

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung,
Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH

**Stadt Rutesheim:
Heizzentrale Süd
71277 Rutesheim
Flst. 3227 mit angrenz. Flächen**

Auf der Steige 18
71287 Weissach
Tel.: 07044 / 97 49 - 41
Fax: 07044 / 97 49 - 42
info@gbi-weissach.de
<http://www.gbi-weissach.de>

**Baugrunderkundung mittels Schürfgruben,
Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung.
Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).**

Unsere Projekt-Nr.: 03523
Auftraggeber: Stadt Rutesheim
Leonberger Str. 15
71277 Rutesheim
Auftragsdatum: 04.12.2023 / 18.01.2024
Erkundungsdatum: 16.01.2023
Berichtsdatum: 13.02.2024
Textseiten: 59
Anlagen: 4 (27 Blatt einschl. Deckblätter)
Anhang: 1 (12 Blatt einschl. Deckblatt)
Datei: 03523 Rutesheim Heiz-Süd BG 240213e.pdf

Verteiler

(per E-Mail als pdf-Datei): - Stadt Rutesheim, Herr Sattler
- Ingenieurbüro für Bauwesen, Dipl.-Ing. (FH) Karen Bolkart
- gm architektur, Dipl.-Ing. (FH) Gabriele Müller
Behörden: - Landratsamt Böblingen, Bauen und Umwelt (Anlage 1 bis 3.0)
- Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 - Landesamt für Geologie, Rohstoffe
und Bergbau, Referat 91; LGRBanzeigeportal (Anlage 1 bis 3.0)

Inhaltsverzeichnis (59 Textseiten)

1. Veranlassung und Planungsstand	5
2. Verwendete Unterlagen	6
3. Geologisch-morphologischer Überblick	8
4. Vorarbeiten, Umfang der Untersuchungen	9
5. Untersuchungsergebnisse	11
5.1 Schichtaufbau	11
5.2 Wasserverhältnisse	16
5.3 Betonaggressivität	17
5.4 Abfallrechtliche Voreinstufung des Aushubmaterial	18
5.4.1 Oberboden	18
5.4.2 Verwitterungszone Oberer Muschelkalk	18
5.4.3 Fazit und Empfehlung für die Ausschreibung	19
5.5 Verwertungsmöglichkeiten des Aushubmaterials vor Ort.....	20
5.6 Homogenbereiche, Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300, Frost- und Witterungsempfindlichkeit	20
5.7 Erdstatische Kennwerte.....	25
6. Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung	27
6.1 Lage und Bezugshöhen der Anlagenteile, Bauwerkslasten	27
6.2 Baugrundbeurteilung	28
6.2.1 Allgemeines, Einschränkungen.....	28
6.2.2 Witterungsempfindlichkeit	28
6.2.3 Tragfähigkeit und Setzungsempfindlichkeit	29
6.2.4 Geologische Besonderheiten, Baugrundprüfung.....	30
6.3 Gründungsempfehlung	30
6.3.1 Erdbebenzone.....	31
6.3.2 Gründungshorizont.....	31

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

6.3.3	Gründungsbauteile, Bemessungswerte	32
6.3.4	Frostfreie Gründungstiefe, Schrumpfgefahr	35
6.3.5	Aufbau unter Bodenplatten, Höhenlage der Baugrubensohle	36
6.3.6	Gründungsempfehlung für einzelne Bauteile.....	37
6.3.6.1	Übersicht der Bauteile	37
6.3.6.2	BT1 bis BT2: Holzheizung, Aschegrube, Querförderer, Silo; Schornstein F1 SS HHZ.....	37
6.3.6.3	BT3: Wärmespeicher.....	39
6.3.6.4	BT4 bis 6: Trafo, BHKW, Gas-Übergabestation; Schornstein F2 SS BHKW.....	40
6.3.6.5	BT7: Rampe mit seitlichen Stützwänden	42
6.4	Herstellen von Tragschichten und Gründungspolstern	42
6.5	Fazit, Empfehlungen.....	44
7.	Besondere Hinweise zu Aushub- und Gründungsarbeiten	45
8.	Herstellen der Baugrube, Sicherungsmaßnahmen	46
8.1	Allgemeines	46
8.2	Mögliche Auswirkungen auf Nachbarbauwerke, Beweissicherung.....	48
8.3	Freie Böschungen.....	48
9.	Verkehrsflächen	50
10.	Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung, Bauwerksabdichtung	53
11.	Schlussbemerkungen	57
	Datenschutzerklärung	59

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung,
Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH

Anlagenverzeichnis (27 Blatt einschl. Deckblätter)

Übersichtslageplan M 1:5.000	Anlage 1
Lageplan M 1:250 mit Schnittlagen 1-1 bis 4-4: Lage der Schürfgruben mit Angaben zur - GOK: Ansatzhöhe der Schürfgrube - OK 2B: Tiefenlage der abgeschätzten Oberkante Schicht 2B - ET: erreichte Endtiefe der Schürfgrube	Anlage 2
Schichtenprofile S1 bis S4 (Übersicht) mit geplanter Unterkante der Bauteile	Anlage 3.0
Schematische geologische Baugrundschnitte: Schichtenprofile mit vereinfachter Projektion in verlängerte Schnittlagen 1-1 bis 4-4	Anlage 3.1 - 3.4
Chemische Laboruntersuchungen: Prüfberichte und Entnahmeprotokolle	Anlage 4

Anhang (12 Blatt einschl. Deckblätter)

LBA Luftbildauswertung GmbH (09.01.2024): Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung, Robert-Bosch-Straße, Bauvorhaben „Rutesheim Süd“ Rutesheim, Projekt-Nr.: 24.01.11-01. Erhalten per E-Mail am 09.01.2024 von der Stadt Rutesheim.	Anhang 1
---	----------

1. Veranlassung und Planungsstand

Die Stadt Rutesheim plant den Neubau der Heizzentrale Süd /U1/ in 71277 Rutesheim auf dem Flst. 3227 und angrenzenden Flächen (Anlage 1 und 2).

Mit Schreiben vom 04.12.2023 wurde die **GBI GEOTECHNIK UND BAUTECHNIK INGENIEURGESELLSCHAFT MBH** von der Stadt Rutesheim beauftragt, die auf der Baufläche anstehenden Baugrund- und Wasserverhältnisse durch eine Baugrunderkundung mittels vier Schürfgruben (Anlage 2) zu erheben und hinsichtlich der geplanten Baumaßnahme zu bewerten. Die zugehörigen Feldarbeiten wurden am 16.01.2024 ausgeführt.

Des Weiteren war im Zuge der Erkundungsmaßnahmen ursprünglich auch eine Beurteilung der Versickerungsfähigkeit mittels Versickerungsversuche der im Bereich der westlichen Grundstücksgrenze anstehenden Bodenverhältnisse vorzunehmen, um das dort geplante Entwässerungssystem festlegen zu können. Diese Untersuchungen konnten im Zuge der Baugrunderkundung aufgrund der andauernden Frostsituation nicht ausgeführt werden und wurden daher zurückgestellt. Nach Rücksprache mit der Stadt Rutesheim (Herr Sattler, 05.02.2024) sollen diese Untersuchungen zu einem späteren Zeitpunkt bei günstigen Witterungsverhältnissen nachgeholt und die Ergebnisse in einem separaten Bericht dokumentiert werden.

Eine Erweiterung des Auftrags erfolgte im Nachgang der Baugrunderkundung mit Schreiben vom 18.01.2024 zur Durchführung chemischer Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung von Bodenmaterial, welches aus den Schürfgruben entnommen wurden. Ergänzend wurden Untersuchungen zur Betonaggressivität beauftragt.

Planungsstand

Für die am 16.01.2024 ausgeführten Feldarbeiten lagen unserem Büro insbes. der Lageplan /U1/ zum geplanten Neubau, der Höhenplan /U2/ zum Baugrundstück, die Ergebnisse zur Luftbildauswertung /U3/ und der Absteckplan der Schürfgruben /U6/ vor.

Mitteilung von Zwischenergebnissen, fachliche Abstimmungen, weitere Unterlagen

Wesentliche Ergebnisse zur ausgeführten Baugrunderkundung und den dabei angetroffenen Untergrundverhältnisse wurden telefonisch am 31.01.2024 an **GM ARCHITEKTUR**, Frau Dipl.-Ing. (FH) Müller und am 01.02.2024 an das **INGENIEURBÜRO BOLKART**, Frau Dipl.-Ing. (FH) Bolkart mitgeteilt.

Für die weiteren Auswertungen hinsichtlich der Bauwerksgründung wurde unserem Büro am 31.01.2024 die Entwurfsplanung /U7/ (Projekt-Nr. bm2303; Stand: 26.01.2024) vorgelegt.

Wie im Zuge der o.g. Abstimmungsgespräche vereinbart, wurden mit diesen Informationen die in den Schürfgruben angetroffenen Schichtlagerungsverhältnisse ergänzend mit den einzelnen Bauteile der geplanten Heizzentrale lage- und höhengenaue in den einzelnen Schnittlagen der Entwurfsplanung /U7/ dargestellt (siehe Anlage 3.1 bis 3.4). Eine Übersicht (Anlage 3.0) wurde als Vorabzug 09.02.2024 versandt.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Am 08.02.2024 wurde unserem Büro ein Lastenplan mit überschlägig ermittelten Lasten /U8/ übersandt. Nach weiteren fachlichen Abstimmungen wurde seitens des **INGENIEURBÜROS BOLKART** dem Gründungssystem „Flächengründung“ zugestimmt.

Zuletzt wurde unserem Büro am 10.02.2024 der Lastenplan /U9/ mit ergänzten vorläufigen Aushubsohlen vorgelegt. Hierbei enthaltene Angaben wurden von unserem Büro nicht geprüft. Der Plan ist gemäß den Inhalten des vorliegenden Gutachtens in der Gesamtschau und insbes. gemäß den Inhalten des Kapitels 6.4 zur Herstellung von Tragschichten und Gründungspolster vom Ersteller fortzuschreiben. Dabei sind auch die weiteren Empfehlungen im Kapitel 6.5 zu berücksichtigen.

Empfehlung: Das vorliegende Gutachten dient zur Optimierung des Gründungssystems und als Grundlage für die Ausführungsplanung, insbes. hinsichtlich der bautechnischen Maßnahmen zur Bauwerksgründung und zum Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung und zur Bauwerksabdichtung. Die Inhalte des Gutachtens basieren auf den in Kapitel 2 genannten Unterlagen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass das Gutachten nur ungekürzt und in seiner Gesamtheit einschl. aller Anlagen gültig ist. Ergänzend sind hier die Anforderungen der weiteren beteiligten Fachplaner zu berücksichtigen und die Inhalte und Vorschriften des zugehörigen Bebauungsplans, der Baugenehmigung sowie ggf. weitere behördliche Vorgaben einzuhalten.

Bei einer Änderung der Entwurfsplanung /U7/ und insbes. der dort verzeichneten Lage und genannten Bezugshöhen der einzelnen Bauteile sowie der Bauwerkslasten /U8/ /U9/ ist eine Überprüfung der geotechnischen Belange durch den Unterzeichnenden vornehmen zu lassen.

2. Verwendete Unterlagen

Folgende Projektunterlagen wurden für die Erstellung des vorliegenden Gutachtens verwendet:

- /U1/ Stadt Rutesheim (24.11.2023): vorläufiger Lageplan Heizzentrale Süd, M 1:500, erstellt am 16.10.2023, geändert 24.11.2023.
- /U2/ Duppel GbR, Ing.büro für Vermessung: Höhenplan 4, M 1:200, Auftr.Nr. 23158, gemessen 26.07.-24.08.2023, gefertigt 28.08.2023.
- /U3/ LBA Luftbildauswertung GmbH (09.01.2024): Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung, Robert-Bosch-Straße, Bauvorhaben „Rutesheim Süd“ Rutesheim, Projekt-Nr.: 24.01.11-01. Erhalten per E-Mail am 09.01.2024 von der Stadt Rutesheim.
- /U4/ Ingenieurbüro für Bauwesen, Dipl.-Ing. (FH) Karen Bolkart (09.01.2024): Lageplan „Einmesspunkte Geologe“. Erhalten per E-Mail am 09.01.2024 von der Stadt Rutesheim.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

- /U5/ Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH (09.01.2024): Lageplanskizze mit Abstimmung zu /U4/ und Änderung der Lage der nordwestlich gelegenen Schürfgrube S4.
- /U6/ Duppel GbR, Ing.büro für Vermessung: Absteckplan vom 11.01.2024, Schürfgruben, M 1:100, Auftr.Nr. 23158.
- /U7/ gm architektur: Entwurfsplanung Projekt-Nr. bm2303, 26.01.2024, Plannr. 3/90 (Vorabzug), 3/100, 3/101, 3/102. Erhalten am 31.01.2024.
- /U8/ Ingenieurbüro für Bauwesen, Dipl.-Ing. (FH) Karen Bolkart (08.02.2024): Projekt-Nr. bm2303, Plan-Nr. L1, M 1:100: Lastenplan für Vordimensionierung Gründung. Erhalten per E-Mail am 08.02.2024.
- /U9/ Ingenieurbüro für Bauwesen, Dipl.-Ing. (FH) Karen Bolkart (09.02.2024): Projekt-Nr. bm2303, Plan-Nr. L1, M 1:100: Lastenplan für Vordimensionierung Gründung. Erhalten per E-Mail am 10.02.2024.

Ergänzend wurden folgende Unterlagen verwendet:

- /U10/ Geologische Karte von Baden-Württemberg - GeoLa (M 1:50.000).
- /U11/ Geologische Karte von Baden-Württemberg: 7119 Weissach (M 1:25.000). Ausgabe 1961.
- /U12/ Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH (06.03.2019): Projekt-Nr. 00319: Stadt Rutesheim: Neubau Hort im Schulzentrum, 71277 Rutesheim, Robert-Bosch-Str. 31, Flst. 3190: Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Aktenvermerk AV1 (22.01.2020) und AV2 (05.02.2020): Baustellentermine.
- /U13/ Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV vom 12.07.1999, zuletzt geändert 19.06.2020). Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung tritt am 01. August 2023 in Kraft (siehe MantelVO /U15/).
- /U14/ VwV Boden (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007 - Az.: 25-8980.08M20 Land/3 -). Geltungsdauer verlängert bis 31.07.2023. Ersetzt ab 01.08.2023 durch MantelVO /U15/.
- /U15/ Mantelverordnung (Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung des Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung). Bundeseinheitlich gültig ab 01.08.2023.
- /U16/ ZTV E-StB: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (Ausgabe 2017). Sowie Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erdbau, Felsbau, Landschaftsschutz. 5. Auflage. Ausgabe 2019.
- /U17/ RStO: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Ausgabe Dezember 2012.

/U18/ ZTV-Pflaster: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Ausgabe 2020.

3. Geologisch-morphologischer Überblick

Lage des Grundstücks

Das Untersuchungsgelände des geplanten Neubaus „Heizzentrale Süd“ liegt am südwestlichen Ortsrand der Stadt Rutesheim und hier südwestlich des Schulzentrums mit dem Neubau Hort ([Anlage 1](#)) und ist ca. ca. 100 m von der weiter südlich gelegenen Kläranlage entfernt.

Zum Zeitpunkt der Erkundung wurde das Baufeld als Grün- und Ackerfläche genutzt und war durch die vorangegangenen Niederschläge schneebedeckt und zuoberst durch andauernden Frost gefroren.

Nach dem vorgelegten Höhenplan /U2/ fällt das Gelände von ca. 435,9 m ü. NN (entlang des östlichen Grundstücksgrenze, befestigter Weg) in westlicher Richtung auf ca. 431,2 m ü. NN ab, wo sich an der Grundstücksgrenze Gebüsch befindet.

Geologie

Nach der Geologischen Karte GeoLa /U10/ sind im Bereich des Baufeldes als natürlicher Untergrund die Schichten des Oberen Muschelkalks (Trigonodusdolomit, Meißner-Formation) zu erwarten, die im oberen Bereich eine Verwitterungszone aufweisen können. Großräumig sind als mögliche überlagernde Schichten und in westlicher Richtung in der Tallage holozäne Abschwemmassen zu nennen. In der Geologischen Karte /U11/ (ältere Fassung) sind im näheren Umfeld ergänzend „dünne, im allgemeinen weniger als 1 m mächtige Decken von steinfreiem Lehm“ verzeichnet. Dabei lassen sich aus den Geologischen Karten die kleinräumig auf dem Baufeld vorhandenen Bodenverhältnisse nicht im Detail ableiten.

Im Bereich des Oberen Muschelkalks können örtlich Verkarstungserscheinungen in unterschiedlichem Umfang nicht ausgeschlossen werden. Hierzu zählen korrosiv erweiterte Klüfte, Spalten oder Hohlräume, die meist mit eingeschwemmtem bindigem Bodenmaterial verfüllt sind.

Wasserschutzgebiet

In wasserwirtschaftlicher Hinsicht befindet sich das Baufeld in keinem Wasserschutzgebiet.

4. Vorarbeiten, Umfang der Untersuchungen

Maßnahmenanzeige

beim LGRB (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Baden-Württemberg)

nach dem GeolDG (Geologiedatengesetz) sowie beim Landratsamt Böblingen, Bauen und Umwelt

Die nach dem GeolDG geforderte Anzeige der geologischen Untersuchung beim LGRB erfolgte durch unser Büro am 07.12.2023 digital über das LGRBBohrdatenportal. Die Eingangsbestätigung mit der ID-Nr. 991 ging am 08.12.2023 mit der Auflage ein, die gewonnenen Fachdaten spätestens nach 3 Monaten über das LGRBanzeigeportal zu übermitteln.

Ergänzend wurden am 07.12.2023 die geplanten Maßnahmen der Baugrunderkundung (Schürfgruben) und Versickerungsversuche beim Landratsamt Böblingen, Bauen und Umwelt angezeigt. Die Entscheidung zur Durchführung der Maßnahmen erfolgte mit Schreiben vom 16.12.2023 mit Auflagen. Die dort geforderte Beginnanzeige der Arbeiten wurde durch unser Büro am 10.01.2024 versandt.

