis der Bohrungen aufgeschlossene Angulatensandstein-Formation setzt sich zur Tiefe fort, eine Verminderung der Tragfähigkeit innerhalb dieser Wechselfolge wird aus Erfahrung in diesen Baugrundverhältnissen nicht erwartet. Nähere Angaben zur Abfolge von Tonsteinen und Kalksandsteinen und deren Mächtigkeit kann für den Bereich des tieferen Aushubs jedoch nicht angegeben werden.

Für weitere geotechnische Beratungen im Zuge der Planung und Bauausführung, Ausarbeiten von Antragsunterlagen auf wasserrechtliche Erlaubnis, Setzungsberechnungen, Verdichtungs- und Tragfähigkeitskontrollen usw. sowie für Rückfragen hinsichtlich des Gutachtens stehen wir gerne zur Verfügung.



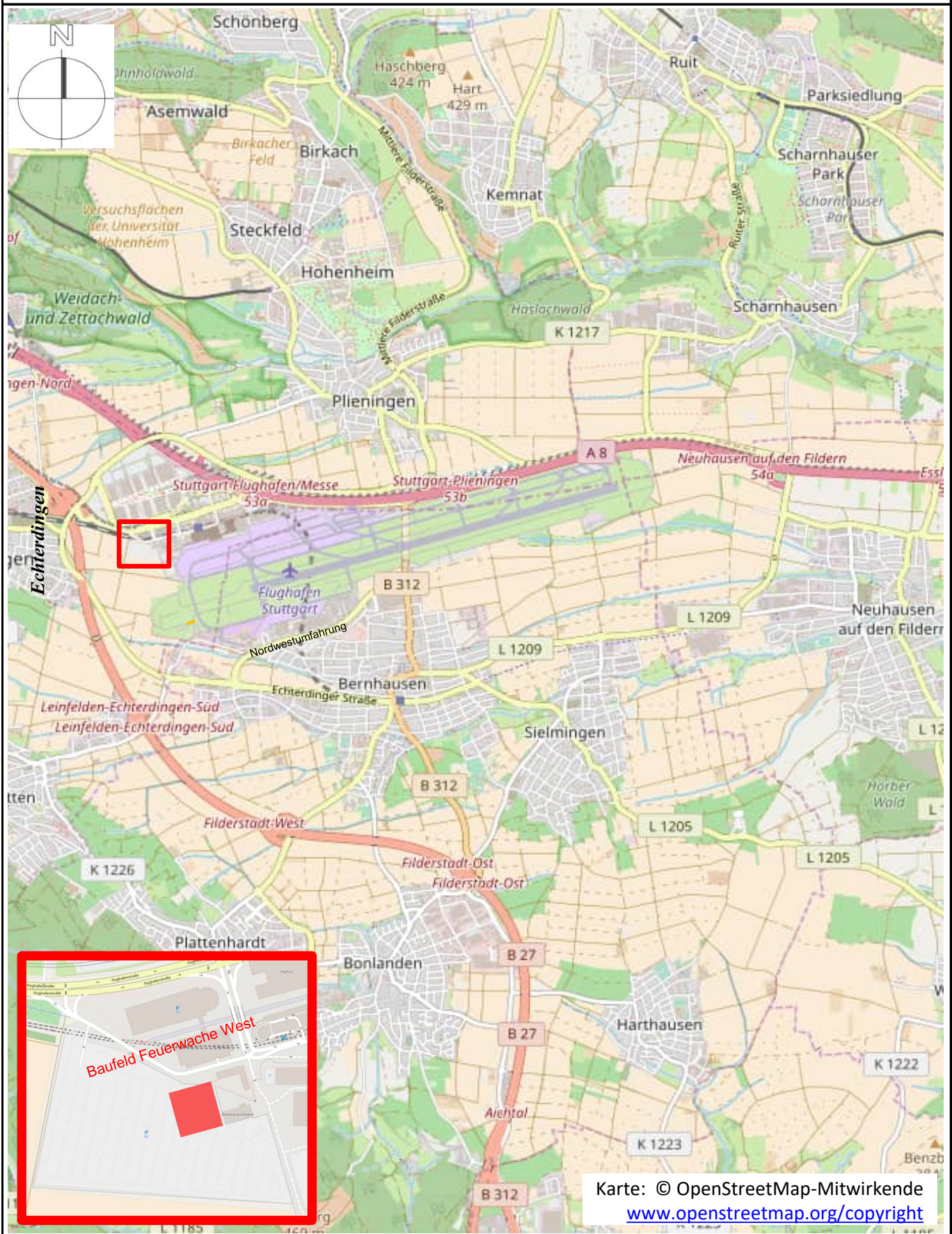
.....
(Projektbearbeitung Bautechnik + Geschäftsleitung)
Dipl.-Ing. (FH) Markus Katz



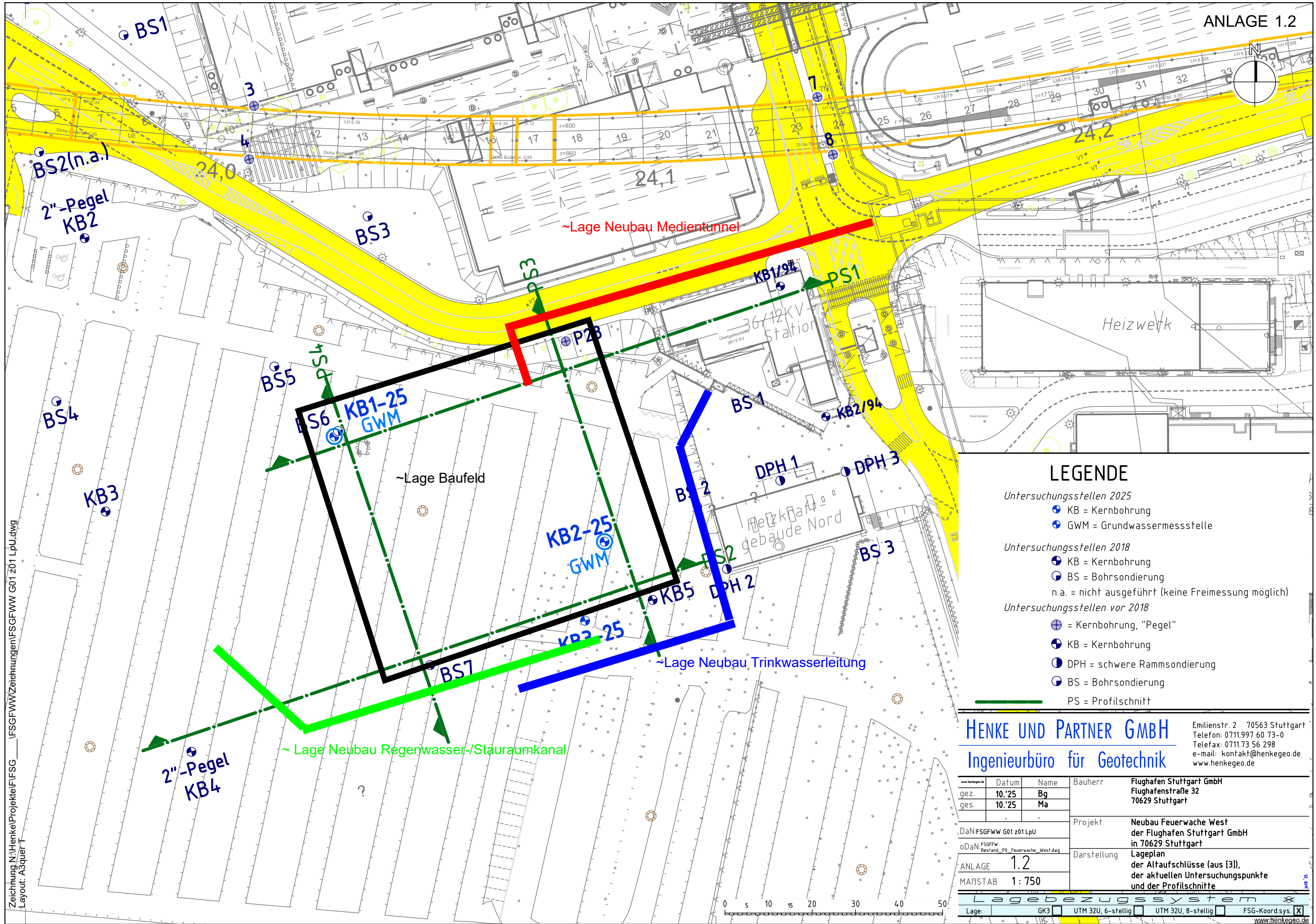
.....
(Projektbearbeitung Geologie)
M.Sc. Geowissenschaften Tobias Mangold

²⁴ DIN EN 1997-2 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik- Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

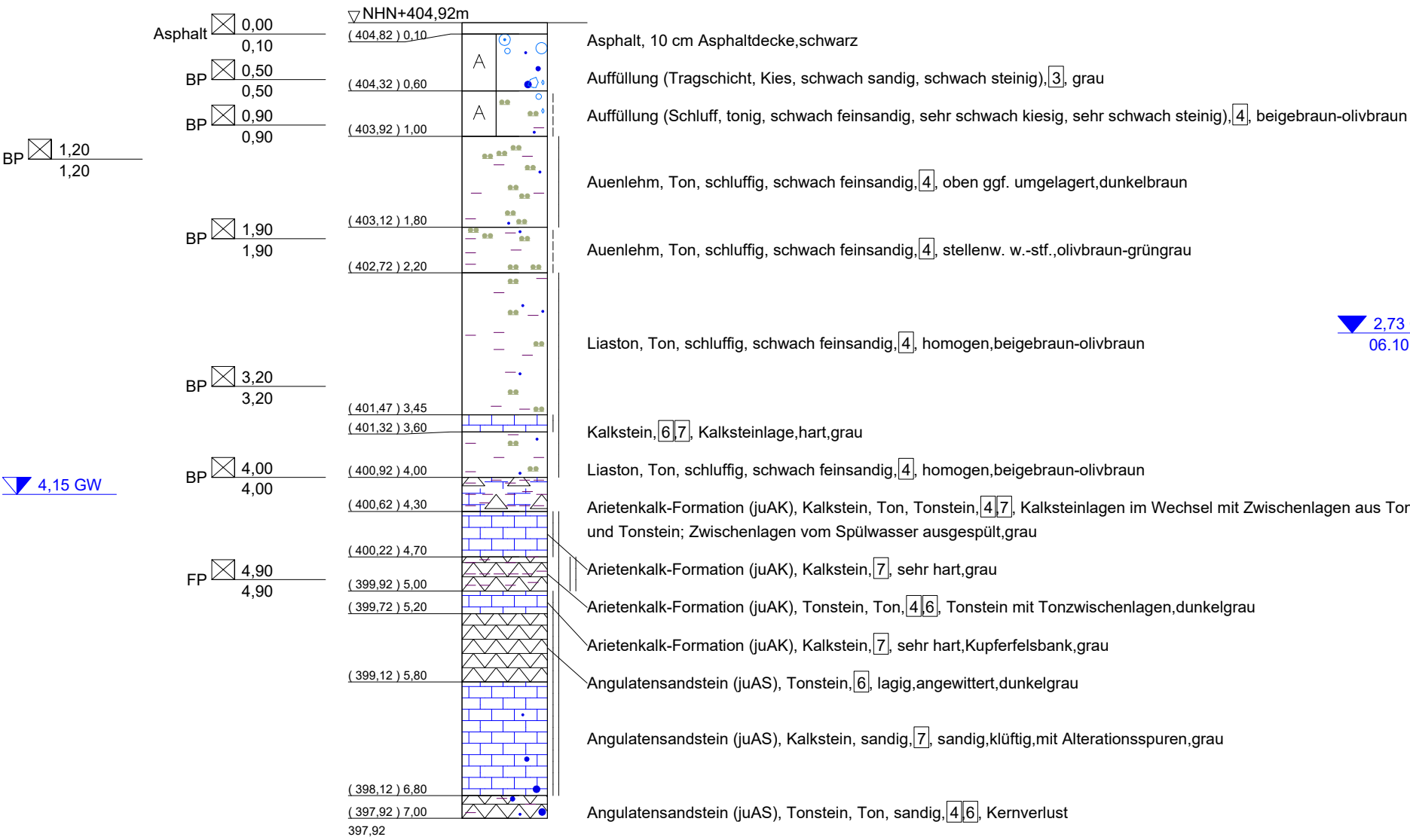
Projekt: Flughafen Stuttgart GmbH – Neubau Feuerwache West, 70629 Stuttgart



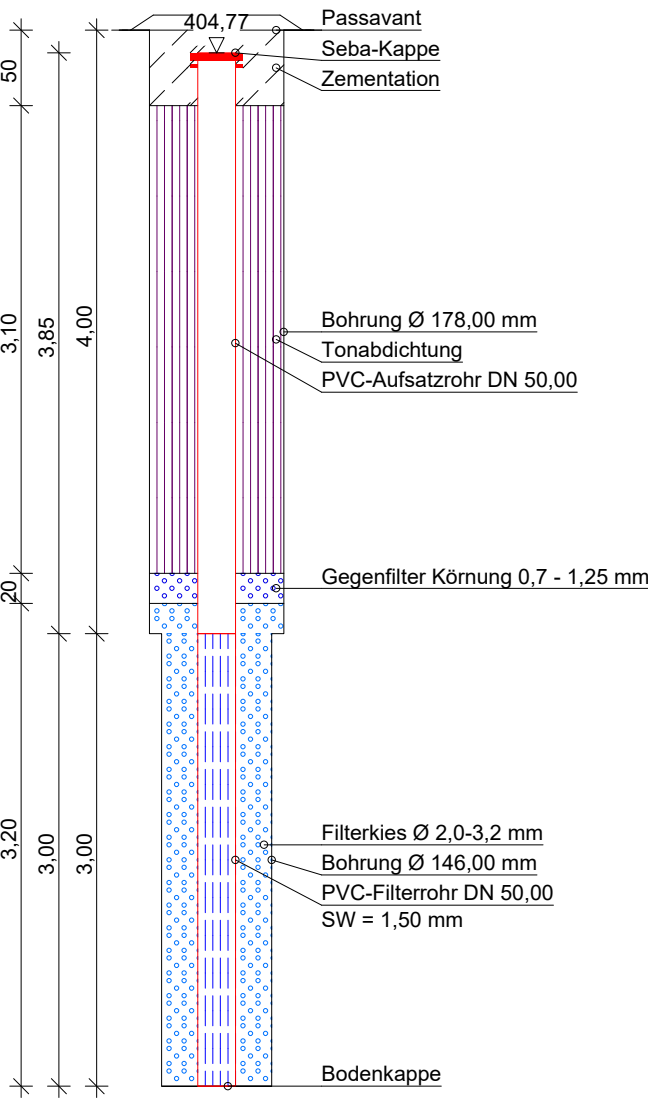
Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende
www.openstreetmap.org/copyright



KB 1-25



Messstellenausbau



Bauvorhaben:
BV Neubau Feuerwache West
Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Planbezeichnung:
Kernbohrung KB 1-25
Koordinaten (GK) und Höhe (mNHN)
x3513788,069 y5394648,916

Plan-Nr:	FSGFWW KB1-25	Maßstab:	1 : 50
HENKE UND PARTNER GMBH		Bearbeiter:	Tobias Mangold, M.Sc.
Ingenieurbüro für Geotechnik		Gezeichnet:	Ma
Emilienstraße 2		Geändert:	
70563 Stuttgart		Gesehen:	
Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0		Projekt-Nr:	FSGFWW
Fax: 0711 / 73 56 298			

Projekt: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

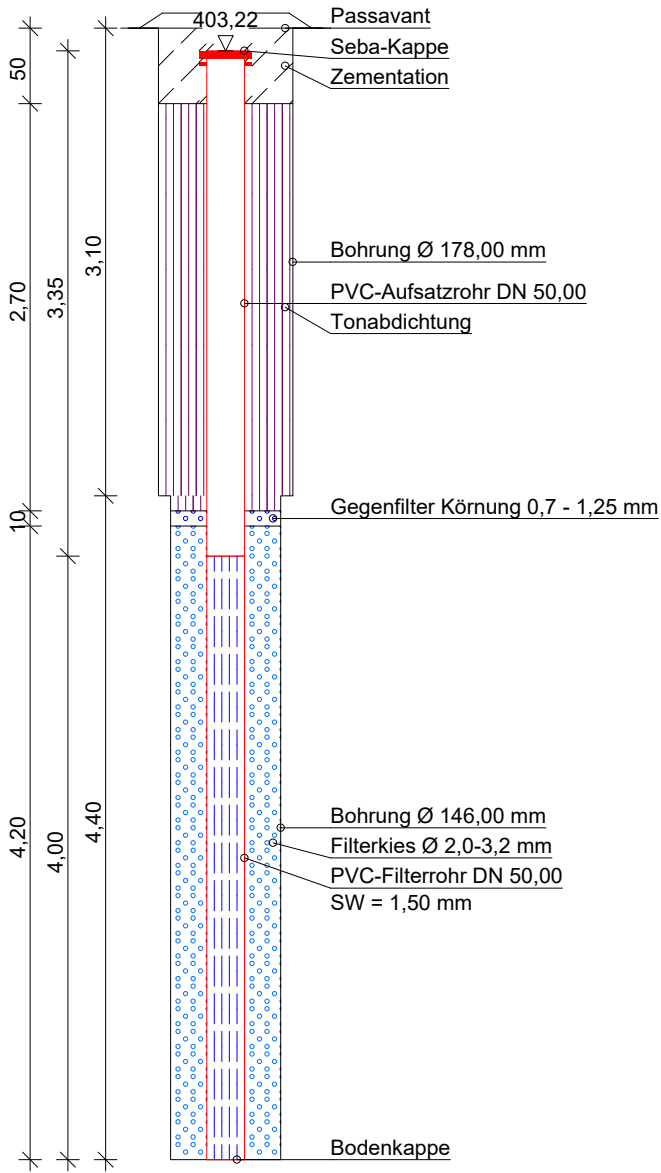
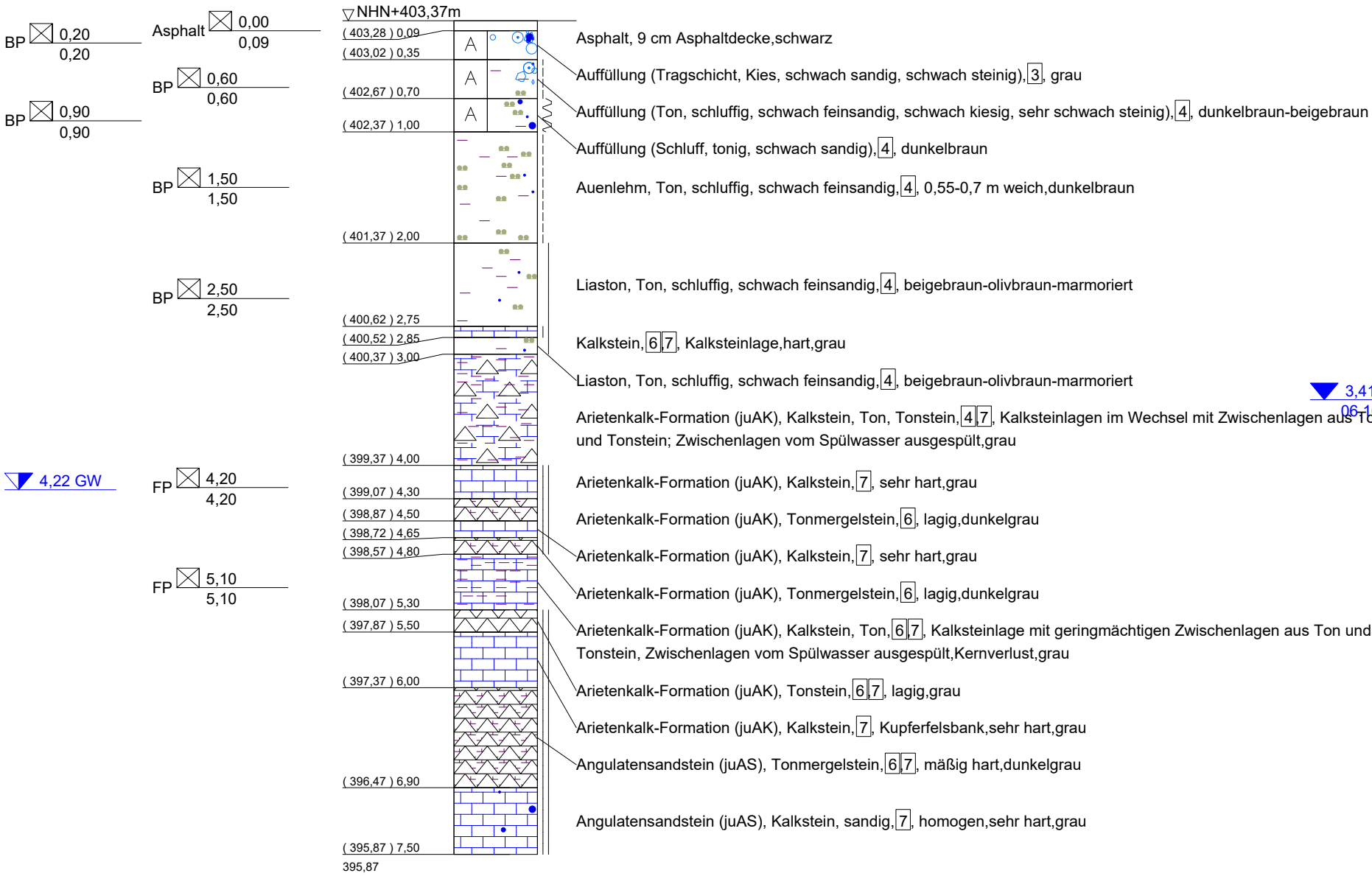
0m



7m

KB 2-25

Messstellenausbau



Bauvorhaben:
BV Neubau Feuerwache West
Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Planbezeichnung:
Kernbohrung KB 2-25
Koordinaten (GK) und Höhe (mNHN)
x3513850,170 y5394624,742

Plan-Nr:	FSGFWW KB2-25	Maßstab:	1 : 50
HENKE UND PARTNER GMBH	Bearbeiter: Tobias Mangold, M.Sc.	Datum:	03.09.25
Ingenieurbüro für Geotechnik	Gezeichnet: Ma		
Emilienstraße 2	Geändert:		
70563 Stuttgart	Gesehen:		
Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0			
Fax: 0711 / 73 56 298	Projekt-Nr:	FSGFWW	

Projekt: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

0m



7,5m

bearb.	Ma	gepr.	Ma	geseh.	Ma
--------	----	-------	----	--------	----

KB 3-25



Bauvorhaben: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart		
Planbezeichnung: Kernbohrung KB 3-25 Koordinaten (GK) und Höhe (mNHN) x3513845,697 y5394606,567		
Plan-Nr:	FSGFWW KB3-25	Maßstab: 1:50
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter:	Tobias Mangold, M.Sc.
	Gezeichnet:	Ma 02.09.25
	Geändert:	
	Gesehen:	
		Projekt-Nr: FSGFWW

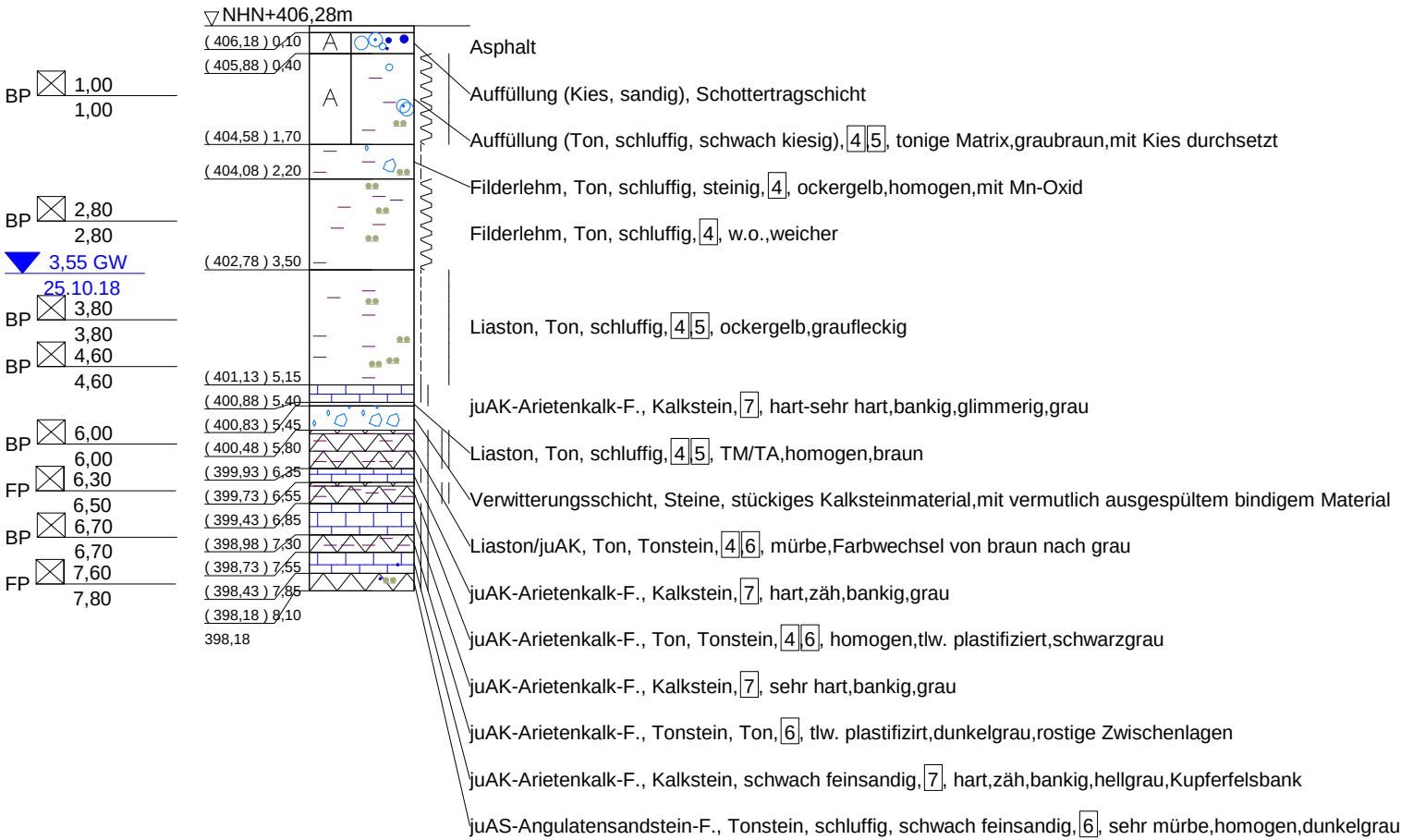
Projekt: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