Luftbildauswertung zur Kampfmittelfreiheit

Eine im Vorfeld der Baugrunderkundung (Feldarbeiten) vorgenommene Luftbildauswertung /U3/ (siehe Anhang 1), welche unserem Büro am 09.01.2024 vorgelegt wurde, lieferte folgendes zusammenfassendes Ergebnis (*Zitat*):

„Die Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung aus dem Zweiten Weltkrieg liefert keine Hinweise auf eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von im Boden verbliebenen Kampfmitteln im Untersuchungsgebiet. Nach unserem jetzigen Kenntnisstand können die geplanten Erkundungs- und Bauarbeiten für das Bauvorhaben ohne weitere Auflagen durchgeführt werden. Diese Aussagen können nicht als Garantie für die absolute Kampfmittelfreiheit des Untersuchungsgebiets gewertet werden. Sie beziehen sich ausschließlich auf das dargestellte Untersuchungsgebiet und gelten für den Zeitraum des beschriebenen Bauvorhabens.“

Festlegung der Erkundungspunkte

Die Festlegung der Ansatzpunkte der vier Schürfgruben erfolgte auf der Grundlage des Vorschlags des betreuenden Ingenieurbüros für Bauwesen, Dipl.-Ing. (FH) Karen Bolkart /U4/. Durch unser Büro /U5/ wurde eine Abrückung der Lage der im Bereich des geplanten Wärmespeichers angesetzten Schürfgrube S4 (Anlage 2) vorgenommen, um eine Störung des im möglichen Lastabtragungsbereich des dort befindlichen Behälters und der dort noch unbekanntes Baugrundverhältnisse möglichst gering zu halten.

Absteckung der Schürfgruben

Die Absteckung der Schürfgruben S1 bis S4 und die jeweilige Aufnahme der Geländeoberkante erfolgte am 11.01.2024 durch das Ingenieurbüro für Vermessung, Duppel GbR /U6/.

*Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung,
Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).*

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Ausgeführte Feldarbeiten

Als bauseitige Leistung wurden am 16.01.2024 zur Erkundung der auf dem Baufeld vorhandenen Untergrundverhältnisse die Schürfgruben S1 bis S4 angelegt. Die Lage der ausgeführten Schürfgruben und jeweils zugehörige Ansatzhöhe ist in der Anlage 2 verzeichnet.

Die Herstellung und das Wiederverschließen der vier Gruben erfolgte durch die Firma Kilper Erdbau & Transporte, Rutesheim mit einem Radbagger Liebherr 904, der mit einem Tieflöffel mit Zähnen ausgerüstet war.

Die in den Schürfgruben angetroffenen Bodenschichten wurden nach ingenieurgeologischen und geotechnischen Gesichtspunkten durch einen Geologen unseres Büros in Anlehnung an DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689 aufgenommen. Die Bodenansprache wurde durch manuelle Feldversuche ergänzt.

Eine Übersicht der zugehörigen Schichtenprofile liegt als Anlage 3.0 bei. Ergänzend wurden schematische geologische Baugrundschnitte erstellt, welche als Anlagen 3.1 bis 3.4 dargestellt (vereinfachte Projektion der Schichtenprofile in die Schnittlagen 1-1 bis 4-4 der Entwurfsplanung /U7/).

In Abstimmung mit der Stadt Rutesheim (Herr Sattler, 12.01.2024) wurden im Zuge der Feldarbeiten aus den Schürfgruben Bodenmischproben für chemische Laboruntersuchungen entnommen, die zur Voreinstufung des Verwertungs- bzw. Entsorgungswegs des später anfallenden Aushubmaterials dienen (siehe nachfolgender Abschnitt).

Nach Abschluss der Arbeiten wurden die Schürfgruben S1 bis S4 wieder lagenweise mit dem Aushubmaterial ohne eine besondere qualifizierte Verdichtung verfüllt.

Chemische Laboruntersuchungen

Erfahrungsgemäß können die Schichten des Oberen Muschelkalks bereichsweise geogene Inhaltsstoffe aufweisen, deren Konzentration die Zuordnungswerte für unbelastetes Aushubmaterial übersteigen und somit relevant bei der Verwertung und Entsorgung von Aushubmaterial und dessen Anlieferung bei einer Deponie werden. Auch können nach dem Informationssystem der LUBW für die angetroffenen Schichten zementangreifende Faktoren zum Tragen kommen.

Unser Büro wurde daher am 17.01.2024 von der Stadt Rutesheim zur Durchführung chemischer Laboruntersuchungen beauftragt, um eine abfallrechtliche Voreinstufung des Bodenmaterials hinsichtlich der zu erwartenden Verwertung und Entsorgung von Aushubmaterial und hinsichtlich der Betonaggressivität (betontechnologische Einstufung) vornehmen zu können. Die chemischen Untersuchungen wurden durch das akkreditierte Labor Analytik-Team GmbH, 70736 Fellbach-Oeffingen ausgeführt. Die zugehörigen Prüfbe-

richte und Entnahmeprotokolle liegen als Anlage 4 bei. Eine Bewertung der chemischen Analysenergebnisse erfolgt in Kapitel 5.4.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass alle im Zuge der Erkundung entnommenen Proben nach Abgabe des Gutachtens zunächst 4 Wochen aufbewahrt und danach, sofern keine gegenteilige schriftliche Mitteilung seitens des Auftraggebers erfolgt, ohne weitere Ankündigung vollständig entsorgt werden. Sofern solche Untersuchungen gewünscht werden, bitten wir daher um eine entsprechende frühzeitige Mitteilung.

Verteilung der Erkundungsergebnisse

Der Verteiler findet sich auf dem Deckblatt des vorliegenden Gutachtens.

5. Untersuchungsergebnisse

5.1 Schichtaufbau

Die im Baufeld anstehende Baugrundsituation wird nachfolgend durch die bei der Ausführung der Schürfgruben S1 bis S4 am 16.01.2024 aufgeschlossenen Bodenschichten beschrieben. Die Lage der Bezugspunkte dieser vier Aufschlüsse ist im Lageplan (Anlage 2) verzeichnet. Ergänzend werden dort für die jew. Schürfgrube die Ansatzhöhe, die Tiefenlage der abgeschätzten Oberkante der höher tragfähigen Schicht 2B (siehe nachfolgende Ausführungen) und die erreichte Endtiefe angegeben.

Der in den Schürfgruben S1 bis S4 angetroffene Schichtaufbau wurde unter Angabe der jeweiligen Schichtunterkante (m ü. NN) und einer Kurzbeschreibung in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Folgende Schichten wurden (von oben nach unten) aufgeschlossen:

- Schicht 1: Oberboden
- Schicht 2: Verwitterungszone des Oberen Muschelkalks (Trigonodusdolomit, Meißner-Formation)
 - § Schicht 2A: vollständig bis stark verwittert, inhomogene Zusammensetzung (Schluff, sandig, schwach tonig bis tonig, kiesig, Steine, einz. Blöcke)
 - § Schicht 2B: schwach bis mäßig verwittert, geklüftet, geschichtet (Dolomitstein und teilweise Kalkstein in S3, S4)

Die **Höhenlage von Schichtgrenzen** unterliegt **naturgemäß Schwankungen**. Abweichungen gegenüber den Angaben in der Tabelle 1 sind daher möglich. Unter der Schicht 1 (Oberboden) wurde in den vier Schürfgruben der Obere Muschelkalk und hier das oberste Schichtglied, der sogenannte „Trigonodusdolo-

mit“, als Verwitterungszone angetroffen. Aufgrund des unterschiedlich ausgeprägten Verwitterungsstands sind unterschiedliche geomechanische Eigenschaften zu erwarten, welche sich insbesondere auf die Lösbarkeit und Tragfähigkeit dieser Schichten auswirken. **Anhand des Grabwiderstands des eingesetzten Baggers, der Verteilung bindiger Anteile und der „Korn“zusammensetzung nach dem Lösen kann im vorliegenden Fall eine grobe Einteilung in die Teilschichten 2A und 2B vorgenommen werden.**

Organoleptische Auffälligkeiten wurden in den vier direkten Aufschlüssen bis zur jeweils ausgeführten Endtiefe nicht festgestellt.

Konsistenzangaben der bindigen Bodenanteile gelten zum Zeitpunkt der Erkundungsmaßnahme. Die Konsistenz unterliegt dabei auch jahreszeitlichen Schwankungen (Zu- oder Abnahme des Wassergehalts). Eine differenzierte und abgesicherte Angabe zu flächenhaften bzw. lateralen Ausdehnung der angegebenen Konsistenzbereiche kann aufgrund der lediglich punktuell ausgeführten Aufschlüsse naturgemäß nicht gemacht werden.

Erreichte Grabtiefen: Die Grabarbeiten wurden wegen fehlender Lösbarkeit bei den jeweils angegebenen Endtiefen abgebrochen. Ein weiterer Aushub war aufgrund des geringen Durchtrennungsgrads der Dolomitsteine und der Verkantung der Kluffkörper, wie sie an der Sohle der Schürfgruben angetroffen wurden, nicht möglich.

Die vier angelegten Schürfgruben erreichten mit dem eingesetzten Bagger Endtiefen von lediglich 1,7 m (S2) und zwischen 2,3 m bis 2,6 m (S1, S3, S4). Ein weiterer Aushub war wegen der Bankigkeit bzw. dem Durchtrennungsgrad und Antreffen von Blöcken an der jew. Schürfgrubensohle nicht möglich. In der Schürfgrube S2 war zudem durch die oberflächennah eingelagerten Blöcke ein Ausbrechen und Nachfall der seitlichen Grubenwände vorhanden, die zu einer starken Vergrößerung der Schürfgrube an der Geländeoberfläche führte. Die Abmessungen der Schürfgruben (Länge x Breite an der Geländeoberfläche) kann mit ca. (2,7-3,0) m x (0,8-1,6) m angegeben werden.

Wie aus der Anlage 3.0 hervorgeht, lag die erreichte Schürfgrubensohle S2 noch geringfügig oberhalb der projektierten UK Bodenplatte des Bauteils BT1 (Holzheizung), die Sohle der Schürfgruben S1 und S3 noch darunter. Die Sohle der Schürfgrube S4, welche dem geplanten Wärmespeicher (Bauteil BT3) zugeordnet werden kann, lag rund 1,9 m unterhalb der geplanten Unterkante des Speichers. Die im Bereich der geplanten Aschegrube (BT1.1: tiefster Gründungsbereich) angesetzte Schürfgrube S3 konnte lediglich bis zu einer Tiefe von 430,85 m ü. NN ausgeführt werden, wobei hier Dolomit- und Kalksteine (Schicht 2B) ausgehoben wurden, und endete noch rund 1,3 m oberhalb der projektierten Unterkante der Aschegrube.

Schichtunterkante der angetroffenen Bodenschichten (bezogen auf Geländeoberkante bzw. in m ü. NN)			
Schürfgruben, Ansatzhöhe [m ü. NN]	Oberboden	Verwitterungszone Oberer Muschelkalk	
		vollständig bis stark verwittert; inhomogene Zusammensetzung	schwach bis mäßig verwittert; geklüftet, geschichtet, bindige Zwischenmittel
	(Schicht 1)	(Schicht 2A)	(Schicht 2B)
Bodenart	Schluff, tonig, sandig, kiesig bis Kies (Dolomitstein), Feinwurzeln.	Schluff, schwach tonig bis tonig, sandig, kiesig, Steine, Blöcke.	Dolomitstein, geklüftet, geschichtet; Kalkstein bei S3 2,2-2,3 m, S4 2,0-2,3 m, jew. bis Endtiefe. Nach Lösen: überwiegend Steine, Blöcke, Kluffüllungen.
Schichtmächtigkeit	0,15 m		sehr dünn bis mittel (20-600 mm)
Konsistenz bindiger Anteile	gefroren	steif; steif/halbfest	
Kluffüllungen			schluffig, tonig, cm-Dicke, weich bis steif
Besonderheiten		Geologisch bedingte lokale Verkarstungserscheinungen möglich. Überprüfung nach flächigem Baugrubenaushub empfohlen.	
Hinweis auf Staunässe			S4: auf Flächen tw. nass
Angetroffene Wasserverhältnisse		kein freies Wasser bis zur jew. Endtiefe angetroffen.	
Einaxiale Druckfestigkeit ¹⁾			mäßig hoch bis sehr hoch
nach Lösen: maximale Stein- bzw. Blockgröße		S1: 25 x 25 x 15 cm S3: 15 x 15 x 10 cm S4: 20 x 11 x 10 cm	S2: 50 x 27 x 21 cm S3: 42 x 26 x 20 cm S4: 30 x 20 x 8 cm
S1 434,35	- 0,15 434,20	- 2,60 431,75	kein weiterer Aushub möglich; Übergang auf Schicht 2B ?
S2 434,69	- 0,15 434,54	nicht angetroffen bzw. Schicht- grenze nicht abgrenzbar	- 1,70 432,99
S3 433,15	- 0,15 433,00	- 1,20 431,95	- 2,30 430,85
S4 432,06	- 0,15 431,91	- 1,10 430,96	- 2,30 429,76

Tabelle 1: Jeweilige Schichtunterkante und Kurzbeschreibung der angetroffenen Bodenschichten

kursiv = Endtiefe. In den langgestreckt angelegten Schürfgruben S1 bis S4 war wegen der Bankgeometrie, hoher Festigkeit bzw. geringem Durchtrennungsgrad kein weiterer Aushub mit dem eingesetzten Bagger mit Tieflöffel möglich.

¹⁾ nach DIN EN ISO 14689 (Benennung durch Handprüfung)

Beim „punktuellen“ Aushub der Schürfgruben wurden bis zur jeweiligen Endtiefe Blöcke (Bezeichnung nach EN ISO 14688/14689-1: Kantenlänge von > 200 bis 630 mm) mit Kantenlängen von bis zu 50 cm angetroffen (siehe Tabelle 1, Anlage 3.0-3.4). Bei der Herstellung der Baugrube und dem Aushub bis zur geplanten Baugrubensohle, welche noch unterhalb der ausgeführten Schürfgrubensohlen liegt, können auch Blöcke mit größeren Abmessungen (sogenannte große Blöcke, Kantenlänge > 630 mm) und eine größere Schichtmächtigkeit nicht ausgeschlossen werden. Beim Aushub kann der Einsatz eines Felsmeißels erforderlich werden.

Im Bereich des Oberen Muschelkalks können geologisch bedingt örtlich **Verkarstungserscheinungen** in unterschiedlichem Umfang nicht ausgeschlossen werden. Hierzu zählen korrosiv erweiterte Klüfte, Spalten oder Hohlräume, die meist mit eingeschwemmtem bindigem Bodenmaterial verfüllt sind. Zur Überprüfung der im Gründungsbereich anstehenden Verhältnisse, u.a. im Hinblick auf eventuell vorhandene Störzonen und Verkarstungserscheinungen, wird eine Begutachtung nach Fertigstellung des Aushubs und noch vor einer Überschüttung der Aushubfläche durch den hier Unterzeichnenden empfohlen.

Schichtenprofile: Eine Übersicht mit den vier Schichtenprofilen S1 bis S4 liegt als Anlage 3.0 bei. Zur Orientierung wurde in diese Darstellung eine tabellarische Zusammenstellung zu den einzelnen Bauteilen der vorgelegten Entwurfsplanung /U7/ mit Stand vom 26.01.2024 („Übersicht Bauteile“) aufgenommen und die jew. Unterkante Bodenplatte verzeichnet.

Baugrundschnitte: Ergänzend wurden schematische geologische Baugrundschnitte für die in der Entwurfsplanung enthaltenen Schnittlagen 1-1 bis 4-4 erstellt, welche in überhöhter Darstellung als Anlage 3.1 bis 3.4 beiliegen. Hierbei ist zu beachten, dass zur vereinfachten Darstellung der Untergrundverhältnisse die Schichtenprofile der Schürfgruben zunächst mittels Projektion in den jeweiligen verlängerten Schnitt (Anlage 2) übertragen wurden. Zusätzlich wurden in diesen Darstellungen lage- und höhengenaue einzelne Bauteile verzeichnet („Übersicht Bauteile“).

Aufgrund dieser vorgenommenen vereinfachten Projektion können die Baugrundschnitte lediglich einen groben Überblick zum Schichtaufbau geben und es ist explizit darauf hinzuweisen, dass im flächigen Anschnitt Abweichungen der hier dargestellten Schichtgrenzen möglich sind, welche auch durch natürliche Schwankungen beeinflusst sind.

Die einzelnen Schichten können wie folgt beschrieben werden:

Schicht 1: Oberboden

In den Schürfgruben S1 bis S4 wurde der durchwurzelte Oberboden mit einer Mächtigkeit von ca. 0,15 m aufgeschlossen. Der Oberboden ist als toniger, sandiger, kiesiger Schluff einzustufen, der auch höhere

Kiesanteile (Dolomitstein) enthielt. Zum Zeitpunkt der Erkundung war der Oberboden gefroren und somit keine Feldansprache der Konsistenz möglich.

Schicht 2: Verwitterungszone des Oberen Muschelkalks (Trigonodusdolomit)

Unter der Schicht 1 (Oberboden) wurde in den vier Schürftgruben der Obere Muschelkalks und hier das oberste Schichtglied, der sogenannte „Trigonodusdolomit“, als Verwitterungszone angetroffen. Aufgrund des unterschiedlich ausgeprägten Verwitterungszustands sind unterschiedliche geomechanische Eigenschaften zu erwarten, welche sich insbesondere auf die Lösbarkeit und Tragfähigkeit dieser Schichten auswirken. Dabei kann in den beiden Schürftgruben zwischen den nachfolgend beschriebenen Schichten 2A und 2B unterschieden werden.