0m

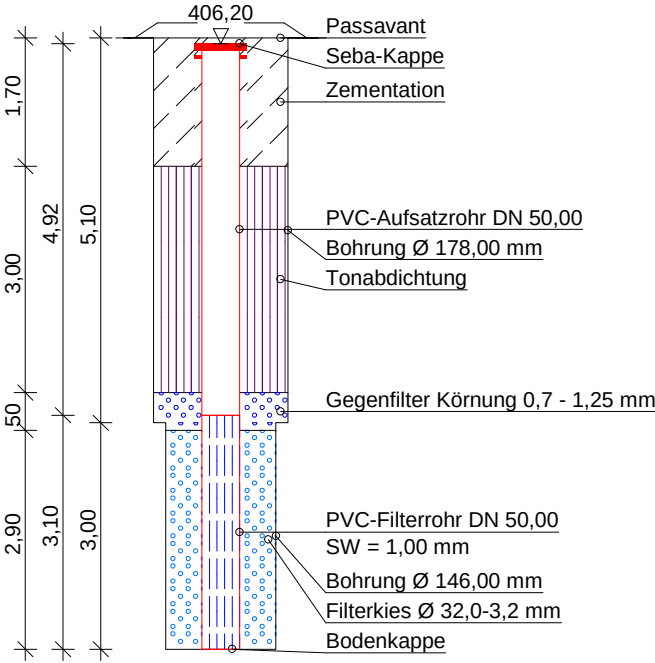


8m

KB 4

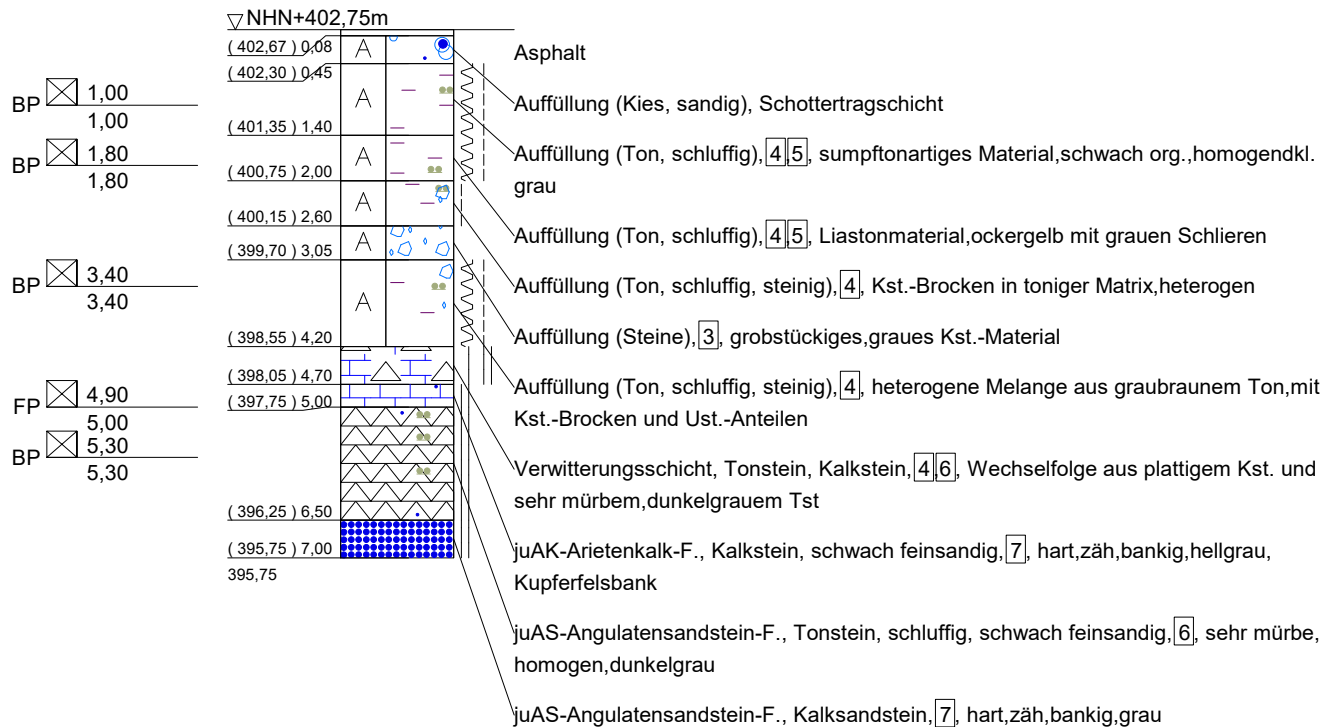


Messstellenausbau



Bauvorhaben: FSG, Westerweiterung Parkplätze P0 und P2		
Planbezeichnung: Kernbohrung KB 4		
Plan-Nr: FSGPOP2 KB04	Maßstab: 1 : 100	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: Dipl.-Geol. Stefan Bader	Datum: 9.10.18
	Gezeichnet: Ba	
	Geändert:	
	Gesehen:	
	Projekt-Nr: FSGPOP2	

KB 5



Bauvorhaben:

FSG, Westerweiterung Parkplätze
P0 und P2

Planbezeichnung:

Kernbohrung KB 5

Plan-Nr: FSGPOP2 KB05

Maßstab: 1 : 100

HENKE UND PARTNER GMBH
Ingenieurbüro für Geotechnik

Emilienstraße 2
70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0
Fax: 0711 / 73 56 298

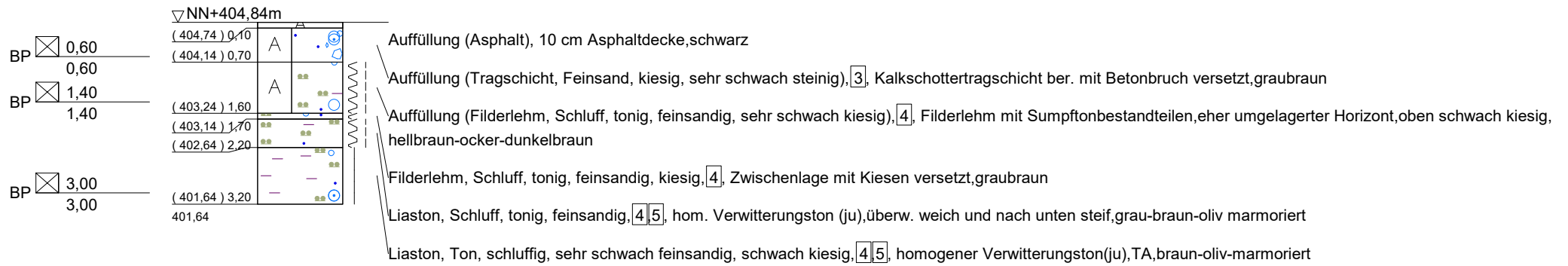
Bearbeiter: Dipl.-Geol. Stefan Bader Datum: 8.10.18
Gezeichnet: Ba

Geändert: _____

Gesehen: _____

Projekt-Nr: FSGPOP2

BS 6

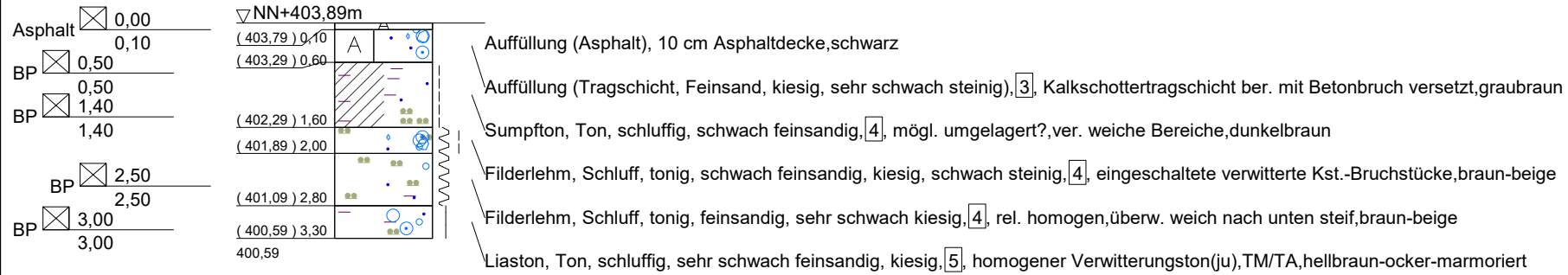


Ab 3,2 m u. GOK kein Bohrfortschritt mehr
Nach BE trocken;kein GW

ANLAGE 2.4.3

Bauvorhaben: Westerweiterung Parkplätze P0 und P2 Flughafen Stuttgart, FSG			
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 6			
Plan-Nr:	FSGP0P2 G01 BS 6	Maßstab:	1:100
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298		Bearbeiter:	Tobias Mangold, M.Sc.
		Gezeichnet:	Ma
		Geändert:	
		Gesehen:	
		Projekt-Nr:	FSGP0P2 G01

BS 7



Ab 3,3 m u. GOK kein Bohrfortschritt mehr
Nach BE trocken;kein GW

ANLAGE 2.4.4

Bauvorhaben: Westerweiterung Parkplätze P0 und P2 Flughafen Stuttgart, FSG			
Planbezeichnung: Bohrsondierung (BS) 7			
Plan-Nr:	FSGP0P2 G01 BS 7	Maßstab:	1:100
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298		Bearbeiter:	Tobias Mangold, M.Sc.
		Gezeichnet:	Ma
		Geändert:	
		Gesehen:	
		Projekt-Nr:	FSGP0P2 G01

ANLAGE 2.5

Bodenarten

Blöcke	mit Blöcken	Y y	
Steine	steinig	X x	
Kies	kiesig	G g	
Sand	sandig	S s	
Schluff	schluffig	U u	
Ton	tonig	T t	
Torf	torfig	H h	
Mergel	mergelig	Mg mg	
Auffüllung		A	

Felsarten

Fels allgemein	Z	
Fels verwittert	Zv	
Brekzie, Konglomerat	Gst	
Sandstein	Sst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Kalkstein	Kst	
Mergelstein	Mst	
Granit, Gneis	Ma	

Korngrößenbereich

f	fein
m	mittel
g	grob

Nebenanteile

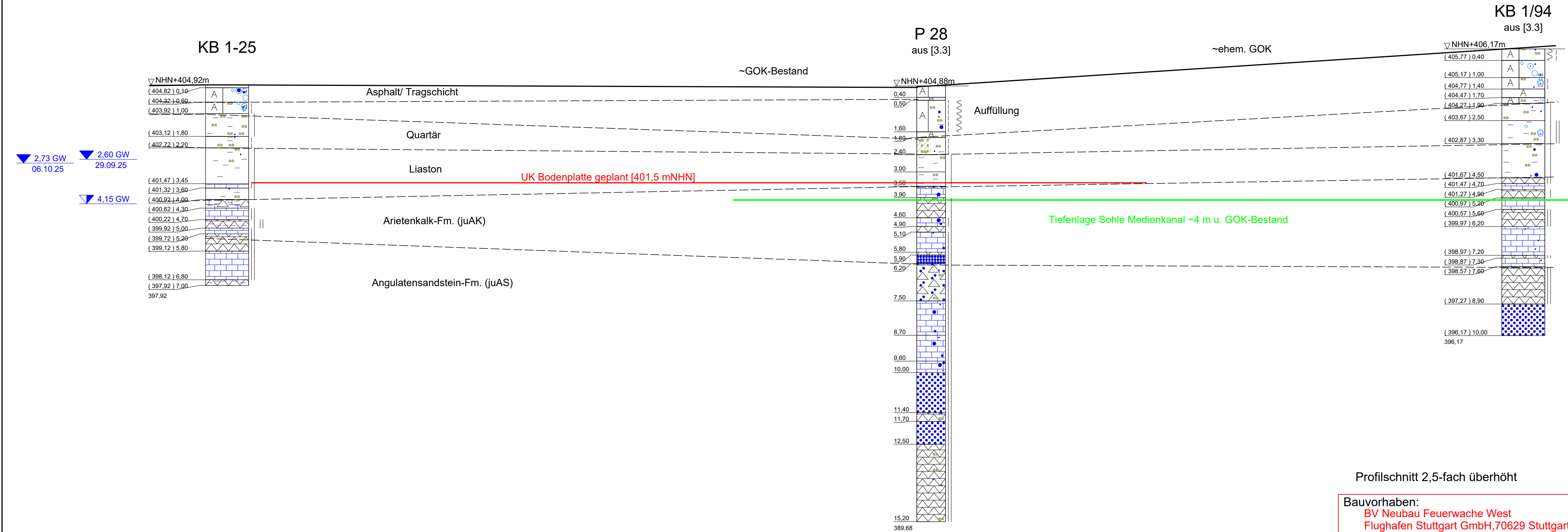
t'	schwach (< 15 %), z.B. schwach tonig
ḡ	stark (ca. 30-40 %), z.B. stark kiesig

Konsistenz/ Lagerungsdichte

	flüssig		halbfest		locker
	breiig		fest		mittel dicht
	weich	≋	klüftig		dicht
	steif	≋	stark klüftig, brüchig		sehr dicht

Probenentnahmen und Grundwasser

BP		Becherprobe
EP		Eimerprobe
FP		Felsprobe
GP		Glasprobe
MP		Mischprobe
ZP		Zylinderprobe
UP		ungestörte Probe
		Grundwasser angebohrt
		Grundwasser nach Bohrende
		Ruhewasserstand
k. GW		kein Grundwasser

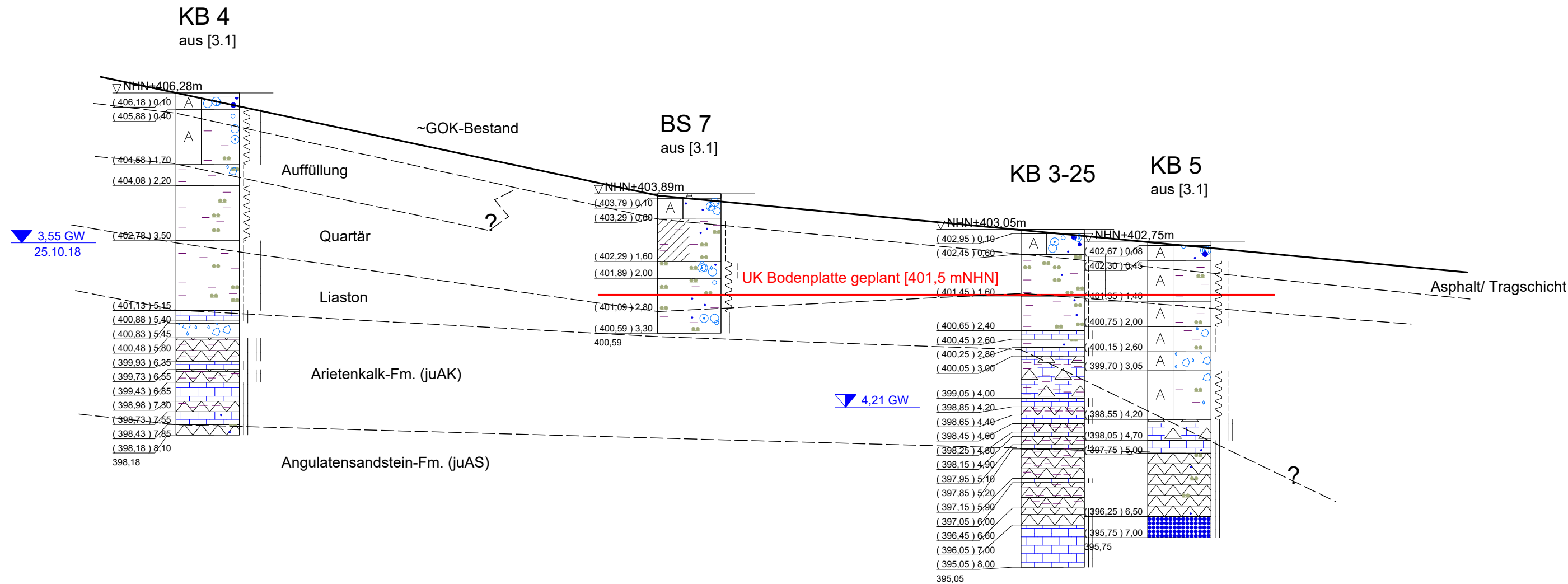


Profilschnitt 2,5-fach überhöht

Bauvorhaben:
BV Neubau Feuerwache West
Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