Schicht 2A: vollständig bis stark verwittert;

Schluff, schwach tonig bis tonig, sandig, kiesig, Steine/Blöcke

Das ursprünglich dolomitische Festgestein ist zuoberst entfestigt und liegt infolge der Verwitterung zunächst als sandiger, schwach toniger bis toniger Schluff vor. Da die Verwitterung das Ausgangsgestein nicht vollständig zersetzt hat, finden sich hier heterogen verteilt Steine, Kiese und z.T. Blöcke aus Festgestein in unterschiedlichem Maße, eingebettet in die bindige Matrix. Daher kann die Kornzusammensetzung eine große Bandbreite aufweisen. Zum Zeitpunkt der Erkundung wurde anhand der Feldansprache für die bindigen Anteile eine schwankende Konsistenz zwischen steif bis steif/halbfest bestimmt.

Nach Erfahrungen ist das bindige Verwitterungsmaterial des Trigonodusdolomit vorwiegend als leicht- bis mittelplastischer Ton (TL, TM) einzustufen.

Eine genaue Abgrenzung einzelner Verwitterungsbereiche (Zusammensetzung, Konsistenz, etc.) ist in der Regel nicht möglich. Übergänge sind naturgemäß als fließend zu bezeichnen. Wie bereits beschrieben, wurden im vorliegenden Fall die in der Tabelle 1 angegebenen Schichtgrenzen (Schicht 2A/2B) anhand des Grabwiderstands des Baggers und der Zusammensetzung des Aushubmaterials nach dem Lösen bei der Ausführung der Schürftgruben S1 bis S4 festgelegt.

Schicht 2B: schwach bis mäßig verwittert;

geklüfteter, geschichteter Dolomit- und Kalkstein, bindige Zwischenmittel

Die bergseitig ausgeführte Schürftgrube S1 reichte bis in eine Endtiefe von 2,60 m unter Gelände, wobei hier das Aushubmaterial der Schicht 2A zuzuordnen war (siehe Anlage 3.0). An der Sohle war dann kein weiterer Aushub möglich. Inwieweit es sich hierbei abgesichert um den Übergang auf die Schicht 2B handelt, kann nicht angegeben werden.

In der weiter südlich bergseitig angelegten Schürftgrube S2 hingegen, setzte direkt unter dem Oberboden Dolomitstein ein, der nach dem Lösen überwiegend als Blöcke und Steine vorlag. Wegen dem Aus- und

Nachbrechen sowie Nachfall der seitlichen Grubenwände wurden die Grabarbeiten bei einer Aushubtiefe von 1,7 m abgebrochen (Abmessungen an der Geländeoberfläche: 2,7 m x (1,2-1,6 m)). Der in der Schürfgube S2 aufgeschlossene Dolomitstein wurde der Schicht 2B zugeordnet.

In den weiter westlich und eher talseitig ausgeführten Schürfguben S3 und S4 setzte die Schicht 2B bei rd. 1,2 m und 1,1 m unter Gelände ein (entspricht: ~431,95 bzw. ~430,96 m ü. NN). Mit dem eingesetzten Bagger konnte der klüftig und geschichtet anstehende Dolomitstein und Kalkstein in den genannten Schürfguben bis zur Endtiefe von jeweils rd. 2,3 m (S3, S4) gelöst werden. Die Schichten des Muschelkalks setzen sich unterhalb der jeweiligen Schürfgubenendtiefe noch bis in größerer Tiefe fort, wobei ein Lösen hier erschwert sein kann (ggf. auch große Blöcke).

Nach dem Lösen des Dolomit- und Kalksteins in den drei Schürfguben (S2 bis S4) lagen meist Steine und Blöcke vor, deren maximale Abmessungen mit 50 cm x 27 cm x 21 cm (S2) angegeben werden kann. Bindiges Material fiel dabei untergeordnet an. Es handelte sich hier um tonige, schluffige Kluffüllungen und Zwischenlagen bis zu cm-Dicke, welche in der Schürfgube S2 mit weicher Konsistenz vorlagen. In den Schürfguben S3 und S4 wurde anhand des Feldversuchs eine günstigere Konsistenz im Bereich steif festgestellt. Die Flächen des nach dem Lösen zerlegten Grobkorns waren in der Schürfgube S4, welche dem Pufferspeicher zuzuordnen ist, teilweise nass.

Nach den vorgenommenen Feldversuchen ist der erwähnte Dolomit- und Kalkstein als mäßig hart bis sehr hart einzustufen. Die aufgeschlossene Schichtmächtigkeit kann mit 30 bis 210 mm angegeben werden und ist als sehr dünn bis mittel (20 bis 600 mm) zu bezeichnen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass im flächigen Anschnitt der Baugrube Abweichungen von den o.g. Einstufungen, u.a. aufgrund des Durchtrennungsgrads, nicht gänzlich ausgeschlossen werden können. D.h. größere Schichtmächtigkeiten (dick), aber auch ein schwankender Übergang der Höhenlage hinsichtlich der in Tabelle 1 genannten Schichtgrenzen (Schicht 2A/2B) sind möglich.

In den vier punktuell ausgeführten Schürfguben ergaben sich bis zur jeweiligen Endtiefe zwar keine Hinweise auf **Verkarstungserscheinungen**. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass solche beim flächigen Anschnitt der Baugrube angetroffen werden. Es wird daher eine Begutachtung der Böschungs- und Planumsflächen nach dem Aushub durch den Unterzeichnenden empfohlen.

5.2 Wasserverhältnisse

In wasserwirtschaftlicher Sicht befindet sich das Baufeld in keinem rechtskräftig festgelegten Wasserschutzgebiet.

In den Schürfgruben S1 bis S4 wurde zum Zeitpunkt der Erkundung am 16.01.2024 kein freies Wasser bis zur jeweils ausgeführten Endtiefe (S1: 2,6 m; S2: 1,7 m; S3, S4: 2,3 m) angetroffen. Die teilweisen nassen Flächen des zerlegten Dolomitsteins (nach Lösen) im Bereich der Schürfgrube S4, welche hinsichtlich der Lage dem geplanten Wärmespeicher (Bauteil BT3) zuzuordnen ist, weisen auf das zeitweise Vorhandensein von Schicht- und Sickerwasser hin. Ein zusammenhängender Grundwasserleiter ist erst in größerer Tiefe und deutlich unterhalb der geplanten Gründungssohlen zu erwarten.

Für die Schicht 2A ist aufgrund der vorwiegend bindigen Anteile von einer eher geringen Durchlässigkeit auszugehen. Die Durchlässigkeit der Schicht 2B muss als schwankend eingestuft werden, da diese vom tatsächlichen Durchtrennungsgrad und den bindigen, gering durchlässigen Kluffüllungen und deren Verteilung bestimmt wird.

Hinsichtlich der Festlegung der Maßnahmen zur Bauwerkabdichtung (siehe Kapitel 10) muss für die erdeingebundenen Bauteile während der Dauerstandzeit mit dem Auftreten von Schichten- und Sickerwasser im Untergrund gerechnet werden.

Im Bereich der westlichen Grundstücksgrenze ist ein Entwässerungssystem zur Versickerung von Niederschlagswasser vorgesehen. Wie eingangs erwähnt, werden die zur Beurteilung der Versickerungsfähigkeit vorgesehenen Versickerungsversuche zu einem späteren Zeitpunkt bei günstigen Witterungsverhältnissen ausgeführt und die Ergebnisse in einem separaten Bericht dokumentiert.

5.3 Betonaggressivität

Nach dem Informationssystem der LUBW können für die Schichten des Oberen Muschelkalks zementangreifende Faktoren zum Tragen kommen. Da in den vier Schürfgruben bis zur jeweils ausgeführten Endtiefe kein freies Wasser angetroffen wurde, wurde eine Bodenmischprobe hinsichtlich der Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Nach dem beiliegenden Prüfbericht Nr. 2401074-2-3 (Anlage 4) ist die untersuchte Bodenmischprobe als „nicht angreifend“ einzustufen.

Probenbezeichnung, Entnahmestelle	Prüfbericht Nr. (Anlage 4)	Bewertung nach DIN 4030 (Betonaggressivität)
MP2-Muschelkalk (S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)	2401074-2-3	nicht angreifend

Tabelle 2: Bewertung der Bodenmischprobe MP2-Muschelkalk
hinsichtlich der Betonaggressivität nach DIN 4030

5.4 Abfallrechtliche Voreinstufung des Aushubmaterial

Sämtliche chemische Laboruntersuchungen sowie die zugehörige Herstellung der Laborproben erfolgten durch das akkreditierte Labor Analytik-Team GmbH, 70736 Fellbach-Oeffingen. Die Prüfberichte sowie die zugehörigen Entnahmeprotokolle liegen als Anlage 4 bei.

5.4.1 Oberboden

Der im Zuge der Erkundung am 16.01.2024 aus den vier Schürfgruben entnommene Oberboden wurde im chemischen Labor als Bodenmischprobe **MP1-Oberboden (S1-1 MP + S2-1 MP + S3-1 MP + S4-1 MP)** hinsichtlich der Vorsorgewerte (Metalle, organische Stoffe) der Bundes-Bodenschutz-Verordnung (Neufassung in MantelVO /U15/) untersucht und der pH-Wert und der TOC-Gehalt bestimmt (siehe Anlage 4: Prüfbericht-Nr. 2401074-1).

Nach den Prüfergebnissen werden die Vorsorgewerte der BBodSchV für Metalle (Anl. 1, Tab. 1) und für organische Stoffe (Anl. 1, Tab. 2) /U13/ eingehalten. Die Einstufung erfolgte für die Bodenart Lehm/Schluff und für ein Humusgehalt $\leq 8\%$. Der analytisch bestimmte TOC-Gehalt lag bei 1,2 M-% und der Humusgehalt bei 2,0 M-%.

5.4.2 Verwitterungszone Oberer Muschelkalk

Zur Voreinstufung von späterem Aushubmaterial des Oberen Muschelkalks (Schicht 2A, 2B) hinsichtlich der Verwertungs- und Entsorgungsmöglichkeiten wurden im Zuge der Erkundung Bodenmischproben aus den einzelnen Schürfgruben entnommen und chemische Laboruntersuchungen an einer Labor-Bodenmischprobe **MP2-Muschelkalk** nach Tab. 6.1 der VwV Boden /U14/ (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial) untersucht. Andererseits wurden weitere Untersuchungen vorgenommen, die eine Einstufung nach der MantelVO/ ErsatzbaustoffV /U15/ zulassen.

Bewertung (Tabelle 3): Sämtliche nach der VwV Boden untersuchte Parameter (Feststoff- und Eluatuntersuchungen) der Labormischprobe, welche aus der **Schicht 2A und 2B** entnommen wurde, befinden sich für die Bodenart Lehm/Schluff im Bereich des jeweiligen **Zuordnungswertes Z0**. Nach der MantelVO/ ErsatzbaustoffV /U15/ ergibt sich eine Einstufung in die **Klasse BM-0**. Relevante Parameter sind hier nicht zu nennen. Einzelne Werte liegen dabei noch unter der jeweiligen Nachweisgrenze.

Die Werte der zusätzlich untersuchten Parameter LHKW und BTEX (= AKW) im Eluat liegen dabei noch unter der jeweiligen Nachweisgrenze.

Probenbezeichnung, Entnahmestelle	Prüfbericht Nr. (Anlage 4)	Verwertung: VwV Boden /U14/	Verwertung: MantelVO / Ersatz- baustoffV /U15/
MP2-Muschelkalk (S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)	2401074-2 2401074-2-1	Z0	BM-0

Tabelle 3: Abfallrechtliche Einstufung der Analysenergebnisse der Bodenmischprobe (Schicht 2A+2B)

5.4.3 Fazit und Empfehlung für die Ausschreibung

Bei der Ausschreibung sind die aktuellen Vorschriften zu berücksichtigen.

Bei einer Verwertung des Oberbodens (Schicht 1) können weitere Untersuchungen je nach behördlichen Auflagen, z.B. nach der Bundesbodenschutzverordnung, erforderlich bzw. nicht ausgeschlossen werden.

Die anstehende Verwitterungszone des Oberen Muschelkalks (Schicht 2A, 2B) ist nach den Analysenergebnissen für die Bodenart Lehm/Schluff nach VwV /U14/ in die Zuordnungsklasse Z0 einzustufen. Nach der MantelVO /U15/, ergibt sich eine Einstufung in die Klasse BM-0.

In der Gesamtschau handelt es sich bei den im chemischen Labor untersuchten Proben zwar um Stichproben, jedoch können die Ergebnisse zur abfallrechtlichen Voreinstufung herangezogen werden. Im Zuge der Umsetzung der Baumaßnahmen kann in Abhängigkeit von den Annahmebedingungen der (Erd-)Deponie und u.a. in Abhängigkeit von den anfallenden Mengen die Notwendigkeit einer ergänzenden Deklarationsanalytik von Aushub nicht ausgeschlossen werden. Es wird empfohlen, hierzu frühzeitig entsprechende Abstimmungen zu führen. Hierbei kann noch vor der Verbringung auf eine Deponie eine Zwischenlagerung einzelner Bodenmaterialien und eine abschließende Haufwerksbeprobung erforderlich werden, wobei ggf. entsprechende Flächen für ein Zwischenlager einzuplanen sind. Behördliche Vorgaben sind dabei gesondert zu beachten.

Die Entsorgungskosten des späteren Aushubs sind abhängig von der abfallrechtlichen Einstufung. Im Hinblick auf eine Ausschreibung wird empfohlen, zu vereinbaren, dass Böden der Zuordnungsklasse Z0, Z0*IIIA und Z0* bzw. der Klasse BM-0 bis BM-0* ohne Preisaufschlag entsorgt werden. Wir empfehlen des Weiteren, in der Ausschreibung die jeweiligen Einheitspreise für alle weiteren Zuordnungs- und Deponie-klassen bzw. sämtliche Klassen nach der MantelVO/ErsatzbaustoffV sowie auch die Entsorgungskosten für Straßenaufbruch und Unterbau sowie Bauschutt vorab zu vereinbaren.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

5.5 Verwertungsmöglichkeiten des Aushubmaterials vor Ort

Oberboden (Schicht 1) ist abzuschleppen und bei einer später geplanten Wiederverwendung in Mieten fachgerecht zwischenzulagern, wobei hier vor Ort auf ausreichend vorhandene Platzverhältnisse zu achten ist.

Das beim Aushub weiterhin anfallende Bodenmaterial (Verwitterungszone Muschelkalk: Schicht 2A) ist aufgrund der zu erwartenden inhomogenen Zusammensetzung ohne zusätzliche Aufbereitungsmaßnahmen für einen verdichteten setzungsarmen Wiedereinbau nach qualifizierten Verdichtungsanforderungen nicht geeignet. Auch gilt dies für das in vorwiegend grober Stückigkeit anfallende Aushubmaterial des Dolomit- und Kalksteins (Schicht 2B). Auch hier ist ein verdichteter, hohlraumarmer Einbau ohne eine gezielte Aufbereitung (d.h. Kornzerkleinerung mittels Brecher auf eine güteüberwachte vorgegebene Körnungslinie) nicht möglich.

Im Bereich von Grünflächen werden gewisse Sackungen in der Regel in Kauf genommen. Unter befestigten Flächen und bei Arbeitsräumen, wo es auf eine setzungsarme Verfüllung ankommt, ist Fremdmaterial unter Beachtung der erdbautechnischen Regeln der ZTV E-StB mit geeignetem Gerät lagenweise verdichtet einzubauen. Bei Anschüttungen im Bereich angrenzender Bauwerke, etc. können dabei sogenannte Mitnahmesetzungen nicht ausgeschlossen werden.

Hinsichtlich der Verwertung und Entsorgung des Aushubs sind dabei die Inhalte der VwV „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“ /U14/ und der MantelVO/ErsatzbaustoffV /U15/ sowie die abfallrechtliche Voreinstufung des Aushubs in Kapitel 5.4 zu beachten. Ergänzend sind behördliche Vorgaben zu berücksichtigen.

5.6 Homogenbereiche, Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300, Frost- und Witterungsempfindlichkeit

Auftragsgemäß erfolgt die Einstufung der aufgeschlossenen Bodenschichten gemäß DIN 18 300 (Erdarbeiten) in Homogenbereiche (Ausgabe 09-2019) und nach Boden- und Felsklassen (Ausgabe 09-2012; alt). Ergänzend wurde die Einstufung nach der Frostempfindlichkeit gemäß ZTV E-StB /U16/ (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*) vorgenommen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die nachfolgend erläuterten Einstufungen auf lediglich vier direkten Aufschlüssen (Schürfgruben) beruhen, welche als Stichproben einzustufen sind. Abweichungen in späteren Aushubbereichen (z.B. S3: Lage im Bereich des geplanten Aschegrube), welche im Zuge der Erkundung nicht direkt aufgeschlossen werden konnten, sowie im flächigen Anschnitt von Baugruben im Rahmen der natürlichen geologischen Schwankungsbreiten, insbes. durch die mögliche Heterogenität der Verwitte-

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

rungszone, sowie in Fundament-, Leitungs-, Kanalgräben und ggf. vorhandenen früheren Geländemodellierungen können somit nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Homogenbereiche (Gewerk: Erdarbeiten nach DIN 18 300)

In der Regel können nichtbindige und bindige weiche bis halbfeste Böden, sofern sie keine großen Blöcke (> 630 mm) enthalten, zwar in einem Homogenbereich zusammengefasst werden. Im vorliegenden Fall sind jedoch folgende einschränkende Randbedingungen anzuführen:

Blöcke, große Blöcke: Nach DIN 18 300 (Ausgabe 09-2012) sind Felsarten, die einen mineralisch gebundenen Zusammenhalt, eine hohe Festigkeit haben und nur wenig verwittert sind, in die Klasse 7 einzustufen. Eine ausgeprägte Klüftigkeit bzw. Trennflächenabstand macht in der Regel eine Zuordnung in die Klasse 6 erforderlich. Beim Auftreten von großen Blöcken mit Größen über 630 mm, die sich bei einer entsprechend geringeren Klüftigkeit bzw. Trennflächenabstand ausbilden, wird eine Zuordnung in die Klasse 7 erforderlich.

Auch ist an dieser Stelle anzuführen, dass eine Festlegung von Homogenbereichen nach DIN 18 300, die sich durch Größe und Anteil von Steinen und Blöcken auszeichnen, somit nicht zuverlässig erfolgen kann, da Steine bis große Blöcke aufgrund der natürlichen bedingten Streuung heterogen verteilt sind und die Größe zudem vom Durchtrennungsgrad abhängig ist.

Wie bei den punktuell ausgeführten Erkundungsmaßnahmen mittels vier Schürfgruben festgestellt werden konnte, sind insbesondere im Aushubbereich der Verwitterungszone des Muschelkalks im geklüfteten, geschichteten Dolomit-/Kalkstein (Schicht 2B) nach dem Lösen zunächst höhere Anteile an Blöcken (Bezeichnung nach EN ISO 14688-1 und 14689: Kantenlänge von > 200 bis 630 mm) zu erwarten. Der notwendige Aushub von großen Blöcken (Kantenlänge > 630 mm) kann jedoch nicht ausgeschlossen werden und wurde als ergänzender Homogenbereich E3C aufgenommen (siehe unten). Die Gesteinsfestigkeit des angetroffenen Dolomitsteins kann anhand der Feldversuche zwischen mäßig hart und hart abgeschätzt werden, die des Kalksteins zwischen mäßig hart bis sehr hart.

Zur Festlegung des Verwertungs- bzw. Entsorgungswegs von Aushubmaterial wurden im Zuge der Feldarbeiten entsprechende Bodenmischproben entnommen und chemische Laboruntersuchungen zur Klassifikation ausgeführt. Die zugehörigen Prüfberichte liegen als Anlage 4 bei. Die Bewertungen finden sich in Kapitel 5.4. Sofern im Zuge der Baumaßnahme künstliche Auffüllungen angetroffen werden, sind diese zu separieren und nach einer Beurteilung hinsichtlich ggf. weiterer Maßnahmen und Freigabe getrennt abzuführen.

Einteilung der Homogenbereiche

Bei der vorgenommenen Einteilung von Homogenbereichen wurden auftragsgemäß maßgebliche Leitparameter auf Grundlage der Feldansprache, der ausgeführten Feldversuche zum Zeitpunkt der Erkundung und einzelner bodenmechanischer Laborversuche berücksichtigt. Im Detail wird hierzu auf die schichtbezogenen Beschreibungen des Kapitels 5.1 verwiesen. Der in den vier Schürfgruben aufgeschlossene natürliche Untergrund kann gemäß der Tabelle 4 zunächst in folgende Homogenbereiche für Erdarbeiten E1 bis E2B eingeteilt werden:

Homogenbereich E1: Diesem Bereich wurde der Oberboden (Schicht 1) zugeordnet.

Homogenbereiche E2A und E2B: Die Verwitterungszone des Oberen Muschelkalks wird anhand des festgestellten Grabwiderstands beim Lösen und des unterschiedlichen Anteils an bindigem Bodenmaterial in den Homogenbereich E2A (Schicht 2A) und E2B (Schicht 2B) eingestuft. Der als fließend zu bezeichnende Schichtgrenzverlauf stellt hier somit teilweise Verwitterungsgrenzen dar. Sofern keine Separierung für einen geplanten Wiedereinbau von Aushubmaterial vorgesehen wird bzw. sich Schwierigkeiten bei der Trennung unterschiedlicher Schichten im Baubetrieb ergeben, können diese beiden Homogenbereiche auch zu einem Bereich zusammengefasst werden.

Homogenbereich E2C: Insbesondere kann während des Aushubs nicht ausgeschlossen werden, dass auch große Blöcke > 630 mm angetroffen werden. Dieser ergänzend eingeführte Homogenbereich deckt den im Zuge der Erkundung nicht aufgeschlossenen natürlichen Untergrund ab und wurde in der Tabelle 4 nicht explizit aufgenommen.

Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300, Frostempfindlichkeit

Anhand der aufgeschlossenen Untergrundverhältnisse, der ausgeführten Laborversuche bzw. aufgrund von Erfahrungswerten kann die in Tabelle 5 genannte Einstufung nach Boden- und Felsklassen gemäß DIN 18 300 (Ausgabe 09-2012; alt) sowie die Einstufung nach der Frostempfindlichkeit gemäß ZTV E-StB (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*) vorgenommen werden.

Witterungsempfindlichkeit

Die angeschnittenen Schichten 1 (Oberboden) und 2A (obere Verwitterungszone Muschelkalk mit erhöhten bindigen Anteilen) weisen eine erhöhte Witterungsempfindlichkeit auf, untergeordnet auch eingelagerte bindige Kluffüllungen und Zwischenmittel der Schicht 2B. Sie weichen durch Sicker-, Schichtwasser und Niederschläge rasch auf und können dabei eine Verschlechterung der Tragfähigkeit erfahren und es ist von einer ungünstigen Befahrbarkeit auszugehen. Bei unsachgemäßer (Zwischen-)Lagerung ist eine relativ schnelle Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften zu erwarten. Breiige und flüssige Böden sind nach DIN 18 300 (Ausgabe 09-2012) in die Bodenklasse 2 einzustufen.

Eigenschaft	Homogenbereich E1	Homogenbereich E2A	Homogenbereich E2B
Schichtzuordnung (siehe Kap.4.1)	hier: Schicht 1	hier: Schicht 2A	hier: Schicht 2B
Ortsübliche Bezeichnung	Oberboden	Verwitterungszone Oberer Muschelkalk	
		Schluff, schwach tonig bis tonig, sandig, kiesig, Steine, Blöcke	Dolomit- und Kalkstein, geklüftet, geschichtet; nach Lösen: überwiegend Steine/Blöcke
Verwitterung		vollständig bis stark verwittert	schwach bis mäßig verwittert
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern (DIN 18123)	n.b.	n.b.	n.b.
bindig / nichtbindig	x / -	x / (x)	- / x
geschätzter Massenanteil: Steine (Co), Blöcke (Bo) und große Blöcke (LBo) (DIN EN ISO 14688-1) x)	Co < 5 % Bo + LBo nicht angetroffen	Co + Bo < 10-30 % LBo nicht angetroffen	Co + Bo > 80-90 % LBo nicht angetroffen
Dichte nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	n.e.	n.b.	n.b.
undrainede Scherfestigkeit (DIN 18136)	n.e.	n.b.	n.b.
Wassergehalt (DIN 18121)	n.e.	n.b.	n.b.
Plastizitätszahl (DIN 18122-1 bzw. EN ISO 17892-12)	n.e.	n.b.	n.b.
Konsistenzzahl (DIN 18122-1 bzw. EN ISO 17892-12)	n.e.	n.b.	n.b.
Konsistenz (Feldansprache)	Boden gefroren, n.b.	bindiges Material: steif bis steif/halbfest	Kluftfüllungen und Zwischenmittel: weich bis steif, cm-Dicke
Organischer Anteil (DIN 18128)	n.b.	n.b.	n.b.
Bodengruppen (DIN 18196)	n.e.	TL, TM, UL, SU*/ST*, SU/ST, GU*/GT*, GU/GT, Steine, Blöcke	<i>DIN 18196 gilt nicht für Fels und für Böden mit Steinen und Blöcken über 40 % Massenanteil</i>
Benennung von Fels ¹⁾	-	(Grobkorn: Dolomitstein)	Dolomitstein, Kalkstein
Verwitterung u. Veränderungen, Veränderlichkeit ¹⁾	-	n.b.	n.b.
Einaxiale Druckfestigkeit ¹⁾ anhand Feldversuche (geschätzt)	-	mäßig hart bis hart (Steine/Blöcke)	mäßig hart bis sehr hart (Steine/Blöcke)
Trennflächenrichtung ¹⁾	-	n.b.	n.b.
Trennflächenabstand ¹⁾	-	n.b.	sehr eng- bis mittelständig (20 bis 600 mm)
Gesteinskörperform ¹⁾	-	n.b.	n.b.
Öffnungsweite Trennflächen ¹⁾	-	n.b.	n.b.

Tabelle 4: Homogenbereiche E1, E2A, E2B

Anmerkungen zu Tabelle 4: n.b. nicht bestimmt n.e. nicht erforderlich ¹⁾ Angaben nach DIN EN ISO 14689

x) Nach VOB/C DIN 18300: Bestimmung durch Aussortieren und Vermessen bzw. Sieben, anschließend Wiegen und dann auf die zugehörige Aushubmasse beziehen. Solche Maßnahmen konnten nicht ausgeführt werden.

Schichtbezeichnung	Boden- und Felsklassen nach DIN 18 300 (Ausgabe 09-2012)	Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB ¹⁾
Schicht 1: Oberboden	1	F3
Verwitterungszone des Oberen Muschelkalks Schicht 2A: vollständig bis stark verwittert, inhomogene Zusammensetzung; Schluff, sandig, schwach tonig bis tonig, kiesig, Steine, Blöcke; steif bis steif/halbfest.	4 bis 6	F3
Schicht 2B (bis zu den ausgeführ- ten Endtiefen in S1 bis S4): schwach bis mäßig verwittert; Dolomit- und Kalkstein, geklüftet, geschichtet. Schicht 2C (nicht direkt aufge- schlossen; vermutet).	6 7 mit schwer lösbarem Fels der Klasse 7 ist u.a. unterhalb der Schürfgrubensohlen und beim Anlegen von Fundament- und Leitungs- gräben, etc. (Meißelarbeiten) zu rechnen. Blöcke > 630 mm sind der Klasse 7 zuzu- ordnen.	F1 bis F2 (F3) ²⁾

Tabelle 5: Boden- und Felsklassen der aufgeschlossenen Schichten nach DIN 18 300 (Ausgabe 09-2012),
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB

- 1) F1... nicht frostempfindlich; F2... gering bis mittel frostempfindlich; F3... sehr frostempfindlich
- 2) Feinkornanteile (unter 0,063 mm) können einer großen Schwankungsbreite unterliegen. Bei einem gemischtkörnigen Boden mit einem Feinkornanteil von $\geq 5\%$ ist i.d.R. bereits eine Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 (gering bis mittel frostempfindlich) erforderlich. Ab einem Feinkornanteil von $\geq 15\%$ wird eine Einstufung in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) erforderlich.

Geologisch bedingter Mehraushub

Ein maßhaltiger Baugruben- und Fundamentaushub im Bereich des geschichteten und geklüfteten Dolomit- und Kalksteins kann nicht erzielt werden, da das Festgestein (Boden- und Felsklasse 6 und 7 gemäß DIN 18 300, Ausgabe 09-2012) nur an Schichtfugen und Klüften gelöst werden kann. Felsbänke und Klüftkörper können in der Regel nur vollständig gelöst werden und bedingen somit ein unvermeidbares geologisches Überprofil. Auch ist trotz einem schonenden Aushub und einem schichtparallelen Lösen mit dem Entstehen von Auflockerungszonen zu rechnen, wobei hier auf die im Zuge der Erkundung mittels Schürfgruben festgestellten Bankmächtigkeit von bis zu 21 cm hinzuweisen ist. Größere Bankigkeiten können nicht ausgeschlossen werden.

Ergänzende Hinweise zu Aushub- und Gründungsarbeiten

Besonderheiten bei der Ausführung von Gründungsarbeiten sind in Kapitel 7 beschrieben und sind entsprechend zu beachten. Insbesondere kann bei einem linienhaften und punktuellen Aushub - wie er u.a. bei Kanalarbeiten und Streifen- und Einzelfundamenten, Tieferführungen („Plomben“), aber auch ggf. beim Freilegen von zu verbauenden bzw. sichernden Flächen notwendig wird - und einer entsprechenden Festigkeit und Bankmächtigkeit des Festgesteins der Einsatz von Meißelarbeiten zur Erleichterung des Lösens erforderlich werden. Dabei muss von einer Einstufung in die Boden-/Felsklasse 6 und 7 (schwer lösbarer Fels) ausgegangen werden. Beim Lösen und insbes. bei Meißelarbeiten muss mit Erschütterungen gerechnet werden.

5.7 Erdstatische Kennwerte

Für den anstehenden Baugrund und die einzelnen Bodenschichten können für erdstatistische Berechnungen die in Tabelle 6 genannten charakteristischen Kennwerte angesetzt werden.

Für die Dimensionierung bzw. statische Berechnungen von Baugruben und deren Sicherungsmaßnahmen sind ergänzend die Inhalte der EAB (*Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben*) sowie DIN 4123 (*Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude und anderer baulicher Anlagen*) zu beachten.

Erddruckansatz auf Bauwerkswände: Als Erddruckbelastung für Außenwände sind insbes. Belastungen aus angrenzenden Bauwerken, die zusätzlichen Belastungen aus Verkehrslasten und aus der Verdichtung von Arbeitsraumverfüllungen, etc. sowie evtl. geplante Geländeanschüttungen (Ansatz der maßgeblichen Höhe des Geländes über dem Keller- bzw. Erdgeschossfußboden) zu berücksichtigen. Für Hinterfüllungen von Bauwerken ist in der Regel, soweit es sich um keinen Ausnahmefall handelt, ein erhöhter aktiver Erddruck anzusetzen. Sind in bestimmten Bauwerksabschnitten nur geringe Verformungen zulässig, wird ein Erdruhedruckansatz empfohlen. Verdichtungseinflüsse sind durch Ansätze des Mindesterdruks zu berücksichtigen.

Bei geböschten Baugruben sind für die Ermittlung des Erddrucks in der Regel Kennwerte des Hinterfüllmaterials maßgebend. Für verdichtet eingebaute Fremdmaterialien (100 % Proctordichte) können die in Tabelle 7 angegebenen Werte verwendet werden.

Schichtbezeichnung	Wichten		Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul
	g_k [kN/m ³]	g'_k [kN/m ³]	j'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$E_{s,k}^{1)}$ [MN/m ²]
Verwitterungszone des Oberen Muschelkalks					
Schicht 2A: vollständig bis stark verwittert Schluff, schwach tonig bis tonig, sandig, kiesig, Steine/Blöcke; Konsistenz: steif bis steif/halbfest	20	10	22,5 bis 27,5	5 bis 8	4 bis 8
Schicht 2B: schwach bis mäßig verwittert Dolomit- und Kalkstein, geklüftet, geschichtet; bindige Zwischenmittel	21	11	27,5 bis 35,0	15 bis 25 ²⁾	25 bis 100 ²⁾

Tabelle 6: Charakteristische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

- 1) Steifemodul für Setzungsberechnungen ist insbes. abhängig vom Spannungsbereich, von der Vorbelastung und der Belastungsspur.
- 2) Diese Werte schwanken in Abhängigkeit des Trennflächengefüges, der Kluffüllungen und der Beanspruchungsrichtung in weiten Grenzen.

Die Kohäsion und der Steifemodul der Schicht 2B ist u.a. abhängig vom Durchtrennungsgrad des Festgesteins, der Beschaffenheit der Trennflächen und möglichen Kluffüllungen. Ein Kohäsionswert von $c'_k = 15$ kN/m² bzw. ein Steifemodul von $E_{s,k} = 25$ MN/m² wird i.d.R. nicht unterschritten.

Bei Gründungsmaßnahmen auf bzw. in der Schicht 2B und darunter wird eine Abnahme der Gründungssohle durch den Unterzeichnenden empfohlen.

Material	Wichten		Reibungswinkel
	g_k [kN/m ³]	g'_k [kN/m ³]	j'_k [°]
Schottermaterial	21	11	35
Kiesgemische und Siebschutt	20	10	32,5

Tabelle 7: Charakteristische Kennwerte für erdstatische Berechnungen (verdichtet eingebautes Fremdmaterial, 100 % Proctordichte)

6. Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung

6.1 Lage und Bezugshöhen der Anlagenteile, Bauwerkslasten

In der Tabelle 8 wurden die wesentlichen Informationen über die einzelnen Bauteile zusammengestellt, welche für die nachfolgenden Auswertungen herangezogen wurden. Es handelt sich hierbei zunächst um die Angaben in der vorgelegten Entwurfsplanung /U7/ bezüglich der Bezeichnung und den Bezugshöhen (jew. Unterkante Bodenplatte). Zur Orientierung wurden diese Bezugshöhen in den Darstellungen der Anlagen 3.0 bis 3.4 tabellarisch aufgenommen und höhenmäßig verzeichnet. In den schematischen geologischen Baugrundschnitten (Anlage 3.1 bis 3.4) wurden die einzelnen Bauteile ergänzend lagegenau verzeichnet, wobei hier die erhöhte Darstellung zu beachten ist. Am 08.02. und 10.02.2024 wurden unserem Büro Lastenpläne mit überschlägig ermittelten Lasten /U8/ /U9/ zur Verfügung gestellt. Die dort genannten maximalen Belastungsangaben wurden bauteilbezogen in die Tabelle 8 übernommen. Zu dem Bauteil BT6 (Gas Übergabestation) und den Schornsteinen F1 SS HHZ und F2 SS BHKZ liegen keine Angaben vor.