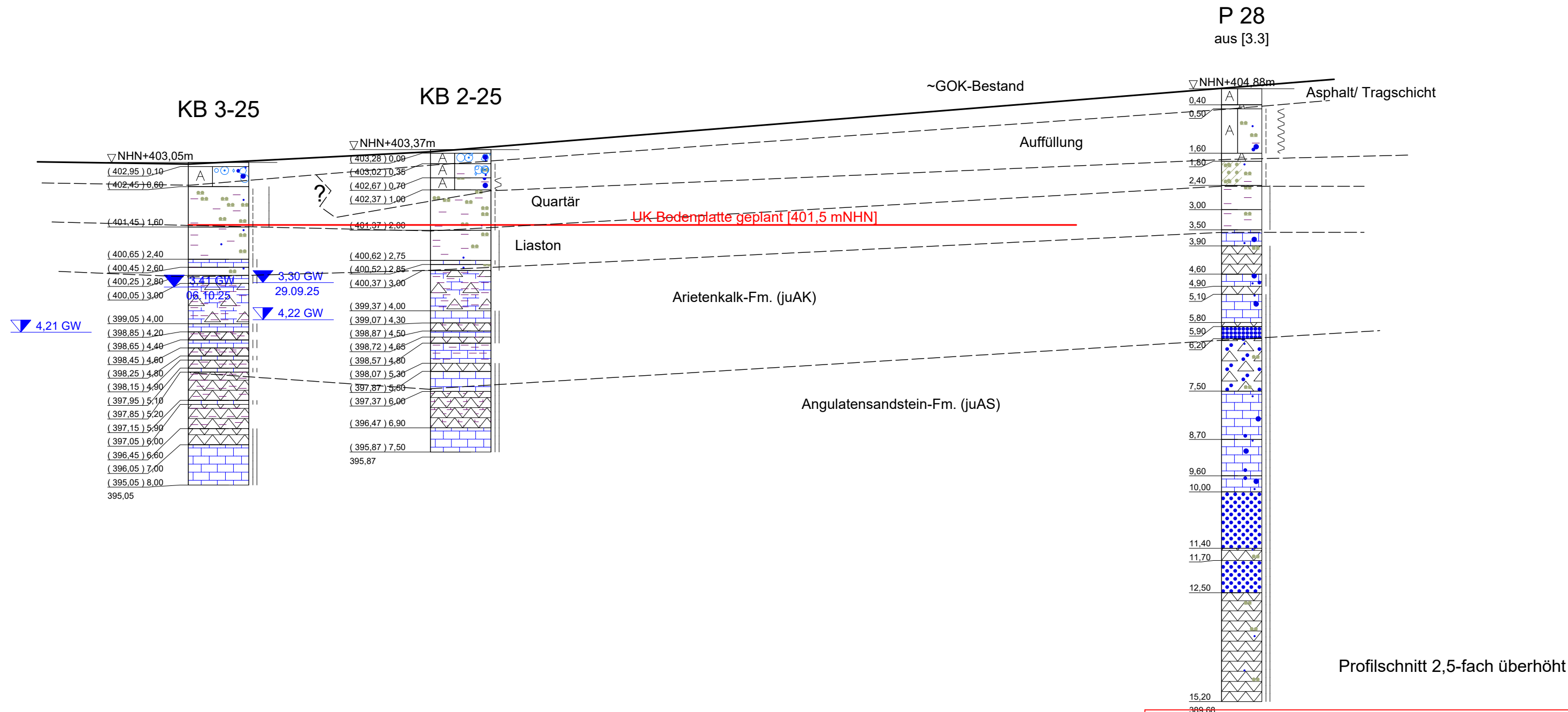
Planbezeichnung:
Profilschnitt PS1

Plan-Nr: FSGFWW PS1	Maßstab: L 1:250, H 1:100
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: M.Sc. Tobias Mangold Gezeichnet: Ma Datum: 22.09.25 Geändert: Gesehen: Projekt-Nr: FSGFWW

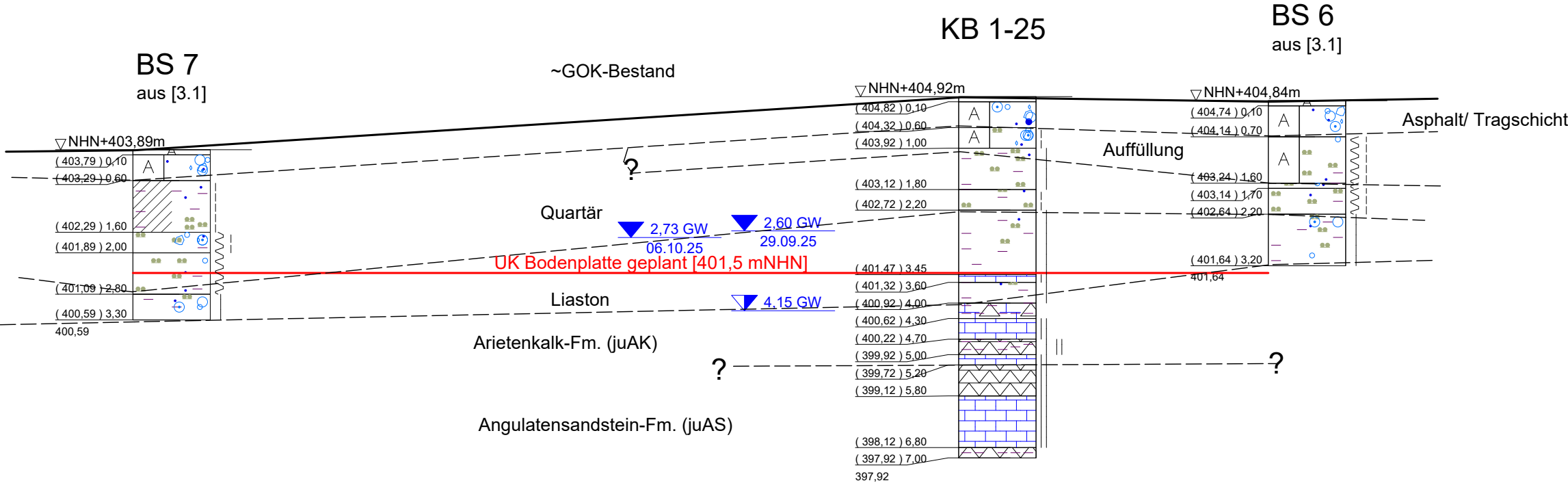


Profilschnitt 5-fach überhöht

Bauvorhaben: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart		
Planbezeichnung: Profilschnitt PS2		
Plan-Nr:	FSGFWW PS2	Maßstab: L 1:500, H 1:100
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter:	M.Sc. Tobias Mangold
	Gezeichnet:	Ma
	Geändert:	
	Gesehen:	
		Datum: 22.09.25
		Projekt-Nr: FSGFWW



Bauvorhaben: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH,70629 Stuttgart		
Planbezeichnung: Profilschnitt PS3		
Plan-Nr: FSGFWW PS3	Maßstab: L 1:250,H 1:100	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: M.Sc. Tobias Mangold	Datum: 22.09.25
	Gezeichnet: Ma	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr: FSGFWW		



Profilschnitt 2,5-fach überhöht

Bauvorhaben: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart		
Planbezeichnung: Profilschnitt PS4		
Plan-Nr: FSGFWW PS4	Maßstab: L 1:250, H 1:100	
HENKE UND PARTNER GMBH Ingenieurbüro für Geotechnik Emilienstraße 2 70563 Stuttgart Tel.: 0711 / 997 60 73 - 0 Fax: 0711 / 73 56 298	Bearbeiter: M.Sc. Tobias Mangold	Datum: 22.09.25
	Gezeichnet: Ma	
	Geändert: _____	
	Gesehen: _____	
Projekt-Nr: FSGFWW		

Projekt: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart									PL / PB: Ka/Ma			Projektkürzel:		FSGFWW	
Probe	Material	w _n %	w _l %	w _p %	I _p %	I _c	Kon- sistenz	Körnungsziffer T - U - S - G	BA nach DIN 18196	ρ t/m ³	ρ _D t/m ³	φ' (°)	Druckfestigkeit q _u n. BIENIAWSKI [MN/m²]	E _s kN/m²	Glühverlust [M.-%]
KB 1-25															
0,5	Tragschicht														
0,9	Auffüllung														
1,2	Auenlehm	25,9													4,8
1,9	Auenlehm	23,7													
3,2	Liaston	21,9													
4,0	Liaston	25,4													
4,9	Tst. (juAK)														
KB 2-25															
0,2	Tragschicht														
0,6	Auffüllung														
0,9	Auffüllung	22,6													
1,5	Auenlehm	27,1	50,6	20,0	30,7	0,77	steif		TA	1,96	1,53			3.600	
2,5	Liaston	25,0													
4,2	Kst. (juAK)														
5,1	Kst. (juAK)	0,8								2,51	2,49		71,3		
KB 3-25															
0,5	Tragschicht														
1,4	Auenlehm	22,5													
2,1	Liaston	19,5	38,4	15,0	23,4	0,81	steif		TM						
4,1	Kst. (juAK)														
6,8	Tst. (juAS)	9,5								2,43	2,22		8,4		
7,7	Kst. (juAS)														

kursiv angegebene Konsistenzen abgeschätzt anhand w_n

E_s = Steifemodul im Lastintervall 200 - 400 kN/m²

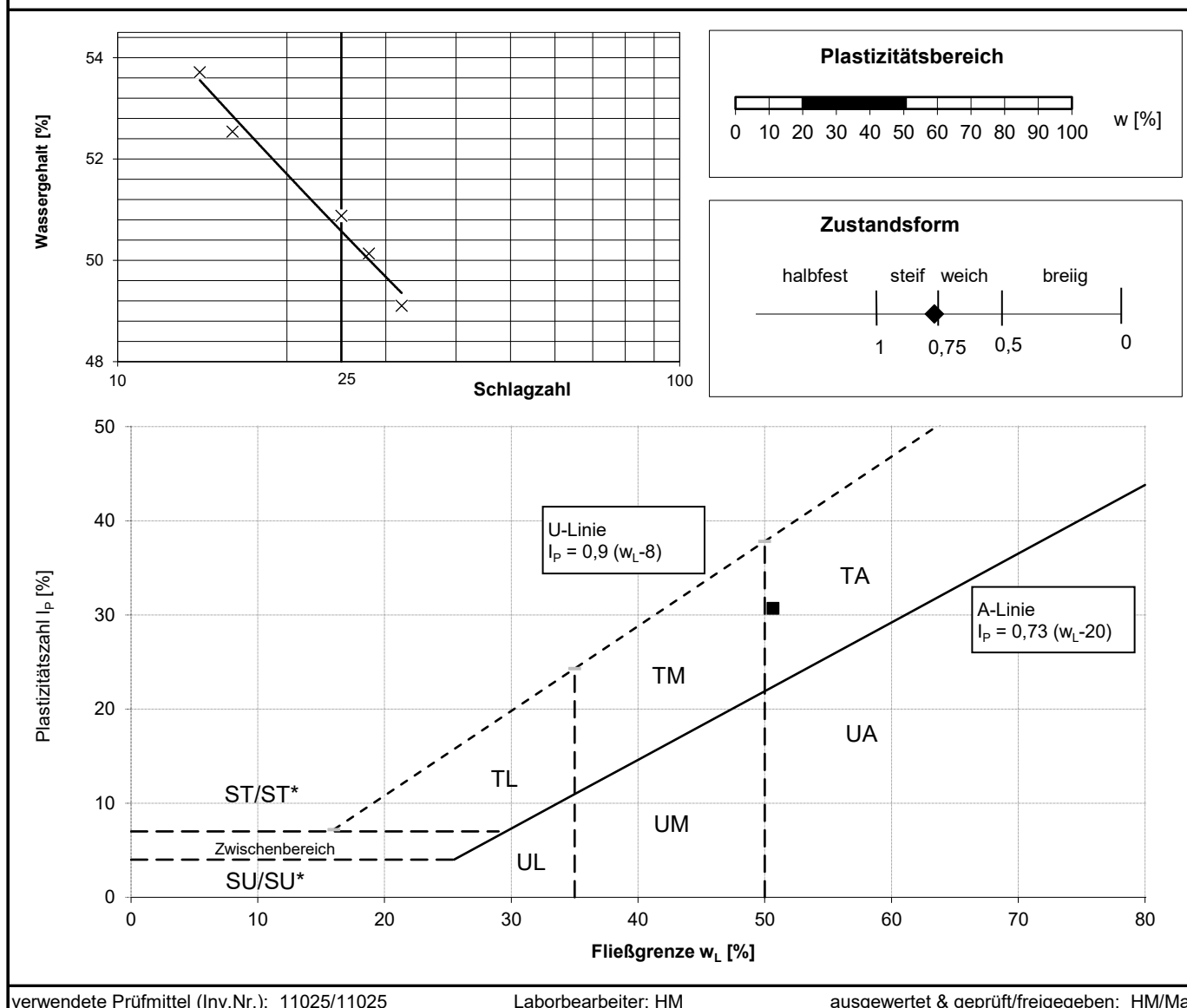
Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 18 122

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

ANLAGE 4.2.1

Projekt:	BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart			Kürzel:	FSGFWW
Probe:	KB 2 - 25 1,5	geol. Bez.:	Auenlehm	Versuchsdatum:	18.09.25
nat. Wassergehalt w_n :	27,1	%	Massenanteil > 0,4mm (ü):	-	%
Fließgrenze w_L :	50,6	%	Wassergehalt $w_{<0,4}$:	-	%
Ausrollgrenze w_P :	20,0	%	Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$:	30,7	%
Konsistenz:	steif		Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$:	0,77	
Bodenart:	TA				
Maximaler Wassergehalt halbfest ($I_C = 1,0$):					20,0 %
Wassergehalt steif ($I_C = 0,75-1,0$) von:					27,6 % bis 20,1 %
Wassergehalt weich ($I_C = 0,5-0,75$) von:					35,3 % bis 27,7 %
Wassergehalt breiig ($I_C = 0,0-0,5$) von:					50,6 % bis 35,4 %



Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 18 122

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

ANLAGE 4.2.2

Projekt: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stgt.	Kürzel: FSGFWW
Probe: KB 3-25 2,1 m geol. Bez.: Liaston	Versuchsdatum: 12.09.25

nat. Wassergehalt w_n :	19,5	%	Massenanteil > 0,4mm (ü):	-	%
Fließgrenze w_L :	38,4	%	Wassergehalt $w_{<0,4}$:	-	%
Ausrollgrenze w_P :	15,0	%	Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$:	23,4	%
Konsistenz:	steif		Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w_n) / I_P$:	0,81	
Bodenart: TM					

Maximaler Wassergehalt halbfest ($I_C = 1,0$):	15,0	%			
Wassergehalt steif ($I_C = 0,75-1,0$) von:	20,8	%	bis	15,1	%
Wassergehalt weich ($I_C = 0,5-0,75$) von:	26,7	%	bis	20,9	%
Wassergehalt breiig ($I_C = 0,0-0,5$) von:	38,4	%	bis	26,8	%

Plastizitätsbereich

w [%]