Bauteil	Bezeichnung	UK Bodenplatte [m ü. NN]	maximale charakt. Werte Gk + Qk	
			Linienlasten [kN/m]	Flächenlasten [kN/m²]
BT1	Holzheizung (EG, Kesselhaus)	432,40	105 = 80 + 25	17,5 = 7,5 + 10
BT1.1	Aschegrube (Unterkellerung)	429,55	140 = 105 + 35	12,5 = 7,5 + 5
BT1.2	Querförderer	431,45	20 = 10 + 10	30 = 25 + 5
BT2	Silo	432,40	55 = 40 + 15	40 = 20 + 20
BT3	Wärmespeicher	432,20	-	155 = 10 + 145
BT4	Trafo	433,88	Eg Gebäude ca. 300 kN Eg Trafo etc. ca. 80 kN	
BT5	BHKW	434,65	Eg Gebäude ca. 850 kN Eg Anlagentechnik ca. 150 kN	
BT6	Gas-Übergabestation	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe
BT7	Rampe, Stützwände	432,90 / 433,90	-	$\sigma_{R,d} = 90 / 75$
-	F1 SS HHZ	432,45	keine Angabe	keine Angabe
-	F2 SS BHKW	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe

Tabelle 8: Zusammenstellung von Informationen aus der Entwurfsplanung /U7/
und den Lastenplänen /U8/ /U9/

Es ist anzumerken, dass bei einer Änderung der Ausdehnung, Lage und Höhenlage des geplanten Bauwerks und seiner Anlagenteile sowie der Bauwerkslasten eine Überprüfung der Auswertung hinsichtlich der geotechnischen und geostatischen Belange vorzunehmen ist.

6.2 Baugrundbeurteilung

6.2.1 Allgemeines, Einschränkungen

Die nachfolgenden Einstufungen erfolgen auf der Basis der vier „punktuellen“ direkten Aufschlüsse S1 bis S4 (Schürfgruben), deren Sohle jedoch aufgrund der erschwerten Aushubbedingungen (Festigkeit und Durchtrennungsgrad des Muschelkalks: Schicht 2B) nicht an allen Stellen bis zur erforderlichen Baugrubensohle reichte (siehe Anlage 2: geplante Aschegrube, Schürfgrube S3). Abweichungen im flächigen Anschnitt von Baugruben und in Fundament-, Leitungs-, Kanalgräben können naturgemäß nicht ausgeschlossen werden.

Ergänzend fließen bei der Beurteilung die Erfahrungen aus unserer geotechnische Betreuung des Bauvorhabens „Neubau Hort im Schulzenrum“ ein /U12/, welches rd. 60 m nordöstlich des geplanten Neubaus „Heizzentrale Süd“ ausgeführt wurde.

Es wird empfohlen, nach Freilegen von Baugruben, Gründungs- und Planumsflächen noch vor der weiteren Überbauung eine Abnahme der flächenhaft anstehenden Bodenverhältnisse durch den hier Unterzeichnenden vornehmen zu lassen, insbesondere sofern bei der Herstellung der Baugrube und bei Gründungsmaßnahmen andere als die hier beschriebenen Boden- und Wasserverhältnisse angetroffen werden.

6.2.2 Witterungsempfindlichkeit

Auf die erhöhte Witterungsempfindlichkeit der bindigen Anteile der Schicht 2A ist nochmals hinzuweisen (siehe Kapitel 5.6). Fundament- und Gründungssohlen sowie Planumsflächen in solchen Bereichen sollten daher möglichst rasch überbaut werden und sind vor ungünstigen Einflüssen zu schützen. Im flächigen Anschnitt kann dies z.B. durch Aufbringen einer verdichteten flächigen Schutzschicht aus sogenanntem KFT-Material und in ggf. erforderlichen Fundamentgräben durch das Einbringen einer Magerbetonschicht erfolgen.

6.2.3 Tragfähigkeit und Setzungsempfindlichkeit

Oberboden (Schicht 1)

Oberboden ist zur Abtragung von Bauwerkslasten prinzipiell nicht geeignet und ist abzuschleifen.

Verwitterungszone Oberer Muschelkalk (Schicht 2A/2B)

Die verwitterten Schichten des Oberen Muschelkalks bilden in der Regel einen kompressiblen Baugrund. Die geomechanischen Eigenschaften wie Setzungsfähigkeit und Tragfähigkeit werden vom Verwitterungsgrad bzw. der Verwitterungsintensität bestimmt. Nur in solchen Bereichen, wo nachweislich Fels im zusammenhängenden Schichtverband ansteht, ist der Muschelkalk nahezu inkompressibel.

Bei bindig entfestigtem Material wirken sich Wassergehaltsänderungen insbes. auf die Tragfähigkeit aus. Grundsätzlich ist die Kompressibilität eines bindigen Bodens umso größer, je höher seine Plastizitätszahl (I_p) und sein natürlicher Wassergehalt (w_n), d.h. je geringer die Konsistenzzahl des Bodens ist. Bei gemischtkörnigen Böden - wie hier bei der im Baufeld angetroffenen Schicht 2A („Oberer“ Verwitterungsbereich des Oberen Muschelkalks) - ist als prägendes Merkmal zur Bewertung der Tragfähigkeit der Anteil und die Konsistenz der bindigen Matrix heranzuziehen. Der bei den gemischtkörnigen Bodengruppen nach DIN 18 196 verwendete Grenzwert von 15 % Feinkorn unter 0,06 mm kennzeichnet in etwa den beginnenden Übergang, bei dem mit zunehmendem Feinkornanteil bindiges Verhalten überwiegt.

Schicht 2A: vollständig bis stark verwitterter Oberer Muschelkalk

Im Schichtpaket 2A („Oberer Bereich“ der Verwitterungszone des Oberen Muschelkalks) lag eine intensive Verwitterung vor. Der ursprünglich anstehende Dolomitstein ist entfestigt und ist als vollständig bis stark verwittert zu bezeichnen. Die in einer Bandbreite von Kiese bis einzelne Blöcke angetroffenen nichtbindigen Nebenanteile sind heterogen in der bindigen Matrix eingebettet und es ist von keinem durchgehenden Kornkontakt der „festen“ Komponenten auszugehen. Die Verteilung der bindigen Matrix war als schwankend zu bezeichnen. Die Konsistenz der bindigen Matrix konnte in den vier Schürfgruben im Feldversuch mit einer Bandbreite von steif bis steif/halbfest bestimmt werden.

Bei der Verwitterungszone des Oberen Muschelkalks mit erhöhten bindigen Anteilen (**Schicht 2A: vollständig bis stark verwittert**), die eine mindestens steife Konsistenz und heterogene Zusammensetzung aufwies, ist von einer **geringen bis mäßigen und räumlich stark schwankenden Tragfähigkeit** auszugehen. Die Schicht 2A ist gegenüber der unterlagernden Schicht 2B als **erhöht kompressibel** einzustufen. Eine genaue Abgrenzung einzelner Verwitterungsbereiche (Zusammensetzung, Konsistenz, etc.) ist in der Regel nicht möglich. **Schichtübergänge** sind naturgemäß als **fließend** zu bezeichnen. Eine genaue Schichtunterkante kann für die Schicht 2A im flächigen Anschnitt von Baugruben und Gründungsflächen nicht angegeben werden und unterliegt naturgemäß Schwankungen.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Schicht 2B: Dolomit- und Kalkstein, schwach bis mäßig verwittert, geklüftet, geschichtet

Dieses aufgeschlossene Schichtpaket zeichnete sich gegenüber der Schicht 2A durch einen größeren Grabwiderstand mittels Bagger und deutlich geringere bindige Nebenanteile aus, welche sich auf Schichtflächen und Klüfte konzentrieren. **Die Höhenlage des Schichtübergangs 2A/2B unterliegt im flächigen Anschnitt von Baugruben und Gründungsflächen naturgemäß Schwankungen.**

Insgesamt weist die **Schicht 2B günstige Eigenschaften hinsichtlich der Tragfähigkeit und den zu erwartenden Setzungen** auf. Jedoch steht dem ein **erhöhter Aufwand beim Aushub bzw. Lösen** entgegen, der insbes. bei der Ausführung von Einzel-, Streifenfundamenten, Tieferführungen (Plomben) und Frostschürzen zum Tragen kommt (vgl. Kapitel 7). Auch ist in dieser Schicht von einem **geologisch bedingten Mehraushub** und beim Lösen des Dolomit-/Kalksteins und beim Aushub von Blöcken und großen Blöcken von entstehenden **Auflockerungszonen** auszugehen.

Angaben zum Bemessungswert des Sohlwiderstands bzw. aufnehmbaren Sohldrucks für Streifenfundamente nach den Regelfällen des EC7, welche für die Schichten 2A und 2B gelten, wurden im Kapitel 6.3.3 aufgenommen.

6.2.4 Geologische Besonderheiten, Baugrundprüfung

Die Schichten des Oberen Muschelkalks können geologisch bedingt örtlich Verkarstungserscheinungen in unterschiedlichem Maße aufweisen. Hierzu zählen korrosiv erweiterte Klüfte, Spalten oder Hohlräume, die meist mit bindigem Material verfüllt sind.

Aufgrund des geotechnischen Risikos durch **mögliche Verkarstungserscheinungen** wird eine **ingenieurgeologische Abnahme** der flächig freigelegten Baugrubensohle und Gründungssohlen noch vor der weiteren Überbauung bzw. Überschüttung durch den Baugrundsachverständigen empfohlen.

6.3 Gründungsempfehlung

Anmerkungen: Die Inhalte der Baugrundbeurteilung (Kapitel 6.2) und das hieraus abgeleitete und zu bevorzugende Gründungssystem (Plattengründung), wie nachfolgend beschrieben, wurde mit dem **INGENIEURBÜRO BOLKART** fachlich abgestimmt. Der Ausführung einer Flächengründung wurde seitens Frau Dipl.-Ing. (FH) Bolkart zugestimmt (E-Mail 09.02.2024). Zuletzt wurde unserem Büro am 10.02.2024 ein Lastenplan /U9/ mit ergänzten vorläufigen Aushubsohlen vorgelegt. Hier enthaltene Angaben wurden von unserem Büro nicht im Detail geprüft.

Ein Fazit und Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise, welche sich aus der Gründungsempfehlung ergeben, wurden in Kapitel 6.5 zusammengestellt.

6.3.1 Erdbebenzone

Das Untersuchungsgebiet liegt gemäß der Karte „Erdbebenzonen für Baden-Württemberg“ (Maßstab 1:350.000; Ausgabe 2005) in der **Erdbebenzone 1** und ist der **Untergrundklasse R** zuzuweisen. Die Erdbebenzone 1 umfasst Gebiete, denen gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus ein Intensitätsintervall von 6,5 bis < 7,0 zugeordnet ist. Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g beträgt in dieser Erdbebenzone $0,4 \text{ m/s}^2$.

Unter Berücksichtigung geologischer Aspekte ist nach DIN EN 1998-1 für die **Schicht 2A** von einer Zuordnung in die **Baugrundklasse C** (stark bis vollständig verwitterte Festgesteine oder grob- bis gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung) auszugehen. Für die **Schicht 2B** ergibt sich eine Zuordnung in die **Baugrundklasse B** (hauptsächlich mäßig verwitterte Festgesteine oder grob- bis gemischtkörnige Lockergesteine in fester Konsistenz).

Die konstruktiven Anforderungen nach DIN EN 1998-1 bzw. Eurocode 8 sind zu beachten.

6.3.2 Gründungshorizont

Nach der vorgelegten Entwurfsplanung /U7/ kommen die Unterkanten der einzelnen Bauteile auf unterschiedlichen Höhenlagen und somit auf den Schichten 2A und 2B zum Liegen, die im Hinblick auf die Tragfähigkeit und Zusammendrückbarkeit wechselhafte Auflagerungsverhältnisse erwarten lassen (siehe Kapitel 6.2.3). Aufgrund der Hanglage und Ausrichtung sowie Höhenlage der einzelnen Bauteile ergeben sich dabei berg- und talseitig unterschiedliche Einbindetiefen in das derzeitige Bestandsgelände. Hinsichtlich der Schichtlagerung ist geologisch bedingt davon auszugehen, dass der Übergang 2A/2B nicht horizontal und auch nicht auf einer Ebene liegt.

Zum Erreichen eines möglichst gleichmäßigen Setzungsverhaltens, zur Einhaltung der Gebrauchstauglichkeit und Reduzierung von Zwängungsspannungen wird im vorliegenden Fall empfohlen, zumindest die Bauwerkslasten der Gründungsbauteile BT1 (Holzheizung), BT1.1 (Aschegrube), BT1.2 (Querförderer), BT2 (Silo) einheitlich in der höher tragfähigen und gering kompressiblen Schicht 2B abzusetzen (Gründungshorizont). Dabei werden auch mögliche Mitnahmesetzungen sowie eine direkte Lastausbreitung auf angrenzende Bauwerke und Bauteile minimiert. Eine mögliche Entkopplung der weiteren und angrenzenden Bauteile, auch im Hinblick auf die Leitungsführung und ggf. erhöhten Anforderungen an die Setzungsverträglichkeit, ist aus statischer Sicht zu prüfen.

Liegt die projektierte Gründungssohle noch oberhalb der Schicht 2B wird ein Bodenaustausch (flächiger Einbau von Tragschichtmaterial, Magerbeton; siehe u.a. Kapitel 6.4) erforderlich. Die bauteilbezogene Beurteilung der Gründungsmaßnahmen erfolgt in Kapitel 6.3.6.

Bereich der Schürfgruben S1 bis S4: Die zur Erkundung der Bodenverhältnisse ausgeführten Schürfgruben wurden ohne eine besondere Verdichtung wieder verfüllt. Schürfgruben, deren Sohle noch bis unterhalb der projektierten Gründungssohlen oder im Lastausbreitungsbereich anderer Bauwerksgründungsbauteile liegen, sind durch einen Bodenaustausch gezielt zu verfüllen. Die Einbaudichte sollte in den oben genannten Bereichen mindestens vergleichbar oder besser als der umgebende natürliche Untergrund sein.

6.3.3 Gründungsbauteile, Bemessungswerte

Einzelfundamente, Tieferführungen, Plombengründungen

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Bereich der Aushubsohle lokale Schwächezonen aufgeschlossen werden. Derartige Schwächezonen können jedoch auch unerkannt unterhalb der Aushubsohle auftreten. Im Hinblick auf die Auswahl von Gründungsbauteile empfehlen wir daher, bei der geplanten Baumaßnahme auf die **Ausführung von punktuellen Gründungskörpern** (Einzelfundamente, Tieferführungen, Plombengründungen) zu **verzichten**.

Streifenfundamente

Wie bereits ausgeführt, ist bei Ausführung von linienartigen Fundamentierungen von einem **erhöhten Aufwand** zur Herstellung der Fundamentgräben auszugehen. Vertiefungen in der Gründungssohle von Streifenfundamenten, wie sie z.B. durch geologisch bedingten Mehraushub entstehen können, und randliche Spalten sind mit Magerbeton so aufzufüllen (nach Beräumen der Sohle von losem und bindigem Material), dass eine sichere Fundamenteinbindung und Lastübertragung in den Untergrund gewährleistet wird. Hierzu zählen auch mögliche geologisch bedingte bindige Klufffüllungen, die nach einer Beurteilung im Einzelfall auszuräumen und durch Magerbeton zu ersetzen sind. Tieferführungen für Streifenfundamente aus Magerbeton sollten möglichst breiter als das eigentliche Fundament, d.h. mit einem Überstand ausgeführt werden, um mögliche Herstellungstoleranzen zu kompensieren und eine sichere Lastabtragung zu gewährleisten.

Bemessungswerte des Sohlwiderstands, aufnehmbarer Sohldruck

Bei der Dimensionierung von Gründungen sind die Inhalte des EC7 zu berücksichtigen. Die Fundamente müssen insbes. die dort genannte Mindestbreite und Mindesteinbindetiefe aufweisen. Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstands bzw. aufnehmbare Sohldruck gilt für mittige Belastungen. Bei ständig wirkenden außermittigen Belastungen sind die Werte auf eine verkleinerte Teilfläche zu beziehen.

Die nachfolgenden Angaben zur Größenordnung von zu erwartenden Setzungen setzen voraus, dass ggf. örtliche vorhandene Karsterscheinungen durch eine Balkenwirkung der Streifenfundamente schadlos überbrückt werden können.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Schicht 2A: Bei einer geplanten Lastabtragung in diesen Böden ist eine einzelfallbezogene Bewertung vorzunehmen. Für durchgängig vorhandene, mindestens steife Böden und einer horizontalen Schichtlagerung im Lastabtragungsbereich könnte nach den Regelfällen des EC7 für die Bemessung von Streifenfundamenten ein Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands von 170 kN/m² (Einbindetiefe=0,5 m, Mindestbreite b bzw. b'=0,5 m) angesetzt werden. (*Hinweis: Der aufnehmbare Sohldruck ergibt sich durch Division mit einem Teilsicherheitsbeiwert von ~1,4 zu 120 kN/m²*). Dabei sind bei vollständiger Ausnutzung des o.g. Bemessungswerts bzw. aufnehmbaren Sohldrucks Setzungen in der Größenordnung von 2 bis 4 cm zu erwarten (Balkenwirkung vorausgesetzt). Auch bei geringen Belastungen können langanhaltende Setzungen (sogenannte Konsolidationssetzungen) und Setzungsunterschiede nicht ausgeschlossen werden.

Schicht 2B: In Anlehnung an den EC7 und unter Berücksichtigung geologisch bedingter Einflüsse kann beim Absetzen von Lasten in der **Schicht 2B (Dolomit- und Kalkstein, geklüftet, geschichtet)** bei horizontaler Schichtlagerung für die **Bemessung von Streifenfundamenten** ein Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands von 420 kN/m² angegeben werden (*Hinweis: Der aufnehmbare Sohldruck ergibt sich durch Division mit einem Teilsicherheitsbeiwert von ~1,4 zu 300 kN/m²*). Dabei sind bei vollständiger Ausnutzung des o.g. Bemessungswerts bzw. aufnehmbaren Sohldrucks Setzungen in der Größenordnung von ca. 1 bis 2 cm zu erwarten (Balkenwirkung vorausgesetzt).

Sofern erforderlich, können durch unser Büro zur Optimierung der Abmessungen von angedachten Streifenfundamenten computergestützte Grundbruch- und Setzungsberechnungen unter Berücksichtigung der Größe und Verteilung der Bauwerkslasten und der Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit ausgeführt werden (sog. Fundamentdiagramme).