Zustandsform

verwendete Prüfmittel (Inv.Nr.): 11025/11025

Laborbearbeiter: HM

ausgewertet & geprüft/freigegeben: Ma/Ma

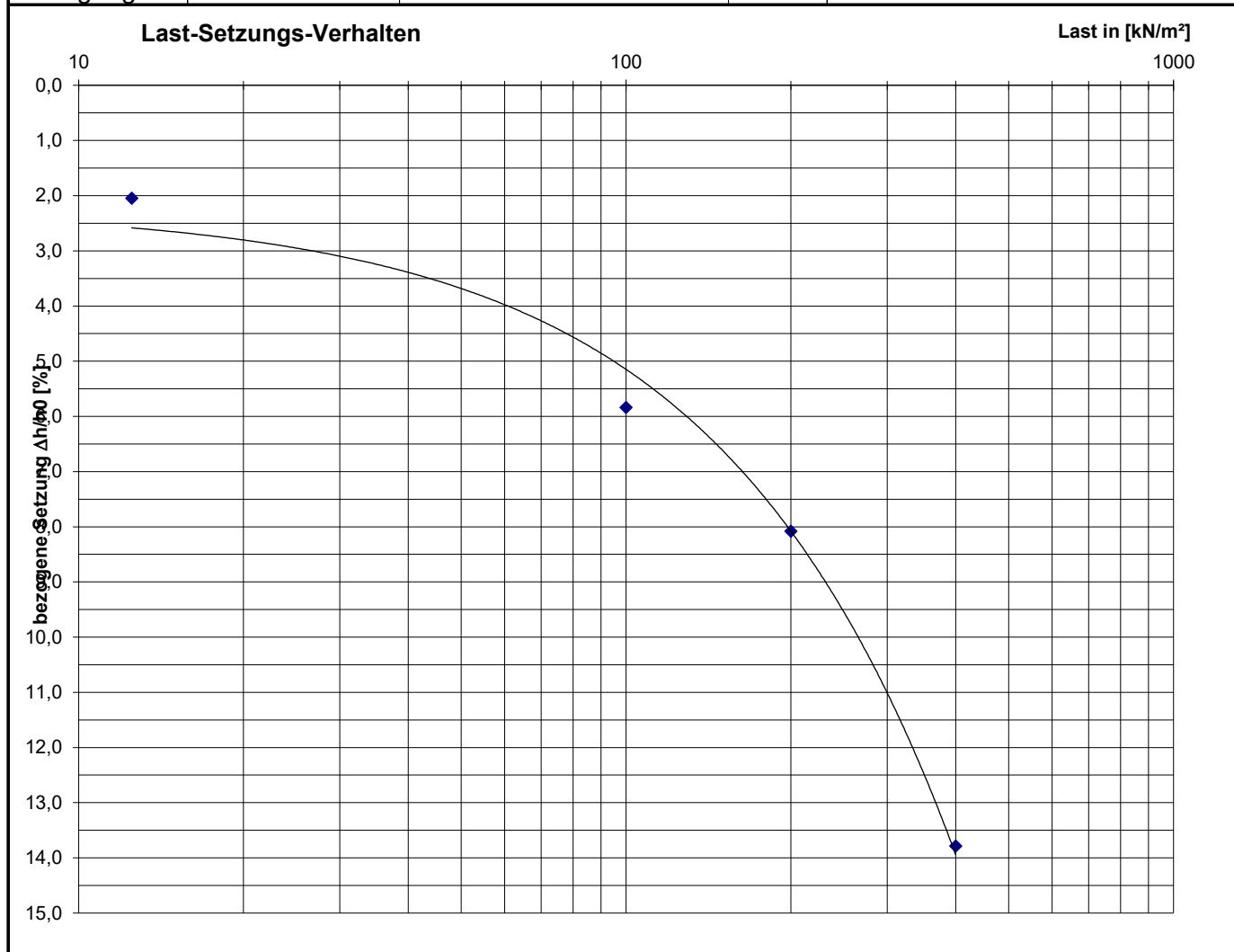
Ödometerversuch nach DIN EN ISO 17892 – 5 (Last-Setzung)

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

ANLAGE 4.3

Projekt:	BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart				
Probe:	KB 2-25 1,5	Bodenart:	Auenlehm	Datum:	15.09.2025
	Ringfläche [mm ²]	Probenhöhe [mm]	Wassergehalt [%]	Feuchtdichte [g/cm ³]	Trockendichte [g/cm ³]
Einbau	4.000,0	20,00	28,2	1,96	1,53
Ausbau	4.000,0	17,31	24,6	2,25	1,80
Versuchsbedingungen:	nicht bewässert	Vorbelastung:	30,0	kN/m ²	



Laststufen [kN/m ²]	Steifemoduli E_s [kN/m ²]
50 - 100	47
200 - 400	3.577

bearb. Ma gepr. Ma geseh. Ma

ANLAGE 4.4

Projekt: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart					
Datum: 05.09.2025			Bearbeiter: Ma/HM		
Glühverlustbestimmung					
Proben- bezeichnung	Masse Tiegel (g)	Masse Tiegel+ Probe trocken (g)	Masse Tiegel+ Rückstand (g)	Glühverlust %	
KB 1 - 25 1,2	22,585	38,599	37,815	4,90	
	25,613	41,68	40,91	4,79	
	25,968	42,771	41,978	4,72	
	27,077	43,759	42,984	4,65	
			Mittelwert	4,8	
Wassergehaltsbestimmung					
Probenbe- zeichnung	Schalen Nr.	Masse Schale (g)	Masse Schale+ Probe feucht (g)	Masse Schale+ Probe trocken (g)	Wassergehalt %
KB 1 - 25 1,2	1	8,0	95,5	77,5	25,9

bearb	HM	gepr.	Ma	geseh.	Ma
-------	----	-------	----	--------	----

Dichtebestimmung Tauchwägung nach DIN 18 125

HENKE UND PARTNER GMBH

Ingenieurbüro für Geotechnik

ANLAGE 4.5

Projekt: BV Neubau Feuerwache Wets Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Datum: 18.09.25

ρ Wachs (g/cm³): 0,896

[illegible]

bearb	HM	gepr.	Ma	geseh.	Ma
-------	----	-------	----	--------	----

[illegible]

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2509072-1

Analytik gemäß ErsatzbaustoffV Anlage 1, Tab. 3: BM-0*/BG-0* im Feststoff und Schütteleluat (2:1)

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emiliensstraße 2, 70563 Stuttgart
Projekt: FSGFWW / BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart
Projektbearbeiter: Herr Mangold
Probenahme: 04.09.2025 durch Auftraggeber
Probeneingang: 08.09.2025
Bearbeitungszeitraum: 08.09. – 16.09.2025
Untersuchungsbefund für die Probe: MP Tragschicht

Parameter	Messwert	BG		Parameter	Messwert	BG		Parameter	Messwert	BG	
Polycycl. aromat. Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]				Schwermetalle im Feststoff [mg/kg TS]				Polychlorierte Biphenyle [µg/l] (2:1)			
Naphthalin	< 0,010	0,010	[1]	Arsen As	3,2	1,0		PCB 28	< 0,003	0,003	[1]
Acenaphthylen	< 0,010	0,010	[1]	Blei Pb	1,5	1,0		PCB 52	< 0,003	0,003	[1]
Acenaphthen	< 0,010	0,010	[1]	Cadmium Cd	< 0,13	0,13		PCB 101	< 0,003	0,003	[1]
Fluoren	< 0,010	0,010	[1]	Chrom, ges. Cr	3,8	1,0		PCB 118	< 0,003	0,003	[1]
Phenanthren	0,024	0,010		Kupfer Cu	13	1,0		PCB 138	< 0,003	0,003	[1]
Anthracen	0,017	0,010		Nickel Ni	3,4	1,0		PCB 153	< 0,003	0,003	[1]
Fluoranthren	0,057	0,010		Quecksilber Hg	< 0,06	0,06		PCB 180	< 0,003	0,003	[1]
Pyren	0,042	0,010		Thallium Tl	< 0,30	0,30		Summe PCB*	< 0,003		
Benzo(a)anthracen	0,014	0,010		Zink Zn	18	1,0		Schwermetalle im Eluat (2:1) [µg/l]			
Chrysen	0,036	0,010		Eluat (2:1)				Arsen As	< 2,5	2,5	
Benzo(b/k)fluoranthren	0,035	0,010		pH-Wert bei 21°C	9,4			Blei Pb	< 6,0	6,0	
Benzo(a)pyren	0,024	0,010		Leitf. [µS/cm] bei 25°C	110	10		Cadmium Cd	< 0,80	0,80	
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,010	0,010	[1]	Sulfat [mg/l]	15	3,0		Chrom, ges. Cr	< 3,0	3,0	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,010	0,010	[2]	Polycycl. aromat. Kohlenwasserstoffe [µg/l]				Kupfer Cu	< 6,0	6,0	
Benzo(ghi)perylene	0,014	0,010		Naphthalin	0,028	0,010		Nickel Ni	< 6,0	6,0	
Summe PAK 16*	0,27			2-Methylnaphthalin	0,014	0,010		Quecksilber Hg	0,036	0,033	
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]				1-Methylnaphthalin	0,019	0,010		Thallium Tl	< 0,20	0,20	
PCB 28	< 0,01	0,01	[1]	Summe Naphthalin + Methylnaphthaline*	0,061			Zink Zn	< 25	25	
PCB 52	< 0,01	0,01	[1]	Acenaphthylen	< 0,010	0,010	[1]				
PCB 101	< 0,01	0,01	[1]	Acenaphthen	0,012	0,010		PAK	DIN ISO 18287 : 2006-05		
PCB 118	< 0,01	0,01	[1]	Fluoren	0,016	0,010		PCB	DIN EN 15308 : 2008-05		
PCB 138	< 0,01	0,01	[1]	Phenanthren	0,046	0,010		MKW	DIN EN 14039 : 2005-01		
PCB 153	< 0,01	0,01	[1]	Anthracen	< 0,010	0,010	[2]	TOC	DIN EN 13137 : 2001-12		
PCB 180	< 0,01	0,01	[1]	Fluoranthren	0,016	0,010		EOX	DIN 38414-17 : 2017-01		
Summe PCB*	< 0,01			Pyren	0,012	0,010		TS	DIN EN 14346 : 2007-03		
Mineralöl-Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]				Benzo(a)anthracen	< 0,010	0,010	[1]	Schütteleluat	DIN 19529 : 2015-12		
MKW C ₁₀ -C ₂₂	< 50	50		Chrysen	< 0,010	0,010	[1]	PAK im Eluat	DIN 38407- F 39 : 2011-09		
MKW C ₁₀ -C ₄₀	< 50	50		Benzo(b/k)fluoranthren	< 0,010	0,010	[1]	PCB im Eluat	DIN 38407 F 3 : 1998-07		
EOX [mg/kg TS]	< 0,30	0,30		Benzo(a)pyren	< 0,010	0,010	[1]	SM o. Hg	DIN EN ISO 11885 : 2009-09		
Trockensubstanz TS [M.-%]	96,2	0,1		Dibenzo(ah)anthracen	< 0,010	0,010	[1]	Hg	DIN EN ISO 12846 : 2012-08		
Organischer Anteil d. Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]				Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,010	0,010	[1]	pH-Wert	DIN EN ISO 10523 : 2012-04		
bestimmt als TOC	0,53	0,30		Benzo(ghi)perylene	< 0,010	0,010	[1]	Leitf.	DIN EN 27888 : 1993-11		
				Summe PAK 15*	0,11			Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07		

* Summenbildung (nach EBV): Komponenten unterhalb der NG wurden nicht berücksichtigt.
 Komponenten zwischen NG und BG wurden mit halber BG einberechnet.

Erläuterungen:

- BG = Bestimmungsgrenze / NG = Nachweisgrenze
- [1] Messwert kleiner NG
- [2] Messwert zwischen NG und BG
- [3] BG musste erhöht werden für die Messung im gerätespezifischen Konzentrationsbereich
- [4] BG musste erhöht werden aufgrund von Substanzüberlagerungen oder Matrixeffekten
- [5] BG musste erhöht werden aufgrund geringer Probenmenge

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP Tragschicht		
Labornummer:	2509072-1	Matrix:	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Eimer	Probenmenge:	4,4 kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugswise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2018.

Fellbach, den 16. September 2025
 Analytik-Team GmbH

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Dr.rer.nat. H. Wildemann
 (Geschäftsführer)



Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2509072-5

Analytik gemäß ErsatzbaustoffV Anlage 1, Tab. 3: BM-0*/BG-0* im Feststoff und Schütteleluat (2:1)

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emiliestraße 2, 70563 Stuttgart
Projekt: FSGFWW / BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart
Projektbearbeiter: Herr Mangold
Probenahme: 04.09.2025 durch Auftraggeber
Probeneingang: 08.09.2025
Bearbeitungszeitraum: 08.09. – 16.09.2025
Untersuchungsbefund für die Probe: MP Auffüllung