PLATTENGRÜNDUNG (Bodenplatten)

Zur Vermeidung des erhöhten Aufwands bei der Herstellung linienhafter und punktueller Fundamentierungen wird im vorliegenden Fall empfohlen, eine Flächengründung mittels lastverteilenden Bodenplatten und unterlagernder Ausgleichs-/Tragschicht auszuführen.

Durch die Ausführung einer solchen Plattengründung kann im Vergleich zu Streifenfundamenten ein **gleichmäßigeres Setzungsverhalten** erreicht werden, da die Steifigkeit der Gründungsplatte Verformungsunterschiede auszugleichen vermag. Auch können nicht auszuschließende lokale Inhomogenitäten wie Verkarstungen besser überbrückt werden.

In **konstruktiver Hinsicht** wird empfohlen, Bodenplatten umlaufend - soweit möglich - mit Überstand zur Vergleichmäßigung von Randlasten auszubilden und aufgehende Geschosse als steifen Kasten in Stahlbetonbauweise auszuführen.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Im vorliegenden Fall sind die Bauwerkslasten dabei in die höher tragfähigen Schicht 2B (Verwitterungszone Oberer Muschelkalk: schwach bis mäßig verwittert; geklüftet, geschichtet) abzusetzen.

Da im flächigen Anschnitt der Baugrube geologisch bedingt von Unebenheiten auszugehen ist, ist nach Freiräumen von losem Material zunächst eine unterlagernde, mindestens 25 cm mächtige Ausgleichs-/Tragschicht durch das verdichtete Einbringen von Tragschichtmaterial einzubauen. Kommt die o.g. 25 cm mächtige Unterkante dabei noch in der Schicht 2A zum Liegen, werden Auskofferungs- bzw. Bodenaustauschmaßnahmen bis zum Erreichen des tragfähigen Gründungshorizonts (Schicht 2B) erforderlich.

Als Material kommen in erster Linie Schottertragschichten 0/32 oder 0/45 mit entsprechender güteüberwachter Kornabstufung nach TL SoB-StB in Betracht.

Für die Ausführungsplanung sind auch die Inhalte der Kapitel 6.3.5 und 6.4 zum erforderlichen Aufbau von Ausgleichs-/Tragschichten und zur Herstellung von Gründungspolstern unter Bodenplatten zu beachten.

Bemessungskriterien, Bettungsmodul

Die statische Bemessung der **Plattengründung** obliegt dem Tragwerksplaner unter Berücksichtigung der statischen Anforderungen im Hinblick auf die Setzungsverträglichkeit bzw. der Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks und der einzelnen Bauwerksteile während der Dauerstandzeit sowie abdichtungsrelevanter Gesichtspunkte. Auch ist an dieser Stelle auf die empfohlenen Mindestbauteildicken bei „WU-Bauteilen“ hinzuweisen. Im Eintragsbereich größerer Einzellasten ist ein Durchstanznachweis für die Bodenplatte(n) zu führen.

An dieser Stelle ist bereits darauf hinzuweisen, dass zur Vermeidung von möglichen Setzungsunterschieden und Zwängungsbeanspruchungen, welche im Übergangsbereich von auf unterschiedlicher Höhe gegründeten und unterschiedlich stark beanspruchten Bauwerksteilen (z.B. Übergang BT2: Silo zu BT4: Trafo) entstehen können, evtl. gesonderte statische Betrachtungen vorzunehmen sind (ggf. Auflagerung auf einer durchgehenden Bodenplatte oder eine Entkopplung solcher Teile; siehe auch Kapitel 6.3.6.4).

Die Größe des Bettungsmoduls k_s zur Dimensionierung einer Plattengründung ist variabel und direkt abhängig von der Größe und Verteilung der charakteristischen Bodenpressungen bzw. Sohlnormalspannungen unter einer Bodenplatte, die wiederum durch die Größe und Verteilung der abzutragenden Bauwerkslasten bestimmt werden. Gemäß der Mitteilung des **INGENIEURBÜROS BOLKART** vom 10.02.2024 /U9/ liegen diese Angaben derzeit noch nicht vor und es sind hierzu zunächst die Bodenkennwerte mitzuteilen. Die angeforderten erdstatischen Kennwerte für die anstehenden Schichten 2A/2B wurden in Kapitel 5.7 aufgenommen. Sofern aus statischer Sicht erforderlich, können weitere fachliche Abstimmungen zur endgültigen Festlegung bauteilspezifischer Bettungsmoduli erforderlich werden.

6.3.4 Frostfreie Gründungstiefe, Schrumpfgefahr

Die Einstufung der Frostempfindlichkeit der angetroffenen Böden gemäß ZTV E-StB /U16/ wurde in Kapitel 5.6, Tabelle 5 vorgenommen.

Die oberflächennah anstehende Schicht 2A ist in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) einzustufen. Die Frostempfindlichkeit der Schicht 2B ist je nach Anteil und Verteilung der bindigen Kluffüllungen und Zwischenmittel, deren Dicke im Zuge der Erkundung im cm-Bereich angetroffen wurde, als stark schwankend zwischen F3 bis F1 einzustufen.

Zur Vermeidung von Frostschäden wird eine **frostfreie Gründungstiefe** an jeder Stelle und insbes. von Außenfundamenten von **mindestens 1,0 m** empfohlen (= Einbindung unter Geländeniveau; Geländemodellierungen sowie mögliche Abgrabungen während der Dauerstandzeit sind dabei zu beachten). Dem Frost ausgesetzte Bauteile sind gesondert zu beplanen. Dies gilt insbesondere für oberflächennahe Gründungsmaßnahmen, die nicht auf Dauer eine ausreichende Erdeinbindung aufweisen. **Auch bei Bodenplatten** sind somit ggf. zusätzliche konstruktive Maßnahmen (z.B. umlaufende Frostschrüzen) zu ergreifen bzw. ist ein flächenhaft ausgebildeter sog. „Frostkoffer“ mit geeignetem frostsicherem Material herzustellen. Wie bei Tragschichten und Gründungspolster sind hier ein Überstand zum Bauteil und die Lastausbreitung entsprechend zu berücksichtigen.

Beim Anlegen von Frostschrüzen in der Schicht 2A und insbes. 2B (Verwitterungszone Oberer Muschelkalk) ist von einem geologisch bedingtem erhöhten Aufwand beim Aushub dieser linienhaften Gräben auszugehen (siehe auch Kapitel 7).

Ebenso ist für die Dauerstandzeit auf die **Schrumpfgefahr von bindigen Böden** (hier Schicht 2A) bei Wasserentzug bzw. Austrocknung hinzuweisen. Durch Rissbildung kann dann ein Zutreten von Oberflächenwasser in tieferliegende Bodenschichten nicht ausgeschlossen werden, welches zu einer ggf. schlechenden Verschlechterung der Tragfähigkeit führen kann. Bei geplanten Bepflanzungen in örtlicher Nähe zu Fundamentgründungen ist auf einen ausreichenden Abstand zu achten, um einen Wasserentzug zu minimieren. Bei der Ausführung unterkellerten Gebäudeteile mit ausreichender Einbindetiefe und bei oberflächennah ausgeführten Plattengründungen mit umlaufenden Frostschrüzen sowie einer ausreichend berücksichtigten Frosttiefe sind i.d.R. keine weiteren konstruktiven Maßnahmen zu ergreifen. Bei oberflächennah ausgeführten Streifen- und Einzelfundamenten sind ggf. gesonderte Betrachtungen vorzunehmen.

6.3.5 Aufbau unter Bodenplatten, Höhenlage der Baugrubensohle

Die Mächtigkeit und Ausbildung der geplanten Betonbodenplatte(n) sowie der genaue Aufbau unter der jew. Bodenplatte sind zur Festlegung der genauen Höhe der Aushubsohle heranzuziehen. Dabei ist auch die Dicke eines Flächenfilters und von Ausgleichs- und Tragschichten bzw. eines Bodenaustauschs zu berücksichtigen.

Wärmedämmung: Nach Angaben der Bauherrschaft (Herr Sattler, 09.02.2024) ist für die einzelnen Bauteile keine Wärmedämmung vorgesehen bzw. erforderlich.

Filterschicht, Sauberkeitsschicht: Nach Rücksprache mit der Bauherrschaft (Herr Sattler, 09.02.2024) ist insbes. für erdeingebundenen Bauteile der Einbau eines Flächenfilters unter den Bodenplatten zu berücksichtigen. Wir empfehlen, den Flächenfilter verdichtet mit einer Mindestmächtigkeit von 15 cm einzubauen und güteüberwachten Schotter der Körnung 2/32 oder 2/45 oder gleichwertiges Material zu verwenden. Über dieser Filterschicht ist eine Sauberkeitsschicht von mindestens 5 cm oder geeignete Folie zu verlegen, um beim Betoniervorgang der Bodenplatte ein Eindringen von Zementleim in die Filterschicht zu vermeiden.

Um die Wirksamkeit von ggf. zusätzlich vorgesehenen Filter-, Drainschichten, Rohrummantelungen von Drainrohren wie auch das Material höher durchlässiger Arbeitsraumverfüllungen zu gewährleisten, sind diese durch eine Umhüllung mit einem ausreichend reißfesten Filtervlies gegenüber evtl. anstehenden bindigen Böden und/oder der Arbeitsraumverfüllung filterstabil zu halten.

Ausgleichs-/Tragschicht: Zur Vergleichmäßigung der Auflagerungsverhältnisse einer Bodenplatte wird empfohlen, unter der jew. Bodenplatte bzw. dem Flächenfilter eine flächig verdichtete Ausgleichs-/Tragschicht mit einer Mindestmächtigkeit von 25 cm an jeder Stelle einzubauen.

Eine lokale Erhöhung der Tragschichtdicke kann sich zunächst aus dem Ausgleich von geologisch bedingtem Mehraushub ergeben. Auch kann eine Erhöhung der Dicke zum Erreichen des empfohlenen Gründungshorizonts „Schicht 2B“ (siehe Kapitel 6.3.2) erforderlich werden.

Muss die Tragschicht auch zur Gewährleistung der Frostsicherheit herangezogen werden, ist güteüberwachtes und frostsicheres Material zu verwenden und die Mächtigkeit bis zur Einhaltung der frostfreien Gründungstiefe entsprechend zu erhöhen.

Die Angaben im Kapitel 6.4 zur Ausführung von Tragschichten und Gründungspolster sind zu beachten.

6.3.6 Gründungsempfehlung für einzelne Bauteile

6.3.6.1 Übersicht der Bauteile

Die Lage und Bezeichnung der einzelnen Bauteile ergibt sich aus der Anlage 2. Ergänzend wurden hier die punktuell ausgeführten Schürfguben S1 bis S4 verzeichnet und zugehörige Angaben zur jew. Ansatzhöhe und erreichten Endtiefe sowie die abgeschätzte Tiefenlage der höher tragfähigen Schicht 2B (Verwitterungszone Oberer Muschelkalk, schwach bis mäßig verwittert, geklüftet, geschichtet) aufgenommen. Die **Höhenlage von Schichtgrenzen** im flächigen Anschnitt von Baugruben und Gründungsflächen unterliegen dabei **naturgemäß Schwankungen**. Im vorliegenden Fall ist von keiner horizontalen oder ebenen Schichtlagerung auszugehen.

Eine Zusammenstellung von Informationen aus der Entwurfsplanung /U7/ und dem Lastenplan /U8/ bzw. /U9/ findet sich in Kapitel 6.1, Tabelle 8.

Eine tabellarische „Übersicht Bauteile, Angabe der Unterkante Bodenplatte“, welche aus der Entwurfsplanung /U7/ (Stand 26.01.2024) erstellt wurde, befindet sich auf den Anlagen 3.0 bis 3.4. Zur Orientierung wurde die jew. Unterkante in die Anlage 3.0 übernommen. In den ergänzend erstellten schematisierten geologische Baugrundschnitten mit den in der Entwurfsplanung enthaltenen Schnittlagen 1-1 bis 4-4, welche in überhöhter Darstellung als Anlage 3.1 bis 3.4 beiliegen, wurden die Bauteile BT1 bis BT6 lage- und höhengenaue verzeichnet. Aufgrund dieser vorgenommenen vereinfachten Projektion können die Baugrundschnitte dabei lediglich einen groben Überblick zum Schichtaufbau geben und es ist explizit darauf hinzuweisen, dass im flächigen Anschnitt Abweichungen der hier dargestellten Schichtgrenzen möglich sind, welche auch durch natürliche Schwankungen beeinflusst sind.

6.3.6.2 BT1 bis BT2: Holzheizung, Aschegrube, Querförderer, Silo; Schornstein F1 SS HHZ

Nach einer mündlichen Abstimmung mit dem **INGENIEURBÜROS BOLKART**, Frau Dipl.-Ing. (FH) Bolkart (Telefonat am 01.02.2024) können die Bauteile BT1 bis BT2 als ein zentraler Gesamt-Baukörper betrachtet werden:

Die Unterkante der Bodenplatte „BT1: Holzheizung“ und „BT2: Silo“ kommt einheitlich bei 432,40 m ü. NN zum Liegen. Die größte Einbindung in den anstehenden Untergrund befindet sich im westlichen Bereich der Holzheizung mit dem Untergeschoss „BT1.1: Aschegrube, UK-Bpl. 429,55 m ü. NN“ mit einer Abmessung von 8,60 x 6,85 m. Die UK-Bpl. des langgestreckten „Querförderers BT1.2“ zwischen BT1 und BT2 kann mit 431,35 m ü. NN angegeben werden.

Der Schornstein F1 SS HHZ befindet sich an der südwestlichen Ecke der Holzheizung (BT1). In der Entwurfsplanung /U7/ ist als Gründungskörper eine quadratische Fundamentplatte (2,0 x 2,0 m) mit einer UK-Bpl. von 432,45 m ü. NN verzeichnet.

Empfehlung zur Bauwerksgründung

Das Untergeschoss „BT1.1 Aschegrube“ kommt in der höher tragfähigen und gering kompressiblen Schicht 2B zum Liegen. Wie aus den Darstellungen zur Schichtlagerung (Anlage 3.0 bis 3.4) hervorgeht, kann nicht ausgeschlossen werden, dass angrenzende Bauteile (BT1, BT1.2, BT2) zumindest teilweise noch in der darüber liegenden Schicht 2A zum Liegen kommen, welche sich durch eine geringe bis mäßige und räumlich stark schwankende Tragfähigkeit auszeichnet. Die Oberkante der Schicht 2B wurde in den vier Schürfgruben in unterschiedlicher Tiefe angetroffen und ist aufgrund der unterschiedlichen Verwitterungsintensität nicht horizontal und eben gelagert.

Voraussetzung für die Ausführung einer Flachgründung ist, dass sich ungefähr gleiche Setzungsbeträge ergeben. Bei wechselhaften Baugrundverhältnissen innerhalb einer Baugrube ist darauf zu achten, dass keine schädlichen Setzungsdifferenzen auftreten.

Zur Reduzierung von Setzungsunterschieden und hieraus resultierenden Zwängungsspannungen zwischen einzelnen Bauteilen sind im vorliegenden Fall die Bauteile einheitlich auf dem Gründungshorizont „Schicht 2B“ abzusetzen. Aufgrund des geotechnischen Risikos von Verkarstungserscheinungen, der erschwerenden Bedingungen und des geologisch bedingten Mehraushubs bei der Ausführung von Fundamentgräben (Stiefen-/Einzelfundamente, Tieferführungen) ist als Gründungssystem die **Ausführung von Bodenplatten mit unterlagernder Ausgleichs-/ Tragschicht zu bevorzugen** (siehe Kapitel 6.3.3, Abschnitt „Plattengründung“ und Kapitel 6.4: „Herstellen von Tragschichten und Gründungspolster“).

In **konstruktiver Sicht** wird empfohlen, das Bauteil BT1 einschl. der BT1.1, 1.2 und 2 in der Gesamtheit, d.h. Unter- und Erdgeschoss, als sog. „steifen Kasten“ in Stahlbetonbauweise zu erstellen.

Auch ist darauf hinzuweisen, dass Bodenplatten, welche im Bereich tiefer liegender Bauteile (hier BT1.1 und 1.2) angrenzen, zumindest teilweise auf der Arbeitsraumverfüllung auflagern. Um unterschiedliche Auflagerungsverhältnisse an solchen Stellen zu vermeiden, ist auf eine ausreichend tragfähige Verfüllung der Arbeitsräume zu achten. Die Tragfähigkeit sollte mindestens gleichwertig wie die Schicht 2B sein.

Dort wo im flächigen Anschnitt der Baugrube bzw. unter den Bodenplatten/Unterbau der BT1, 1.2, 2 und unter dem Schornsteinfundament F1 SS HHZ noch die Schicht 2A ansteht, ist ein gezielter **Bodenaustausch** (Tragschicht gemäß Kapitel 6.4) **bis auf die als einheitlichen Gründungshorizont empfohlene Schicht 2B** vorzunehmen. Für das genannte Schornsteinfundament ist eine statische Anbindung an die Bodenplatte und Außenwand des BT1 in Betracht zu ziehen.

Zur Bemessung der Bodenplatte sind die Inhalte des Kapitels 6.3.3, Abschnitt „Plattengründung“ und die erdstatischen Kennwerte im Kapitel 5.7 heranzuziehen.

6.3.6.3 BT3: Wärmespeicher

Hier handelt es sich um den im nordwestlichen Bereich der Gesamtanlage gelegenen „Wärmespeicher“ mit einem Durchmesser von 9,54 m und einer Höhe von 17 m, der auf einer 0,5 m dicken Fundamentplatte mit UK-Bpl. 432,20 m ü. NN auflagert.

Empfehlung zur Bauwerksgründung

Nach den Baugrundschnitten (Anlage 3.1 und 3.3) kann nicht ausgeschlossen, dass die Unterkante der Bodenplatte (BT3) flächenhaft und der Lastabtragungsbereich in den unterschiedlich tragfähigen Schichten 2A und 2B zum Liegen kommt. Solche ungleichen Auflagerungsverhältnisse führen ohne besondere Gründungsmaßnahmen zu Setzungsunterschieden und zur Verkantung des Bauteils.

Zur Reduzierung und Vergleichmäßigung von Setzungen wird die Auflagerung der Bodenplatte des BT3 (Wärmespeicher) auf einem **flächenhaft ausgebildeten tragfähigen und frostsicheren Gründungspolster** empfohlen. Die Angaben zur Herstellung in Kapitel 6.4 sind zu beachten.

Bei der Festlegung der erforderlichen Mächtigkeit des Gründungspolsters sind folgende Kriterien einzuhalten:

- Zur Herstellung ist ein Bodenaustausch der Schicht 2A bis zur Aufstandsfläche (= Gründungshorizont OK Schicht 2B) vorzunehmen.
- Hinsichtlich der Einhaltung einer frostfreien Gründungstiefe (siehe Kapitel 6.3.4) und einer Frosteinwirkung ab Oberkante Bodenplatte (d=50 cm) lässt sich vorläufig eine Mindestmächtigkeit von rd. 50 cm für den Aufbau eines frostsicheren und tragfähigen Gründungspolsters abschätzen.

Das Gründungspolster, welches zur Lastabtragung dient, ist hohlraumarm und mit gleichmäßiger Stärke (horizontale Aufstandsfläche) herzustellen. Das Material muss lagenweise nach den einschlägigen Richtlinien aufgebracht und lagenweise verdichtet werden (siehe hierzu auch Vorgaben der ZTV E-StB /U16/). Die Einhaltung der Material- und Einbauanforderungen sind durch Qualitätskontrollen während des Einbaus zu überprüfen.

Zur Gewährleistung einer sicheren Lastabtragung im Randbereich der Bodenplatte ist das Gründungspolster, wie bei allen Tragschichtaufbauten, auf Höhe der Unterkante Bodenplatte mit einem umlaufenden Überstand über die Außenkanten der Bodenplatte hinaus und einer Lastausbreitung von 45° auszuführen (*Anmerkung: Solche Ausführungsmerkmale sind im vorgelegten Lastenplan /U9/ noch zu ergänzen*).

Der Überstand ist so festzulegen, dass mit dem eingesetzten Verdichtungsgerät insbesondere in den Randbereichen über die gesamte Schichtdicke eine sorgfältige Verdichtung gewährleistet ist. Dabei ist gesondert auch zu prüfen, ob durch Lastausbreitungen bzw. Lastüberschneidungen aus den angrenzenden Bauwerksteilen (BT1, BT1.1, BT2) und Verkehrslasten gesonderte statische Einflüsse zu beachten sind.

Zur Kontrolle des Einbauzustands ist der erreichte Verdichtungsgrad zu kontrollieren. Der Mindestprüfumfang und die Prüfwerte gemäß den Angaben in der ZTV E-StB /U16/ sind aus statischer festzulegen und einzuhalten. Als indirekte Prüfverfahren für den Verdichtungsgrad können statische Lastplattenversuche nach DIN 18134-300 und insbes. zu Vergleichszwecken alternativ dynamische Plattendruckversuche nach TP BF-StB, Teil B8.3 ausgeführt werden.

Die eingesetzten Prüfverfahren erfassen lediglich eine begrenzte Prüftiefe. Beim statischen Plattendruckversuch ist hier eine Prüftiefe von rd. 45 cm (= 1,5 * Plattendurchmesser D300 mm) zu nennen. Bei Anwendung des statischen Plattendruckversuchs und größeren Einbaumächtigkeiten wird eine Erhöhung des Prüfumfanges erforderlich: z.B. sind für ein 1 m dickes Gründungspolster entsprechende Prüfungen mindestens auf halber Schütthöhe und abschließend auf der planmäßigen Oberkante durchzuführen. Bei Ausführung von dynamischen Plattendruckversuchen ist eine lagenweise Prüfung zu empfehlen. Zudem ist gemäß der ZTV E-StB bei diesem Verfahren die Prüfanzahl (gegenüber dem statischen Plattendruckversuch) zu verdoppeln.

Zur Bemessung der Bodenplatte sind die Inhalte des Kapitels 6.3.3, Abschnitt „Plattengründung“ und die erdstatischen Kennwerte im Kapitel 5.7 zu beachten.

6.3.6.4 BT4 bis 6: Trafo, BHKW, Gas-Übergabestation; Schornstein F2 SS BHKW

Diese oberflächennah auszuführenden Bauteile liegen im südöstlichen Bereich der Gesamtanlage. Hierbei handelt es sich nach /U7/ um folgende Bauteile: „BT4: Trafo, UK-Bpl. 433,88 m ü. NN“ sowie „BT5: BHKW, UK-Bpl. 434,65 m ü. NN“ und „BT6: Gas-Übergabestation; ohne Angabe UK-Bpl.“. Der Schornstein F2 SS BHKW befindet sich an der westlichen Außenseite des BHKW (BT5). Genaue Angaben zu den Abmessungen des zugehörigen Gründungskörpers, dessen UK-Bpl. sind in der Entwurfsplanung /U7/ nicht enthalten.

Nach einer mündlichen Mitteilung am 01.02.2024 durch das **INGENIEURBÜRO BOLKART**, Frau Dipl.-Ing. (FH) Bolkart, kann davon ausgegangen werden, dass die für den Trafo (BT4) geplante Bodenplatte, welche direkt an das Silo (BT2) angrenzt, davon statisch entkoppelt betrachtet werden kann (siehe auch Lastenplan /U8/ /U9/).

*Baugrunderkundung mittels Schürfguben, Baugrundbeurteilung,
Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).*

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Empfehlung zur Bauwerksgründung

Detaillierte Angabe zu den dort anstehenden Untergrundverhältnissen können anhand der ausgeführten Baugrunderkundung nicht abgeleitet werden:

Im näheren Bereich des geplanten Trafos (BT4) wurde zwar die Schürfgube S2 ausgeführt. Abweichend von den weiteren drei Schürfguben setzte dort direkt unter dem Oberboden bei rd. 434,54 m ü. NN Dolomitstein ein, der nach dem Lösen überwiegend als Blöcke und Steine vorlag. Der in der Schürfgube S2 aufgeschlossene Dolomitstein wurde der Schicht 2B zugeordnet. Bei der weiter nördlich ausgeführten Schürfgube S1 setzte die Oberkante der Schicht 2B bei vermutlich 431,75 m ü. NN ein. Inwieweit sich die in der Schürfgube S2 punktuell angetroffene Baugrundsituation bis in den Lastabtragungsbereich der Bauteile BT4, 5, 6 und Schornstein F2 SS BHKW erstreckt, kann nicht angegeben werden. Bei der geplanten Ausführung von linienhaften Gründungsbauteilen oder Frostschrüzen können ein erschwerter Aushub, geologisch bedingter Mehraushub und unterschiedliche Auflagerungsverhältnisse nicht ausgeschlossen werden.

Auch ist darauf hinzuweisen, dass die Bodenplatten, welche im Bereich tiefer gelegener Bauteile (hier BT1.1: Aschegrube und 1.2: Querförderer) angrenzen, zumindest teilweise auf der Arbeitsraumverfüllung auflagen. Um unterschiedliche Auflagerungsverhältnisse an solchen Stellen zu vermeiden, ist auf eine ausreichend tragfähige Verfüllung der Arbeitsräume zu achten.

Aufgrund der genannten Unsicherheiten zu den im Lastabtragungsbereich anstehenden Baugrundverhältnissen wird empfohlen, bei der Ausführungsplanung zunächst von der Auflagerung der einzelnen Bodenplatten und des Schornsteins auf einem frostsicheren tragfähigen flächenhaft ausgebildeten Gründungspolster auszugehen (frosthfreie Gründungstiefe $\geq 1,0$ m; siehe Kapitel 6.4).

Durch die Lastausbreitung der Bodenplatte BT4 (Trafo: UK-Bpl. 433,88 m ü. NN) ergeben sich gewisse Einwirkungen auf das direkt angrenzende Bauteil BT2 (Silo: UK-Bpl. 432,40 m ü. NN) und es können sich hier gewisse Setzungsunterschiede der Bodenplatte ergeben. Sind solche Einwirkungen, Setzungsanteile und Verkantungen aus statischer Sicht zu reduzieren, sind die Lasten der Bodenplatte (BT4) sowie ggf. auch der weiteren Bauteile (BT5, F2 SS BHKW) auf dem gleichen Gründungsniveau (BT2) bzw. der Schicht 2B abzusetzen oder eine konstruktive Anbindung der Bodenplatte BT4 an BT2 in Betracht zu ziehen.

Zur Bemessung der Bodenplatten sind die Inhalte des Kapitels 6.3.3, Abschnitt „Plattengründung“ und die erdstatischen Kennwerte im Kapitel 5.7 zu beachten.

6.3.6.5 BT7: Rampe mit seitlichen Stützwänden

Die Fundamentsohlen der seitlichen Stützwände der Rampe liegen nach dem Lastenplan /U8/ auf unterschiedlicher Höhe: 432,90 (FS1) bzw. 433,90 m ü. NN (FS2). Der mittige Sohldruck $\sigma_{R,d}$ (Design-Werte) beträgt 90 bzw. 75 kN/m².

Zieht man zur Baugrundbeurteilung die im Rampenbereich ausgeführte Schürfgrube S1 heran, kommen die Fundamentsohlen in der Schicht 2A zum Liegen. Wie aus dem Kapitel 6.3.3 zu entnehmen ist, kann bei einer geplanten Lastabtragung in diesen Böden bei durchgängig vorhandenen, mindestens steifer Konsistenz nach den Regelfällen des EC7 für die Bemessung von Streifenfundamenten ein Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands von 170 kN/m² (Einbindetiefe=0,5 m, Mindestbreite b bzw. b'=0,5 m) angesetzt werden. (Hinweis: Der aufnehmbare Sohldruck ergibt sich durch Division mit einem Teilsicherheitsbeiwert von ~1,4 zu 120 kN/m²). Dabei sind bei vollständiger Ausnutzung des o.g. Bemessungswerts bzw. aufnehmbaren Sohldrucks Setzungen in der Größenordnung von 2 bis 4 cm zu erwarten. Für erdstatische Nachweise sind die Angaben in der Tabelle 6 im Kapitel 5.7 zu verwenden.

Die Umfassungswand mit der Fundamentsohle FS1 = 432,90 m ü. NN liegt noch rund 0,5 m oberhalb der Unterkante der Bodenplatte von 432,40 m ü. NN des direkt angrenzenden Silos (BT2). Hier ist eine Gründung dieser Bauteile auf einem einheitlichem Gründungsniveau (Schicht 2B) zu empfehlen. Sofern die FS2 = 433,90 m ü. NN auf der Schicht 2A auflagert, ist von Setzungsunterschieden auszugehen. Sofern aus statischer Sicht erforderlich, ist eine Trennung durch Fugen der auf unterschiedlichem Gründungshorizont liegenden Stützwände und Gründungsbauteile zu prüfen.

Auch für die Stützwände ist die frostfreie Gründungstiefe von 1,0 m einzuhalten (siehe Kapitel 6.3.4). Für die Bauausführung empfehlen wir, den Aushub zunächst bis auf die projektierte Unterkante der seitlichen Stützwände auszuführen und dann eine Begutachtung der Aushubsohle durch den Unterzeichnenden im Hinblick auf ggf. erforderliche Maßnahmen (z.B. Einbringen einer Ausgleichs-/Tragschicht, Bodenaustausch, etc.) vornehmen zu lassen.

Ergänzende Angaben für den Aufbau der Rampe als Verkehrsfläche sind in Kapitel 9 enthalten.

6.4 Herstellen von Tragschichten und Gründungspolstern

Die nachfolgenden Ausführungen gelten sowohl für die einzubauenden Ausgleichs- und Tragschichten wie auch für den Aufbau der Gründungspolster unter einzelnen Gründungsbauteilen.

Bei der Herstellung eines Gründungspolsters und dem Aufbau von Tragschichten jeglicher Art handelt es sich um Maßnahmen des Erdbaus. Bei der Umsetzung sind dementsprechend sämtliche Inhalte der derzeit

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

gültigen ZTV E-StB (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*) /U16/ in ihrer Gesamtheit zu beachten. Aufgrund der Vielzahl der dort genannten und bei der Umsetzung zu beachtenden Gesichtspunkte, kann nachfolgend lediglich ein Auszug dieser Punkte in allgemeiner Form genannt werden (ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

Zur Herstellung von Gründungspolstern bzw. Tragschichten ist ein Geländeabtrag bis auf die Oberkante der Schicht 2B vorzunehmen. Angaben zur Herstellung der Baugrube finden sich in Kapitel 8. Bei der Ausdehnung der Baugrube ist zu berücksichtigen, dass zur Gewährleistung einer sicheren Lastabtragung im Randbereich einer Bodenplatte, für den gesamten Unterbau einschl. Gründungspolster bzw. Tragschicht auf Höhe der Unterkante Bodenplatte zunächst ein umlaufender Überstand über die Außenkanten der Bodenplatte hinaus auszuführen ist. Ausgehend von einer Lastausbreitung von 45° entspricht der Mindestüberstand der Gesamt-Schichtdicke des Unterbaus ab Unterkante Bodenplatte. Auch ist der notwendige Arbeitsraum entlang von Böschungen und angrenzenden Bauteilen, etc. dabei auf die eingesetzten Arbeitsgeräte abzustimmen.

Auf die Witterungs- und Frostempfindlichkeit der anstehenden bindigen Böden (Schicht 2A) wurde schon hingewiesen. Daher sollten die erforderlichen Erdarbeiten bevorzugt bei günstigen Witterungsverhältnissen ausgeführt werden. Allgemein sind negative Veränderung der auf Planumshöhe anstehenden Böden zu vermeiden. Eine direkte Versickerung von Niederschlagswasser ist nicht möglich. Die Flächen sind möglichst rasch zu überbauen. Es wird empfohlen, möglichst direkt nach Herstellung des Planums die erste Lage des Gründungspolsters bzw. Tragschicht aufzubringen, die dann die Funktion einer Schutzschicht übernehmen kann. Dabei sollte die Schutzschicht bis an den Böschungsrand herangeführt werden.

Im flächigen Anschnitt der Baugrubensohle und der angrenzenden Böschungsflächen kann ein geologisch bedingter Mehraushub nicht ausgeschlossen werden (unvermeidbares geologisches Überprofil = nicht ebene Aushub-/Böschungsfläche). Auch die zur Baugrunderkundung angelegten Schürfgruben S1 bis S4 wurden ohne besondere Verdichtung wieder verfüllt. Reichen die zur Erkundung ausgeführten Schürfgruben bzw. deren Sohlen bis unter die projektierte Baugrubensohle (= Unterkante des Gründungspolsters, Tragschicht) und erfassen den Lastabtragungsbereich, ist in solchen Bereichen ein fachgerechter Bodenaustausch bzw. eine geeignete Nachverdichtung vorzunehmen. Stehen auf dem Planum aufgeweichte Böden an, sind diese zu entfernen und auszukoffern. Als Material zum Ausgleich von Mehraushub und Auskofferungen kann z.B. das Material des Gründungspolsters bzw. Tragschichtmaterial verwendet werden. Die Einbaudichte sollte dabei mindestens vergleichbar oder besser als der umgebende natürliche Untergrund sein. Für lokale Verfüllungen kommt auch Magerbeton in Frage.

Je nach Zustand des Planums (z.B. aufgeweichte bindige Bodenpartien bei Auflagerung innerhalb der Schicht 2A, Verkarstungsflächen der Schicht 2B) und nach einer Begutachtung durch den Baugrundsach-

verständigen wird empfohlen, unter der ersten Lage des Gründungspolsters bzw. unter der Tragschicht ein stabiles Bauvlies mit ausreichender Festigkeit (Geotextilrobustheitsklasse GRK3; Flächengewicht von 150 g/m²) zu verlegen, um ein zu starkes Eindrücken des Materials in bindigen und gemischtkörnigen Untergrund zu vermeidenⁱ. Das Bauvlies ist nach Herstellerangaben zu verlegen. Es sollte bis zur Außenkante der anstehenden Baugrubenwände nach oben geführt und bis in den Bereich einer ggf. überlagernden Filterschicht umgeschlagen werden (Umhüllung).

Abschließend wird empfohlen, bei der Festlegung der Ausdehnung des Gründungspolsters bzw. von Tragschichten die geplanten Außenanlagen (z.B. (Bau-)Zufahrten, spätere Verkehrswege etc.) ggf. mit zu berücksichtigen.

Material- und Einbauanforderungen

Für das Gründungspolster und für Tragschichten sind geeignete, verdichtbare und tragfähige und frostsichere Fremdmaterialien (F1-Material) zu verwenden. Hierzu zählen u.a. frostsichere Schottertragschichten 0/32 oder 0/45 mit entsprechender güteüberwachter Kornabstufung oder sogenanntes KFT-Material mit vergleichbaren Eigenschaften.

Tragschichten und insbes. Gründungspolster, welche zur Lastabtragung dienen, sind hohlraumarm und mit gleichmäßiger Stärke herzustellen. Das Material muss lagenweise nach den einschlägigen Richtlinien aufgebracht und lagenweise verdichtet werden (siehe hierzu auch Vorgaben der ZTV E-StB /U16/).

Prüfungen zur Qualitätssicherung

Die Einhaltung der Material- und Einbauanforderungen sind durch Qualitätskontrollen während des Einbaus zu überprüfen. Das eingebaute Material ist durch Lieferscheine nachzuweisen.