Parameter	Messwert	BG		Parameter	Messwert	BG		Parameter	Messwert	BG	
Polycycl. aromat. Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]				Schwermetalle im Feststoff [mg/kg TS]				Polychlorierte Biphenyle [µg/l] (2:1)			
Naphthalin	< 0,010	0,010	[2]	Arsen As	12	1,0		PCB 28	< 0,003	0,003	[1]
Acenaphthylen	0,015	0,010		Blei Pb	63	1,0		PCB 52	< 0,003	0,003	[1]
Acenaphthen	< 0,010	0,010	[2]	Cadmium Cd	< 0,13	0,13		PCB 101	< 0,003	0,003	[1]
Fluoren	0,013	0,010		Chrom, ges. Cr	39	1,0		PCB 118	< 0,003	0,003	[1]
Phenanthren	0,065	0,010		Kupfer Cu	24	1,0		PCB 138	< 0,003	0,003	[1]
Anthracen	0,093	0,010		Nickel Ni	29	1,0		PCB 153	< 0,003	0,003	[1]
Fluoranthren	0,37	0,010		Quecksilber Hg	< 0,06	0,06		PCB 180	< 0,003	0,003	[1]
Pyren	0,27	0,010		Thallium Tl	< 0,30	0,30		Summe PCB*	< 0,003		
Benzo(a)anthracen	0,082	0,010		Zink Zn	78	1,0		Schwermetalle im Eluat (2:1) [µg/l]			
Chrysen	0,32	0,010		Eluat (2:1)				Arsen As	28	2,5	
Benzo(b/k)fluoranthren	0,23	0,010		pH-Wert bei 21°C	11,2			Blei Pb	< 6,0	6,0	
Benzo(a)pyren	0,13	0,010		Leitf. [µS/cm] bei 25°C	750	10		Cadmium Cd	< 0,80	0,80	
Dibenzo(ah)anthracen	0,013	0,010		Sulfat [mg/l]	35	3,0		Chrom, ges. Cr	8,6	3,0	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,040	0,010		Polycycl. aromat. Kohlenwasserstoffe [µg/l]				Kupfer Cu	250	30	[3]
Benzo(ghi)perylene	0,052	0,010		Naphthalin	0,094	0,010		Nickel Ni	68	6,0	
Summe PAK 16*	1,7			2-Methylnaphthalin	0,032	0,010		Quecksilber Hg	< 0,033	0,033	
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]				1-Methylnaphthalin	0,037	0,010		Thallium Tl	< 0,20	0,20	
PCB 28	< 0,01	0,01	[1]	Summe Naphthalin + Methylnaphthaline*	0,16			Zink Zn	< 25	25	
PCB 52	< 0,01	0,01	[1]	Acenaphthylen	< 0,010	0,010	[2]				
PCB 101	< 0,01	0,01	[1]	Acenaphthen	0,063	0,010		PAK	DIN ISO 18287 : 2006-05		
PCB 118	< 0,01	0,01	[1]	Fluoren	0,12	0,010		PCB	DIN EN 15308 : 2008-05		
PCB 138	< 0,01	0,01	[1]	Phenanthren	0,34	0,010		MKW	DIN EN 14039 : 2005-01		
PCB 153	< 0,01	0,01	[1]	Anthracen	0,072	0,010		TOC	DIN EN 13137 : 2001-12		
PCB 180	< 0,01	0,01	[1]	Fluoranthren	0,32	0,010		EOX	DIN 38414-17 : 2017-01		
Summe PCB*	< 0,01			Pyren	0,22	0,010		TS	DIN EN 14346 : 2007-03		
Mineralöl-Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]				Benzo(a)anthracen	0,061	0,010		Schütteleluat	DIN 19529 : 2015-12		
MKW C ₁₀ -C ₂₂	< 50	50		Chrysen	0,094	0,010		PAK im Eluat	DIN 38407- F 39 : 2011-09		
MKW C ₁₀ -C ₄₀	< 50	50		Benzo(b/k)fluoranthren	0,058	0,010		PCB im Eluat	DIN 38407 F 3 : 1998-07		
EOX [mg/kg TS]	< 0,30	0,30		Benzo(a)pyren	0,027	0,010		SM o. Hg	DIN EN ISO 11885 : 2009-09		
Trockensubstanz TS [M.-%]				Dibenzo(ah)anthracen	< 0,010	0,010	[1]	Hg	DIN EN ISO 12846 : 2012-08		
	79,5	0,1		Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,010	0,010	[1]	pH-Wert	DIN EN ISO 10523 : 2012-04		
Organischer Anteil d. Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]				Benzo(ghi)perylene	< 0,010	0,010	[1]	Leitf.	DIN EN 27888 : 1993-11		
bestimmt als TOC	0,59	0,30		Summe PAK 15*	1,4			Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07		

* Summenbildung (nach EBV): Komponenten unterhalb der NG wurden nicht berücksichtigt.
 Komponenten zwischen NG und BG wurden mit halber BG einberechnet.

Erläuterungen:

- BG = Bestimmungsgrenze / NG = Nachweisgrenze
- [1] Messwert kleiner NG
- [2] Messwert zwischen NG und BG
- [3] BG musste erhöht werden für die Messung im gerätespezifischen Konzentrationsbereich
- [4] BG musste erhöht werden aufgrund von Substanzüberlagerungen oder Matrixeffekten
- [5] BG musste erhöht werden aufgrund geringer Probenmenge

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP Auffüllung		
Labornummer:	2509072-5	Matrix:	Feststoff
Probenbehälter:	PE-Eimer	Probenmenge:	1,4 kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2018.

Fellbach, den 16. September 2025
 Analytik-Team GmbH

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Dr.rer.nat. H. Wildemann
 (Geschäftsführer)



Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2509072-2

Analytik gemäß ErsatzbaustoffV Anlage 1, Tab. 3: BM-0/BG-0 im Feststoff und Schütteleluat (2:1)

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart
Projekt: FSGFWW / BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart
Projektbearbeiter: Herr Mangold
Probenahme: 04.09.2025 durch Auftraggeber
Probeneingang: 08.09.2025
Bearbeitungszeitraum: 08.09. – 16.09.2025

Untersuchungsbefund für die Probe: MP Quartär

Parameter	Messwert	BG	
Polycycl. aromat. Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]			
Naphthalin	< 0,010	0,010	[1]
Acenaphthylen	< 0,010	0,010	[1]
Acenaphthen	< 0,010	0,010	[1]
Fluoren	< 0,010	0,010	[1]
Phenanthren	< 0,010	0,010	[1]
Anthracen	< 0,010	0,010	[1]
Fluoranthren	< 0,010	0,010	[2]
Pyren	< 0,010	0,010	[2]
Benzo(a)anthracen	< 0,010	0,010	[2]
Chrysen	< 0,010	0,010	[2]
Benzo(b/k)fluoranthren	< 0,010	0,010	[2]
Benzo(a)pyren	< 0,010	0,010	[2]
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,010	0,010	[1]
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,010	0,010	[1]
Benzo(ghi)perylene	< 0,010	0,010	[1]
Summe PAK 16*	0,030		
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]			
PCB 28	< 0,01	0,01	[1]
PCB 52	< 0,01	0,01	[1]
PCB 101	< 0,01	0,01	[1]
PCB 118	< 0,01	0,01	[1]
PCB 138	< 0,01	0,01	[1]
PCB 153	< 0,01	0,01	[1]
PCB 180	< 0,01	0,01	[1]
Summe PCB*	< 0,01		

Parameter	Messwert	BG	
Schwermetalle im Feststoff [mg/kg TS]			
Arsen As	9,0	1,0	
Blei Pb	13	1,0	
Cadmium Cd	< 0,13	0,13	
Chrom, ges. Cr	38	1,0	
Kupfer Cu	19	1,0	
Nickel Ni	30	1,0	
Quecksilber Hg	< 0,06	0,06	
Thallium Tl	< 0,30	0,30	
Zink Zn	55	1,0	
EOX [mg/kg TS]			
	< 0,30	0,30	
Trockensubstanz TS [M.-%]			
	80,2	0,1	
Organischer Anteil d. Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]			
bestimmt als TOC	0,54	0,30	
Eluat (2:1)			
pH-Wert bei 22°C	8,3		
Leitf. [µS/cm] bei 25°C	440	10	
Sulfat [mg/l]	45	3,0	

PAK DIN ISO 18287 : 2006-05
 PCB DIN EN 15308 : 2008-05
 TS DIN EN 14346 : 2007-03
 TOC DIN EN 13137 : 2001-12
 EOX DIN 38414-17 : 2017-01
 SM o. Hg DIN EN ISO 11885 :2009-09
 Hg DIN EN ISO 12846 :2012-08
 Schütteleluat DIN 19529 : 2015-12
 pH-Wert DIN EN ISO 10523 : 2012-04
 Leitf. DIN EN 27888 : 1993-11
 Sulfat DIN EN ISO 10304-1:2009-07

* Summenbildung (nach EBV): Komponenten unterhalb der NG wurden nicht berücksichtigt.
 Komponenten zwischen NG und BG wurden mit halber BG einberechnet.

Erläuterungen:

- BG = Bestimmungsgrenze / NG = Nachweisgrenze
- [1] Messwert kleiner NG
- [2] Messwert zwischen NG und BG
- [3] BG musste erhöht werden für die Messung im gerätespezifischen Konzentrationsbereich
- [4] BG musste erhöht werden aufgrund von Substanzüberlagerungen oder Matrixeffekten
- [5] BG musste erhöht werden aufgrund geringer Probenmenge



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14414-01-00

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP Quartär		
Labornummer:	2509072-2		
Matrix:	Feststoff		
Probenbehälter:	PE-Becher	Probenmenge:	1,0 kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2018.

Fellbach, den 16. September 2025
 Analytik-Team GmbH

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Dr.rer.nat. H. Wildemann
 (Geschäftsführer)

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2509072-3

Analytik gemäß ErsatzbaustoffV Anlage 1, Tab. 3: BM-0/BG-0 im Feststoff und Schütteleluat (2:1)

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart
Projekt: FSGFWW / BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart
Projektbearbeiter: Herr Mangold
Probenahme: 04.09.2025 durch Auftraggeber
Probeneingang: 08.09.2025
Bearbeitungszeitraum: 08.09. – 16.09.2025

Untersuchungsbefund für die Probe: MP Liaston

Parameter	Messwert	BG	
Polycycl. aromat. Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]			
Naphthalin	< 0,010	0,010	[1]
Acenaphthylen	< 0,010	0,010	[1]
Acenaphthen	< 0,010	0,010	[2]
Fluoren	< 0,010	0,010	[1]
Phenanthren	< 0,010	0,010	[1]
Anthracen	< 0,010	0,010	[1]
Fluoranthren	< 0,010	0,010	[1]
Pyren	< 0,010	0,010	[1]
Benzo(a)anthracen	< 0,010	0,010	[2]
Chrysen	< 0,010	0,010	[2]
Benzo(b/k)fluoranthren	< 0,010	0,010	[2]
Benzo(a)pyren	< 0,010	0,010	[2]
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,010	0,010	[1]
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,010	0,010	[1]
Benzo(ghi)perylene	< 0,010	0,010	[1]
Summe PAK 16*	0,025		
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]			
PCB 28	< 0,01	0,01	[1]
PCB 52	< 0,01	0,01	[1]
PCB 101	< 0,01	0,01	[1]
PCB 118	< 0,01	0,01	[1]
PCB 138	< 0,01	0,01	[1]
PCB 153	< 0,01	0,01	[1]
PCB 180	< 0,01	0,01	[1]
Summe PCB*	< 0,01		

Parameter	Messwert	BG	
Schwermetalle im Feststoff [mg/kg TS]			
Arsen As	18	1,0	
Blei Pb	29	1,0	
Cadmium Cd	< 0,13	0,13	
Chrom, ges. Cr	34	1,0	
Kupfer Cu	43	1,0	
Nickel Ni	36	1,0	
Quecksilber Hg	< 0,06	0,06	
Thallium Tl	< 0,30	0,30	
Zink Zn	63	1,0	
EOX [mg/kg TS]			
	< 0,30	0,30	
Trockensubstanz TS [M.-%]			
	79,8	0,1	
Organischer Anteil d. Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]			
bestimmt als TOC	1,34	0,30	
Eluat (2:1)			
pH-Wert bei 22°C	8,1		
Leitf. [µS/cm] bei 25°C	370		
Sulfat [mg/l]	7,4	3,0	

PAK DIN ISO 18287 : 2006-05
 PCB DIN EN 15308 : 2008-05
 TS DIN EN 14346 : 2007-03
 TOC DIN EN 13137 : 2001-12
 EOX DIN 38414-17 : 2017-01
 SM o. Hg DIN EN ISO 11885 :2009-09
 Hg DIN EN ISO 12846 :2012-08
 Schütteleluat DIN 19529 : 2015-12
 pH-Wert DIN EN ISO 10523 : 2012-04
 Leitf. DIN EN 27888 : 1993-11
 Sulfat DIN EN ISO 10304-1:2009-07

* Summenbildung (nach EBV): Komponenten unterhalb der NG wurden nicht berücksichtigt.
 Komponenten zwischen NG und BG wurden mit halber BG einberechnet.

Erläuterungen:

- BG = Bestimmungsgrenze / NG = Nachweisgrenze
- [1] Messwert kleiner NG
- [2] Messwert zwischen NG und BG
- [3] BG musste erhöht werden für die Messung im gerätespezifischen Konzentrationsbereich
- [4] BG musste erhöht werden aufgrund von Substanzüberlagerungen oder Matrixeffekten
- [5] BG musste erhöht werden aufgrund geringer Probenmenge



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14414-01-00

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP Liaston		
Labornummer:	2509072-3		
Matrix:	Feststoff		
Probenbehälter:	PE-Becher	Probenmenge:	0,9 kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2018.

Fellbach, den 16. September 2025
 Analytik-Team GmbH

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Dr.rer.nat. H. Wildemann
 (Geschäftsführer)

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2509072-4

Analytik gemäß ErsatzbaustoffV Anlage 1, Tab. 3: BM-0/BG-0 im Feststoff und Schütteleluat (2:1)

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart
Projekt: FSGFWW / BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart
Projektbearbeiter: Herr Mangold
Probenahme: 04.09.2025 durch Auftraggeber
Probeneingang: 08.09.2025
Bearbeitungszeitraum: 08.09. – 16.09.2025

Untersuchungsbefund für die Probe: MP TMst./Tst. (juAK)

Parameter	Messwert	BG	
Polycycl. aromat. Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]			
Naphthalin	< 0,010	0,010	[2]
Acenaphthylen	< 0,010	0,010	[1]
Acenaphthen	< 0,010	0,010	[1]
Fluoren	< 0,010	0,010	[2]
Phenanthren	0,010	0,010	
Anthracen	0,011	0,010	
Fluoranthren	< 0,010	0,010	[2]
Pyren	< 0,010	0,010	[2]
Benzo(a)anthracen	< 0,010	0,010	[2]
Chrysen	< 0,010	0,010	[2]
Benzo(b/k)fluoranthren	< 0,010	0,010	[2]
Benzo(a)pyren	< 0,010	0,010	[2]
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,010	0,010	[1]
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,010	0,010	[1]
Benzo(ghi)perylene	< 0,010	0,010	[1]
Summe PAK 16*	0,061		
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]			
PCB 28	< 0,01	0,01	[1]
PCB 52	< 0,01	0,01	[1]
PCB 101	< 0,01	0,01	[1]
PCB 118	< 0,01	0,01	[1]
PCB 138	< 0,01	0,01	[1]
PCB 153	< 0,01	0,01	[1]
PCB 180	< 0,01	0,01	[1]
Summe PCB*	< 0,01		

Parameter	Messwert	BG	
Schwermetalle im Feststoff [mg/kg TS]			
Arsen As	13	1,0	
Blei Pb	16	1,0	
Cadmium Cd	< 0,13	0,13	
Chrom, ges. Cr	33	1,0	
Kupfer Cu	31	1,0	
Nickel Ni	27	1,0	
Quecksilber Hg	< 0,06	0,06	
Thallium Tl	< 0,30	0,30	
Zink Zn	50	1,0	
EOX [mg/kg TS]			
	< 0,30	0,30	
Trockensubstanz TS [M.-%]			
	91,1	0,1	
Organischer Anteil d. Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]			
bestimmt als TOC	0,48	0,30	
Eluat (2:1)			
pH-Wert bei 22°C	7,8		
Leitf. [µS/cm] bei 25°C	470	10	
Sulfat [mg/l]	91	3,0	

PAK DIN ISO 18287 : 2006-05
 PCB DIN EN 15308 : 2008-05
 TS DIN EN 14346 : 2007-03
 TOC DIN EN 13137 : 2001-12
 EOX DIN 38414-17 : 2017-01
 SM o. Hg DIN EN ISO 11885 : 2009-09
 Hg DIN EN ISO 12846 : 2012-08
 Schütteleluat DIN 19529 : 2015-12
 pH-Wert DIN EN ISO 10523 : 2012-04
 Leitf. DIN EN 27888 : 1993-11
 Sulfat DIN EN ISO 10304-1:2009-07

* Summenbildung (nach EBV): Komponenten unterhalb der NG wurden nicht berücksichtigt.
 Komponenten zwischen NG und BG wurden mit halber BG einberechnet.

Erläuterungen:

- BG = Bestimmungsgrenze / NG = Nachweisgrenze
- [1] Messwert kleiner NG
- [2] Messwert zwischen NG und BG
- [3] BG musste erhöht werden für die Messung im gerätespezifischen Konzentrationsbereich
- [4] BG musste erhöht werden aufgrund von Substanzüberlagerungen oder Matrixeffekten
- [5] BG musste erhöht werden aufgrund geringer Probenmenge



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14414-01-00

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP TMst./Tst. (juAK)		
Labornummer:	2509072-4		
Matrix:	Feststoff		
Probenbehälter:	PE-Becher	Probenmenge:	1,0 kg

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2018.

Fellbach, den 16. September 2025
 Analytik-Team GmbH

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Dr.rer.nat. H. Wildemann
 (Geschäftsführer)

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2510039

Analytik gemäß DIN 4030

Auftraggeber: Henke und Partner GmbH, Emilienstraße 2, 70563 Stuttgart
Projekt: FSGFWW / BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart
Projektbearbeiter: Herr Mangold
Probenahme: 06.10.2025 durch Auftraggeber
Probeneingang: 07.10.2025
Bearbeitungszeitraum: 07.10. – 10.10.2025

Untersuchungsbefund:

Parameter	KB 2-25 GW 251006	Dimension
pH-Wert	7,5 bei 18°C	---
KMnO ₄ -Verbrauch	2,4	mg/l
Ammonium	0,45	mg/l
Calcium	210	mg/l
Magnesium	22	mg/l
Gesamthärte	34,5	°dH
Kalklösende Kohlensäure	< 15	mg CO ₂ /l
Chlorid	350	mg/l
Sulfat	22	mg/l
Sulfid	< 0,10	mg/l
Beurteilung nach DIN 4030	Nicht angreifend	---

pH-Wert: DIN EN ISO 10523 : 2012-04
 Ammonium: DIN 38406-E 5-1 : 1983-10
 Kalklösende Kohlensäure: DIN 38404 C 10 : 2012-02
 Sulfid: DIN 38405 D 27 : 1992-07

KMnO₄-Verbrauch: DIN EN ISO 8467 : 1995-05
 Calcium/Magnesium: DIN EN ISO 11885 : 2009-09
 Chlorid/Sulfat: DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
 Gesamthärte: DIN 38409 H 6 : 1986-01

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	KB 2-25 GW 251006
Labornummer:	2510039
Matrix:	Wasser
Probenbehälter:	2x 1 l Glasflasche
Probenmenge:	2 l

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2018.

Fellbach, den 10. Oktober 2025
 Analytik-Team GmbH

Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.

Dr.rer.nat. H. Wildemann
 (Geschäftsführer)



Homogenbereich: **A 18300**

ANLAGE 6.1

Projekt: BV Neubeu Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Tragschicht					
Bodengruppe		[-]					GU,GT,GI,GW,x	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					0	20
	S						40	60
	G						60	100
Massen- anteil	Steine	X	[%]				0	30
	Blöcke	Y					0	0
	gr. Blöcke	Y					0	0
Dichte	ρ	[g/cm³]					1,5	2
Wassergehalt	w_n	[%]					3	15
Plastizitätszahl	I_p	[%]					n.b.	n.b.
Konsistenzzahl	I_c	[-]					n.b.	n.b.
Konsistenz		[-]					n.b.	n.b.
Lagerungsdichte	D	[%]					15	90
Kohäsion	c	[kN/m²]						
undräßierte Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					n.b.	n.b.
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]						
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]					0	2
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	3					
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **B 18300**

ANLAGE 6.2

Projekt: BV Neubeu Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Auffüllung					
Bodengruppe		[-]					TM, TL, SU*, GU*	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					40	90
	S						15	75
	G						0	15
Massen- anteil	Steine	X	[%]				0	5
	Blöcke	Y					0	0
	gr. Blöcke	Y					0	0
Dichte	ρ	[g/cm³]					1,7	2,1
Wassergehalt	w_n	[%]	1	22,6	22,6	22,6	5	30
Plastizitätszahl	I_p	[%]					10	30
Konsistenzzahl	I_c	[-]					0,5	1
Konsistenz		[-]					weich	steif
Lagerungsdichte	D	[%]					n.b.	n.b.
Kohäsion	c	[kN/m²]						
undräßierte Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					20	90
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]						
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]					0	6
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	4					
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **C 18300**

ANLAGE 6.3

Projekt: BV Neubeu Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Quartär					
Bodengruppe		[-]	1	TA			TL, TM, TA	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					50	90
	S						5	20
	G						0	5
Massen- anteil	Steine X	[%]					0	5
	Blöcke Y						0	0
	gr. Blöcke Y						0	0
Dichte	ρ	[g/cm³]	1	1,96	1,96	1,96	1,8	2,2
Wassergehalt	w_n	[%]	4	22,5	27,1	24,8	15	35
Plastizitätszahl	I_p	[%]	1	30,7	30,7	30,7	10	35
Konsistenzzahl	I_c	[-]	1	0,77	0,77	0,77	0,75	1,1
Konsistenz		[-]		steif	steif	steif	w.-stf.	halbfest
Lagerungsdichte	D	[%]					n.b.	n.b.
Kohäsion	c	[kN/m²]						
undräßierte Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					50	120
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]						
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]	1	4,8	4,8	4,8	2	6
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKl. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	4					
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **D 18300**

ANLAGE 6.4

Projekt: BV Neubeu Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Liaston					
Bodengruppe		[-]	1	TM			TM,TA	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					60	100
	S						0	15
	G						0	5
Massen- anteil	Steine X	[%]					0	0
	Blöcke Y						0	0
	gr. Blöcke Y						0	0
Dichte	ρ	[g/cm³]					1,9	2,3
Wassergehalt	w_n	[%]	4	19,5	25,4	22,45	15	30
Plastizitätszahl	I_p	[%]	1	23,4	23,4	23,4	10	35
Konsistenzzahl	I_c	[-]	1	0,81	0,81	0,81	0,75	1,3
Konsistenz		[-]		steif	steif	steif	steif	halbfest
Lagerungsdichte	D	[%]					n.b.	n.b.
Kohäsion	c	[kN/m²]						
undräßierte Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					50	120
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]						
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]					2	6
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	4,5					
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **E1 18300**

ANLAGE 6.5

Projekt: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Arietenkalk-Formation (juAK)					
Benennung von Fels		[-]	überwiegend als sedimentär-klastische Tonstein-Tonmergelstein-Wechsellagerung ausgebildet					
Dichte	ρ	[g/cm³]	1	2,4	2,4	2,40	2,0	2,6
Einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins	q_u	[MN/m²]	1	8,4	8,4	8,4	5,0	25
Spaltzugfestigkeit	q_z	[MN/m²]						
Verwitterung und Veränderung		[-]					2	4
Veränderlichkeit							2	4
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Trennflächenrichtung		[-]					n.r.	n.r.
Trennflächenabstand		[cm]					20	100
Gesteinskörperform		[-]					n.r.	n.r.
Öffnungsweite und Klutfüllung		[mm]						
Gebirgs-durchlässigkeit	k_G	[m/s]						
Abrasivität ¹⁾		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	6,7					
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **E2 18300**

ANLAGE 6.6

Projekt: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Arietenkalk-Formation (juAK)					
Benennung von Fels		[-]	überwiegend als sedimentär-biogene Kalksteine ausgebildet					
Dichte	ρ	[g/cm³]	1	2,5	2,5	2,5	2,0	2,8
Einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins	q_u	[MN/m²]	1	71,0	71,0	71,0	40,0	150
Spaltzugfestigkeit	q_z	[MN/m²]						
Verwitterung und Veränderung		[-]					1	3
Veränderlichkeit							0	3
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Trennflächenrichtung		[-]					n.r.	n.r.
Trennflächenabstand		[cm]					20	100
Gesteinskörperform		[-]					n.r.	n.r.
Öffnungsweite und Kluftfüllung		[mm]						
Gebirgs- durchlässigkeit	k_G	[m/s]						
Abrasivität ¹⁾		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]	7					
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **A 18301**

ANLAGE 7.1

Projekt: BV Neubeu Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Tragschicht					
Bodengruppe		[-]					GU,GT,GI,GW,x	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					0	20
	S						40	60
	G						60	100
Massen- anteil	Steine	X	[%]				0	30
	Blöcke	Y					0	0
	gr. Blöcke	Y					0	0
Dichte	ρ	[g/cm³]						
Wassergehalt	w_n	[%]					3	15
Plastizitätszahl	I_p	[%]					n.b.	n.b.
Konsistenzzahl	I_c	[-]					n.b.	n.b.
Konsistenz		[-]					n.b.	n.b.
Lagerungsdichte	D	[%]					15	90
Kohäsion	c	[kN/m²]					0	2
undräßierte Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					n.b.	n.b.
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]					0	0,5
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]						
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]						
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **B 18301**

ANLAGE 7.2

Projekt: BV Neubeu Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Auffüllung					
Bodengruppe		[-]					TM, TL, SU*, GU*	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					40	90
	S						15	75
	G						0	15
Massen- anteil	Steine	X	[%]				0	5
	Blöcke	Y					0	0
	gr. Blöcke	Y					0	0
Dichte	ρ	[g/cm³]						
Wassergehalt	w_n	[%]	1	22,6	22,6	22,6	5	30
Plastizitätszahl	I_p	[%]					10	30
Konsistenzzahl	I_c	[-]					0,5	1
Konsistenz		[-]					weich	steif
Lagerungsdichte	D	[%]					n.b.	n.b.
Kohäsion	c	[kN/m²]					10	35
undräßierte Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					20	90
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]					0	0,5
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]						
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]						
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **C 18301**

ANLAGE 7.3

Projekt: BV Neubeu Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Quartär					
Bodengruppe		[-]	1	TA			TL, TM, TA	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					50	90
	S						5	20
	G						0	5
Massen- anteil	Steine	X	[%]				0	5
	Blöcke	Y					0	0
	gr. Blöcke	Y					0	0
Dichte	ρ	[g/cm³]						
Wassergehalt	w_n	[%]	4	22,5	27,1	24,8	15	35
Plastizitätszahl	I_p	[%]	1	30,7	30,7	30,7	10	35
Konsistenzzahl	I_c	[-]	1	0,77	0,77	0,77	0,75	1,1
Konsistenz		[-]		steif	steif	steif	w.-stf.	halbfest
Lagerungsdichte	D	[%]					n.b.	n.b.
Kohäsion	c	[kN/m²]					15	35
undräßierte Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					50	120
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]					0	0,5
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]						
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]						
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **D 18301**

ANLAGE 7.4

Projekt: BV Neubeu Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Liaston					
Bodengruppe		[-]	1	TM			TM,TA	
Korngrößenverteilung	T/ U	[%]					60	100
	S						0	15
	G						0	5
Massen- anteil	Steine	X	[%]				0	0
	Blöcke	Y					0	0
	gr. Blöcke	Y					0	0
Dichte	ρ	[g/cm³]						
Wassergehalt	w_n	[%]	4	19,5	25,4	22,45	15	30
Plastizitätszahl	I_p	[%]	1	23,4	23,4	23,4	10	35
Konsistenzzahl	I_c	[-]	1	0,81	0,81	0,81	0,75	1,3
Konsistenz		[-]		steif	steif	steif	steif	halbfest
Lagerungsdichte	D	[%]					n.b.	n.b.
Kohäsion	c	[kN/m²]					20	40
undräßierte Scherfestigkeit	c_u	[kN/m²]					50	120
Sensitivität	S_t	[-]						
Durchlässigkeit	k_f	[m/s]						
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_S	[%]						
Abrasivität ¹⁾		[-]					0	0,5
organischer Anteil	V_{gl}	[Gew.-%]						
Benennung und Beschreibung organischer Böden		[-]						
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]						
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **E1 18301**

ANLAGE 7.5

Projekt: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Arietenkalk-Formation (juAK)/ Angulatensandstein-Formation (juAS)					
Benennung von Fels		[-]	überwiegend als sedimentär-klastische Tonstein-Tonmergelstein-Wechselagerung ausgebildet					
Dichte	ρ	[g/cm³]						
Einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins	q_u	[MN/m²]	1	8,40	8,40	8,40	5,0	25,0
Spaltzugfestigkeit	q_z	[MN/m²]						
Verwitterung und Veränderung		[-]					2	4
Veränderlichkeit							2	4
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_s	[%]						
Trennflächenrichtung		[-]					n.r.	n.r.
Trennflächenabstand		[cm]					20	100
Gesteinskörperform		[-]					n.r.	n.r.
Öffnungsweite und Kluffüllung		[mm]						
Gebirgs-durchlässigkeit	k_G	[m/s]						
Abrasivität ¹⁾		[-]					0,3	1,0
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]						
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Homogenbereich: **E2 18301**

ANLAGE 7.6

Projekt: BV Neubau Feuerwache West Flughafen Stuttgart GmbH, 70629 Stuttgart

Parameter			Laborversuche und Feldansprache				Erfahrungswerte	
			Anzahl Versuche	von	bis	Median	von	bis
ortsübliche Bezeichnung		[-]	Arietenkalk-Formation (juAK)/ Angulatensandstein-Formation (juAS)					
Benennung von Fels		[-]	überwiegend als sedimentär-biogene und Kalksteine/ Kalksandsteine ausgebildet					
Dichte	ρ	[g/cm³]						
Einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins	q_u	[MN/m²]	1	71,00	71,00	71,00	40,0	150,0
Spaltzugfestigkeit	q_z	[MN/m²]						
Verwitterung und Veränderung		[-]					1	3
Veränderlichkeit							0	3
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]						
Sulfatgehalt	V_s	[%]						
Trennflächenrichtung		[-]					n.r.	n.r.
Trennflächenabstand		[cm]					20	100
Gesteinskörperform		[-]					n.r.	n.r.
Öffnungsweite und Kluftfüllung		[mm]						
Gebirgs- durchlässigkeit	k_G	[m/s]						
Abrasivität ¹⁾		[-]					0,3	1,0
BKI. nach DIN 18300 (09/2012)*		[-]						
Bemerkung								

n.r. = nicht relevant

n.b. = nicht bestimmbar

Feld leer = nicht untersucht

* informell, nicht verbindlich

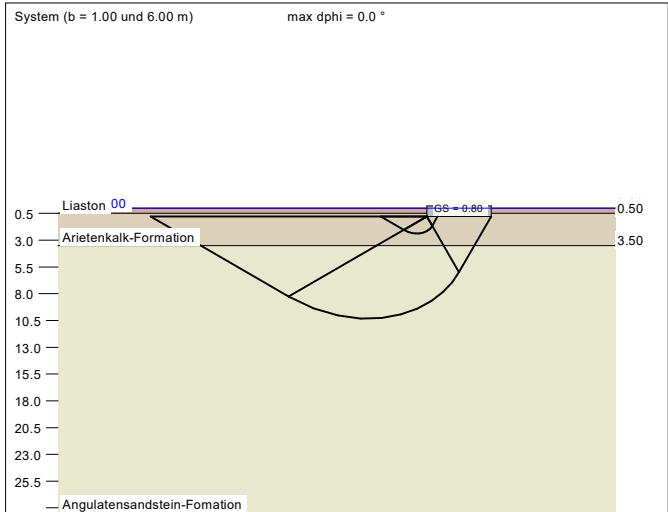
¹⁾ gemäß CAI - Vergleichstabelle (beiliegend)

Gründung auf Arietenkalk-Formation - Einzelfundamente/Betonplomben

Henke und Partner GmbH

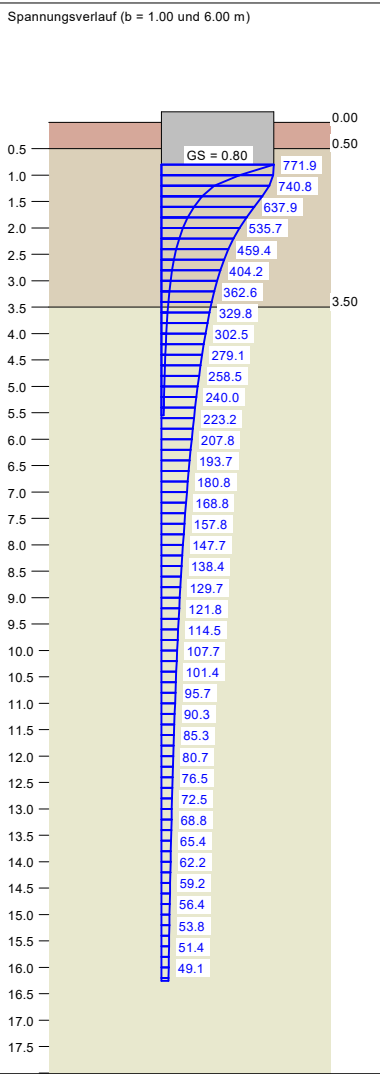
Ingenieurbüro für Geotechnik

Boden	γ/γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	v [-]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	20.5/10.5	17.5	20.0	0.00	10.0	Liaston
	24.0/14.0	30.0	60.0	0.00	120.0	Arietenkalk-Formation
	25.0/15.0	30.0	80.0	0.00	150.0	Angulatsandstein-Formation

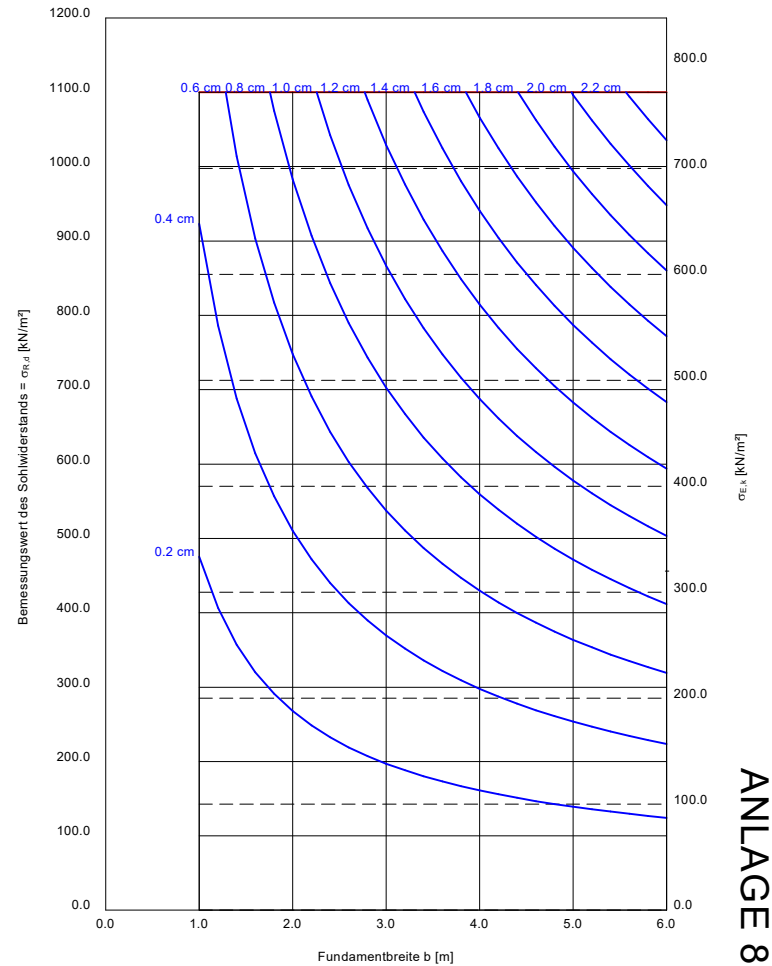


a	b	$\sigma_{R,1}$	$\sigma_{R,2}$	$R_{G,d}$	$\sigma_{R,k}$	s	cal q	cal c	γ_2	σ_0	t_q	UK LS	k_q
[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN]	[kN/m²]	[cm]	[°]	[kN/m²]	[kN/m³]	[kN/m²]	[m]	[m]	[MN/m³]
1.00	1.00	1540.0	1100.0	1100.0	771.9	0.48	30.0	60.00	14.00	9.45	5.55	2.39	160.9
1.20	1.20	1540.0	1100.0	1584.0	771.9	0.57	30.0	60.00	14.00	9.45	6.17	2.70	136.0
1.40	1.40	1540.0	1100.0	2156.0	771.9	0.65	30.0	60.00	14.00	9.45	6.75	3.02	118.2
1.60	1.60	1540.0	1100.0	2816.0	771.9	0.74	30.0	60.00	14.00	9.45	7.31	3.34	104.7
1.80	1.80	1540.0	1100.0	3564.0	771.9	0.82	30.0	63.68	14.01	9.45	7.84	3.65	94.2
2.00	2.00	1540.0	1100.0	4400.0	771.9	0.90	30.0	66.21	14.06	9.45	8.35	3.97	85.7
2.20	2.20	1540.0	1100.0	5324.0	771.9	0.98	30.0	67.76	14.11	9.45	8.84	4.29	78.8
2.40	2.40	1540.0	1100.0	6336.0	771.9	1.06	30.0	68.88	14.15	9.45	9.32	4.60	72.9
2.60	2.60	1540.0	1100.0	7436.0	771.9	1.14	30.0	69.78	14.20	9.45	9.78	4.92	68.0
2.80	2.80	1540.0	1100.0	8624.0	771.9	1.21	30.0	70.53	14.24	9.45	10.23	5.24	63.7
3.00	3.00	1540.0	1100.0	9900.0	771.9	1.29	30.0	71.17	14.28	9.45	10.67	5.56	60.0
3.20	3.20	1540.0	1100.0	11264.0	771.9	1.36	30.0	71.73	14.31	9.45	11.09	5.87	56.7
3.40	3.40	1540.0	1100.0	12716.0	771.9	1.44	30.0	72.22	14.35	9.45	11.51	6.19	53.7
3.60	3.60	1540.0	1100.0	14256.0	771.9	1.51	30.0	72.65	14.37	9.45	11.91	6.51	51.1
3.80	3.80	1540.0	1100.0	15884.0	771.9	1.58	30.0	73.04	14.40	9.45	12.31	6.82	48.8
4.00	4.00	1540.0	1100.0	17600.0	771.9	1.65	30.0	73.39	14.43	9.45	12.70	7.14	46.7
4.20	4.20	1540.0	1100.0	19404.0	771.9	1.73	30.0	73.70	14.45	9.45	13.08	7.46	44.7
4.40	4.40	1540.0	1100.0	21296.0	771.9	1.80	30.0	73.99	14.47	9.45	13.46	7.77	43.0
4.60	4.60	1540.0	1100.0	23276.0	771.9	1.87	30.0	74.25	14.49	9.45	13.83	8.09	41.3
4.80	4.80	1540.0	1100.0	25344.0	771.9	1.94	30.0	74.49	14.51	9.45	14.19	8.41	39.8
5.00	5.00	1540.0	1100.0	27500.0	771.9	2.01	30.0	74.71	14.53	9.45	14.55	8.73	38.5
5.20	5.20	1540.0	1100.0	29744.0	771.9	2.08	30.0	74.91	14.54	9.45	14.90	9.04	37.2
5.40	5.40	1540.0	1100.0	32076.0	771.9	2.14	30.0	75.10	14.56	9.45	15.25	9.36	36.0
5.60	5.60	1540.0	1100.0	34496.0	771.9	2.21	30.0	75.28	14.57	9.45	15.59	9.68	34.9
5.80	5.80	1540.0	1100.0	37004.0	771.9	2.28	30.0	75.44	14.58	9.45	15.92	9.99	33.8
6.00	6.00	1540.0	1100.0	39600.0	771.9	2.35	30.0	75.59	14.60	9.45	16.26	10.31	32.9

$\sigma_{R,k} = \sigma_{R,1} / (\gamma_{G,1} \cdot \gamma_{G,2}) = \sigma_{R,1} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,1} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



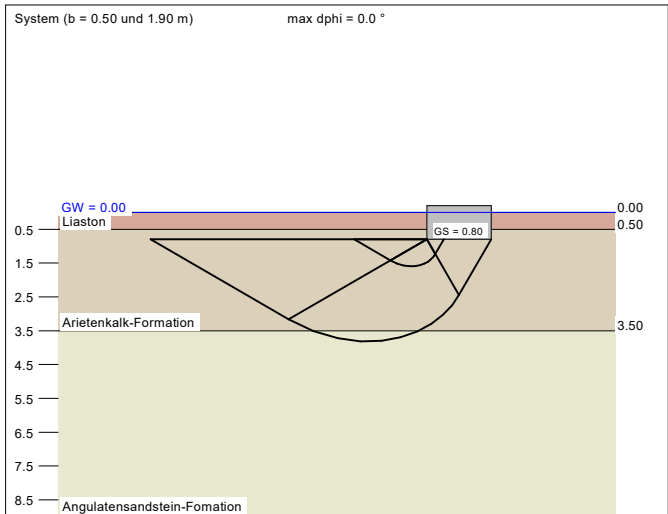
GGU-FOOTING / Version 10.08 / 11.03.2024 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
Berechnungsgrundlagen:
FSGFWW G01
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_Q$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 1100.00 kN/m² begrenzt
Gründungssohle = 0.80 m
Grundwasser = 0.00 m
Einzeltiefe mit p = 20.0 %
Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt
— Sohlendruck
— Setzungen



ANLAGE 8.1

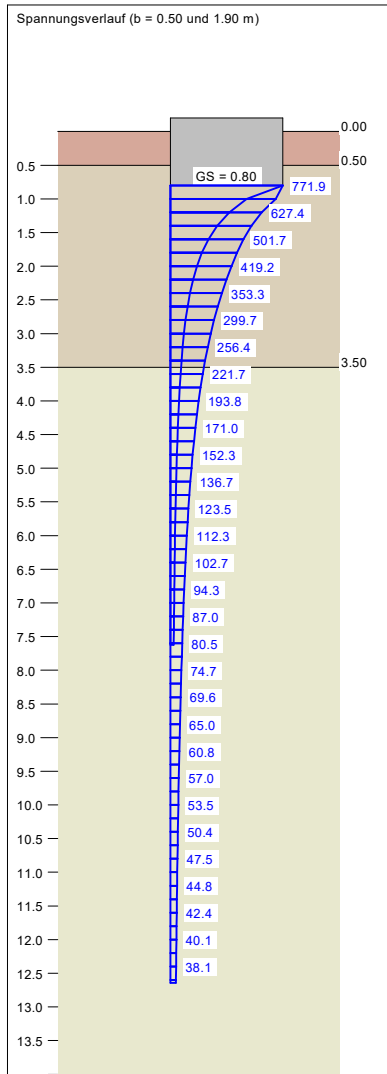
Gründung auf Arietenkalk-Formation - Streifenfundamente

Boden	γ/γ' [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	v [-]	E _s [MN/m²]	Bezeichnung
	20.5/10.5	17.5	20.0	0.00	10.0	Liaston
	24.0/14.0	30.0	60.0	0.00	120.0	Arietenkalk-Formation
	25.0/15.0	30.0	80.0	0.00	150.0	Angulatensandstein-Formation



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,k}$ [kN/m²]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{k,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t _g [m]	UK LS [m]	k _s [MN/m²]
10.00	0.50	1540.0	1100.0	550.0	771.9	0.61	30.0	60.00	14.00	9.45	7.62	1.59	126.1
10.00	0.70	1540.0	1100.0	770.0	771.9	0.78	30.0	60.00	14.00	9.45	8.68	1.91	98.7
10.00	0.90	1540.0	1100.0	990.0	771.9	0.93	30.0	60.00	14.00	9.45	9.56	2.23	82.8
10.00	1.10	1540.0	1100.0	1210.0	771.9	1.07	30.0	60.00	14.00	9.45	10.32	2.54	72.2
10.00	1.30	1540.0	1100.0	1430.0	771.9	1.19	30.0	60.00	14.00	9.45	10.99	2.86	64.7
10.00	1.50	1540.0	1100.0	1650.0	771.9	1.31	30.0	60.00	14.00	9.45	11.59	3.18	58.9
10.00	1.70	1540.0	1100.0	1870.0	771.9	1.42	30.0	60.00	14.00	9.45	12.14	3.49	54.5
10.00	1.90	1540.0	1100.0	2090.0	771.9	1.52	30.0	65.23	14.03	9.45	12.64	3.81	50.8

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Henke und Partner GmbH

Ingenieurbüro für Geotechnik

GGU-FOOTING / Version 10.08 / 11.03.2024 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
Berechnungsgrundlagen:
FSGFWW G01 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_G + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
Norm: EC 7 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006 $\sigma_{R,d}$ auf 1100.00 kN/m² begrenzt
Teilsicherheitskonzept (EC 7) Gründungssohle = 0.80 m
Streifenfundament (a = 10.00 m) Grundwasser = 0.00 m
 $\gamma_{R,v} = 1.40$ Grenztiefe mit p = 20.0 %
 $\gamma_G = 1.35$ Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 $\gamma_G = 1.50$ — Sohldruck
— Setzungen