6.5 Fazit, Empfehlungen

Die Unterkanten der einzelnen Bauteile des geplanten Neubaus „Heizzentrale Süd“ liegen auf unterschiedlichen Höhenniveaus. Hinzu kommt die Hanglage und die angetroffenen uneinheitlichen Baugrundverhältnisse, die eine unterschiedliche Tragfähigkeit und Setzungsfähigkeit aufweisen. Ohne besondere Maßnahmen ist von unterschiedlichen Auflagerungsverhältnissen der Bauteile auszugehen.

Aus geotechnischer Sicht empfehlen wir, das Gründungssystem nach den Inhalten der Kapitel 6.3, 6.4 und 10 und unter Berücksichtigung der baupraktischen Umsetzung zu optimieren und die Planung entsprechend fortzuschreiben.

ⁱ Nach Erfahrungen wäre bei einer Beanspruchung durch Baustellenverkehr mit einer Spurrinntiefe von über 5 cm bis 15 cm eine Erhöhung des Flächengewichts auf ≥ 250 g/m² (Vlies GRK4) vorzunehmen.

Hierzu ist auch der zuletzt vorgelegte Lastenplan mit vorläufigen Aushubsohlen /U9/ hinsichtlich der Lastausbreitung von Tragschichten und Gründungspolstern zu überarbeiten und ggf. eine Detailplanung der (gestaffelten) Baugrube vorzunehmen.

Zur statischen Bemessung der Gründungsbauteile sind die in Kapitel 6.3.3 angegebenen Bemessungswerte zu verwenden. Die vom **INGENIEURBÜRO BOLKART** in /U9/ angeforderten erdstatischen Kennwerte, welche zur Berechnung der Bodenpressungen unter Bodenplatten und der hieraus abzuleitenden bauteilspezifischen Bettungsmoduli dienen, sind für die anstehenden Schichten 2A/2B in Kapitel 5.7 enthalten.

Bei der Bemessung der Gründungsbauteile sind ggf. ergänzend besondere anlagenspezifische Anforderungen und die Anforderungen zur Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen.

7. Besondere Hinweise zu Aushub- und Gründungsarbeiten

Vor allem im Sohlbereich der anzulegenden Baugruben ist das geklüftete Festgestein der Verwitterungszone (Schicht 2B) stets schonend und möglichst schichtparallel zu lösen, um ein unnötiges Überprofil und ein Auflockern der Schichten im Gründungsbereich zu minimieren. Stark geneigte Gründungssohlen müssen vermieden werden. Falls im Bereich einer steil abfallenden Festgesteinsoberkante das Aushubgerät nicht in der Lage ist, eine relativ ebene Gründungsfläche herzustellen, muss ein Felsmeißel eingesetzt werden.

Die einzelnen Festgesteinsbänke sind durch das Kluftsystem in Kluftkörper zerlegt, so dass Kluftkörper in der Regel komplett ausgehoben werden müssen. Im Zuge der Erkundung lagen nach dem Lösen Blöcke mit maximalen Kantenlängen von ca. 50 cm x 27 cm x 21 cm, welche zunächst eine Bankmächtigkeit von bis zu ca. 21 cm erwarten lassen. Jedoch können größere Abmessungen (große Blöcke) wie auch größere Mächtigkeiten nicht ausgeschlossen werden. Die Gesteinsfestigkeit war anhand der Feldversuche meist als mäßig hart bis sehr hart einzustufen.

Ein maßhaltiger Baugruben- sowie Fundamentaushub, insbes. bei der Herstellung von linienhaften, punktuellen Fundamentgräben und Kanälen, beim Anlegen von Baugrubenböschungen sowie bei Sicherungsmaßnahmen jeglicher Art kann vermutlich nicht erzielt werden, da das Festgestein der Boden-/Felsklasse 6 und 7 (DIN 18 300, Ausgabe 09-2012) nur an Schichtfugen und Klüften gelöst werden kann. Somit können hier Meißelarbeiten erforderlich werden. Auch kann ein ebenes Planum der Fundament-, Gründungs- und Baugrubensohlen aufgrund des geologisch bedingten Mehraushubs nicht hergestellt werden. Ebenso können in Böschungsfächen Unterschneidungen durch Ausbrechen von Kluftkörpern bzw. ein Mehraushub entstehen.

Wie bereits angeführt, sind Vertiefungen in der Gründungssohle von Einzel- und Streifenfundamenten, wie sie z.B. durch geologisch bedingten Mehraushub entstehen können, und randliche Spalten mit Magerbeton aufzufüllen (nach Beräumen der Sohle von losem und bindigem Material), um eine sichere Fundamenteinbindung und Lastübertragung in den Untergrund zu gewährleisten. Bei Unebenheiten im flächigen Anschnitt (z.B. bei der Ausbildung von Bodenplatten) kann ein Ausgleich durch Magerbeton oder auch durch das verdichtete Einbringen von Tragschichtmaterial erfolgen. Als Material für ggf. erforderliche Tragschichten und zum Ausgleich geologisch bedingten Mehraushubs kommen in erster Linie frostsichere Schottertragschichten 0/32, 0/45 mit entsprechender Kornabstufung nach ZTV SoB-StB in Betracht. Das Material muss lagenweise nach den einschlägigen Richtlinien verdichtet werden (siehe hierzu Vorgaben der ZTV E-StB: *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*).

Liegen Gründungskörper im Bereich der ausgeführten Schürfgruben und befindet sich hierbei die Gründungssohle oberhalb der Schürfgrubensohle, sind ggf. für diese Bereiche besondere Maßnahmen (z.B. Auskoffnung mit Magerbeton) für eine gesicherte Lastabtragung in den Untergrund zu ergreifen, damit hier wieder eine vergleichbare Tragfähigkeit wie die des angrenzenden ungestörten Untergrunds vorhanden ist.

Erschütterungen

Insbesondere bei einem Aushub im Bereich der Schicht 2B muss mit Erschütterungen gerechnet werden, welche sich auf die angrenzenden Bestandsbauwerke auswirken können.

8. Herstellen der Baugrube, Sicherungsmaßnahmen

8.1 Allgemeines

Vorschriften: Bei der Ausführung sind die allgemein gültigen Vorschriften bei der Herstellung von Baugruben und Böschungen (DIN 4124, EAB, UVV, Arbeitsschutz) und Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude und anderer baulicher Anlagen (DIN 4123) sowie ggf. baubehördliche Auflagen zu berücksichtigen.

Für die Dimensionierung bzw. statische Berechnungen von Baugruben und deren Sicherungsmaßnahmen sind ergänzend die Inhalte der EAB (*Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben*) zu beachten.

Bei der Baugrubengestaltung sind angrenzende Gebäude und vorhandene Leitungen, aber auch der geplante Aufstellort von Kränen zu berücksichtigen.

Nicht standfeste Graben- und Baugrubenwände sind zu verbauen.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Kanal- und Leitungsbau: Hier sind zusätzlich die Angaben der DIN EN 1610 (*Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*) und des Arbeitsblattes DWA-A 139 (*Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen*) zu beachten.

Erdarbeiten: Für sämtliche Erdarbeiten sind die erdbautechnischen Regeln der ZTV E-StB (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*) zu beachten.

Festlegung von Arbeitsräumen, Abstand zum Böschungs-/Baugrubenfußpunkt: Zur Gewährleistung einer sicheren Lastabtragung sind Filter- und Tragschichten sowie Maßnahmen des Bodenaustauschs jeglicher Art an den umlaufenden Randbereichen von Bodenplatten mit Überstand und unter Berücksichtigung eines Lastausbreitungswinkels von 45° aufzubauen. Insbesondere im Randbereich ist auf eine sorgfältige Verdichtung zu achten. Im Bereich direkt angrenzender Bauteile wird dies nicht immer möglich sein. Hier ist z.B. der Einbau von Magerbeton in Betracht zu ziehen, wobei hier auf eine fugengerechte Trennung zwischen den einzelnen Bauteilen zu achten ist.

Bei der Festlegung von Baugrubenböschungen bzw. Baugrubensicherungen muss somit der notwendige seitliche Arbeitsraum der eingesetzten Arbeits- und Verdichtungsgeräte zusätzlich berücksichtigt werden.

Baugrubensohle, Herstellung Planum: Die erforderlichen Erdarbeiten sollten bevorzugt bei günstigen Witterungsverhältnissen ausgeführt werden. Die in der Baugrubensohle anstehenden sowie beim Kanal- und Leitungsbau zu befahrenden Flächen sind, soweit bindige Anteile (Schicht 2A) auftreten sollten, als witterungsempfindlich (Vernässung, Austrocknung) einzustufen. Eine ebene Baugrubensohle ist aufgrund des geologisch bedingten Mehraushubs nicht zu erwarten.

Unter Umständen sind zur Befahrbarkeit der Zuwege zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, wie z.B. der Einbau von Schottertragschichten (ggf. mit Geotextilunterlage) oder von Schroppen.

Winterbau: Für den Fall, dass Baumaßnahmen im Winter bzw. bei Frosttemperaturen ausgeführt werden, ist darauf hinzuweisen, dass der Unterbau keinesfalls auf gefrorenem Untergrund aufgebracht werden darf. Auch ein nachträgliches Unter- bzw. Auffrieren von Fundamenten, Bodenplatten und des Unterbaus ist zu vermeiden.

Offene Wasserhaltung: In der Gesamtschau ist im Zuge jeglicher Aushubarbeiten, aber auch während der Dauerstandzeit des Bauwerks, mit dem Auftreten von Sicker- und Schichtenwasser zu rechnen, wobei die Wasserdruckhöhe und -intensität jahreszeitlich stark schwanken kann. Während Trockenperioden können Wasserzutritte eventuell ausbleiben.

Oberflächenwasser ist durch gezielte Maßnahmen zu fassen und außerhalb von Baugruben und Gräben abzuleiten. Planumsflächen sind zu entwässern. Ein gezieltes direktes Versickern des Wassers ist nicht

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

möglich bzw. sollte ein Aufweichen der bindigen Kluffüllungen/Zwischenlagen im Bereich der Baugruben- und Fundamentsohlen tunlichst vermieden werden. Am Tiefpunkt ist hierzu ein Pumpensumpf herzustellen. Der Wasserandrang kann witterungsbedingt starke Schwankungen aufweisen. Die zu erwartenden Wassermengen können derzeit nicht abgeschätzt bzw. verbindlich vorhergesagt werden.

Das Einleiten/Ableiten von Wasser in den Kanal ist genehmigungspflichtig. Die Einleitbedingungen sind mit der Stadtverwaltung abzuklären.

Regenwasser aus Dachflächen, etc. ist schon während der Rohbauphase durch Provisorien gezielt abzuleiten und darf keinesfalls in den Unterbau bzw. in die Baugruben- und Fundamentsohlen bzw. angrenzende Bereiche des Bestands gelangen.

8.2 Mögliche Auswirkungen auf Nachbarbauwerke, Beweissicherung

Bei sämtlichen Maßnahmen sind die Inhalte der DIN 4123 *Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude sowie Anlagen jeglicher Art* zu beachten.

Auch bei sorgfältiger und sachgemäßer Bauausführung können Einwirkungen auf angrenzende Bauwerke, Kanäle, Leitungen, etc. nicht völlig ausgeschlossen werden. Diese können im Zuge der Baumaßnahme z.B. durch den Aushub der Baugrube und Gräben, Verfüllungen, Erschütterungen durch Verdichtungsmaßnahmen sowie anderweitige Einwirkungen verursacht werden. Auch ist mit Lärmbelästigungen zu rechnen.

Inwieweit aufgrund der Eigentumsverhältnisse bei der Projektumsetzung noch vor Beginn weiterer Maßnahmen eine Beweissicherung auszuführen ist, entzieht sich unserer Kenntnis. Dies ist zu prüfen.

8.3 Freie Böschungen

Bei der Herstellung von Baugruben sind die Inhalte der DIN 4124 (Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten) maßgebend und einzuhalten. Die darin genannten Einschränkungen sind zu berücksichtigen. Insbesondere sind die Böschungskronen lastfrei zu halten. Liegen z.B. Bauwerke, Leitungen, ständige Lasten und/oder Verkehrslasten - auch z.B. Kranlasten -, etc. im Einflussbereich von Böschungen, so ist die zugehörige Lastausbreitung entsprechend zu berücksichtigen und die Standsicherheit im Bauzustand zu überprüfen.

Im vorliegenden Fall können freie Baugrubenböschungen mit einer Höhe von bis zu 5 m bei ausreichenden Platzverhältnissen nach DIN 4124 unter Einhaltung der dort genannten Randbedingungen und ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit mit folgenden Neigungen für die in Tabelle 1 (Kapitel 5.1) abgegrenzten und für einen Baugrubenaushub maßgebend werdenden Schichten angelegt werden:

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung,
Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH

Schicht 1:	Oberboden	$\beta \leq 45^\circ$ ¹⁾
Schicht 2A:	Verwitterungszone Oberer Muschelkalk, vollständig bis stark verwittert: Schluff, schwach tonig bis tonig, sandig kiesig, Steine/Blöcke, mindestens steife Konsistenz	$\beta \leq 60^\circ$
Schicht 2B:	Verwitterungszone Oberer Muschelkalk, schwach bis mäßig verwittert: Dolomit-/Kalkstein, geklüftet, geschichtet, bindige Zwischenmittel	$\beta \geq 60^\circ$ bis 80° ²⁾

¹⁾ Im Bereich von Auffüllungen können weitere Abflachungen nicht ausgeschlossen werden.

²⁾ Eine einzelfallbezogene Bewertung ist zu empfehlen. Zur Baugrube hin einfallende Schichten und Kluffüllungen sind gesondert zu beurteilen.

Hinweise: Eine vollständig abgesicherte Angabe einer zulässigen Böschungsneigung für die gesamte Abwicklungsfläche der Baugrubenböschungen kann anhand der lediglich punktuell ausgeführten Schürfgruben naturgemäß nicht erfolgen. Hier ist eine Beurteilung im flächigen Anschnitt der Baugrube zu empfehlen. Sofern bei der Ausführung andere Boden- und Wasserverhältnisse als die Beschriebenen angetroffen werden, ist der Unterzeichnende umgehend zu informieren und die weitere Vorgehensweise abzustimmen.

Beim Anlegen von Böschungen kann eine Auflockerung und ein gewisser Nachfall von losem Material nicht ausgeschlossen werden. Insbes. im unteren Bereich des Oberen Muschelkalks (Schicht 2B und darunter) muss von einem nicht profilgerechten Aushub (Lösen von Kluffkörpern, Blöcke bis große Blöcke) bzw. von Erschwernissen ausgegangen werden, die zu einem erhöhten, geologisch bedingten Mehraushub führen können. Loses und aufgelockertes Material in Aushubflächen ist prinzipiell abzuräumen. Unterschneidungen in der Böschung im Bereich von Wechselfolgen können durch Ausbrechen von Kluffkörpern auftreten. Sollten derartige Unterschneidungen auftreten, so sind diese in Beton bzw. Spritzbeton auszufüllen, ggf. sind Steinschlagsicherungen auszuführen.

Beim Auftreten von Schicht-, Sickerwasser in Böschungsfächen und eindringendem Oberflächenwasser bzw. Niederschlag können Teilausbrüche bzw. Schollenabbrüche und ein Nachfall nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Wird Schicht-, Sickerwasser während des Aushubs von Baugruben oder Gräben angetroffen, ist dieses zu fassen und je nach Intensität sind besondere Sicherungsmaßnahmen zu veranlassen.

Eine Rückverlagerung der Böschungswände (Schicht 1, 2A) wird u.a. durch Witterungseinflüsse verursacht. Es wird empfohlen, diese Böschungsbereiche im Bauzustand durch stabile Folien gegen Witterungseinflüsse zu schützen und anfallendes Oberflächenwasser kontrolliert außerhalb der Baugruben ab-

zuführen. Ein Eindringen von Wasser in die Baugrube und insbes. in geplante Gründungsflächen ist zu unterbinden.

Die Planung von Böschungen und deren Sicherung für die Dauerstandszeit hat gesondert zu erfolgen, wobei insbes. auf eine ausreichende Zugänglichkeit auch nach einer Bauwerkserstellung geachtet werden sollte.

9. Verkehrsflächen

Für die Planung bzw. Dimensionierung des Aufbaus von Verkehrsflächen jeglicher Art sei an dieser Stelle insbesondere auf die Inhalte der ZTV E-StB /U16/ (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*), RStO /U17/ (*Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen*) und ZTV Pflaster-StB /U18/ (*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen*) verwiesen.

Die Dicke des Aufbaus ist so festzulegen, dass zum einen die Tragfähigkeit und zum anderen die Frostsicherheit gewährleistet sind. Bei der Festlegung der Mindestdicken eines frostsicheren Oberbaus sind die Frostempfindlichkeitsklasse, die Belastungsklasse nach RStO und evtl. Mehr- und Minderdicken aufgrund der örtlichen Verhältnisse zu berücksichtigen. Hier ist anzumerken, dass bei solchen Festlegungen auch die Zufahrten innerhalb und zum Betriebsgelände mit einbezogen werden sollten.

Für die geplante Baumaßnahme sind dabei insbes. folgende Punkte zu beachten:

- Die geländenah auf dem Erdplanum zu erwartenden Böden (Schicht 2A) sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen. Sie sind als stark witterungsempfindlich einzustufen. Abweichend davon ist die Schicht 2B (siehe Tabelle 5: F3 bis F1) zu nennen, welche in der Schürfgrube S2 auch direkt unter dem Oberboden aufgeschlossen wurde und deren flächiges Auftreten derzeit nicht abgegrenzt werden kann.
- Die Aufbauten von Verkehrsflächen sind er in Abhängigkeit von der Straßenkategorie und den Belastungsklassen nach der RStO bzw. der Nutzung festzulegen. Erste Angaben für die Rampe liefert die Angabe „SLW 30“ im Lastenplan /U8/. Eine Belastungsklasse wurde bislang nicht festgelegt (Telefonat 09.02.2024, Frau Dipl.-Ing. (FH) Bolkart).
- Das Baufeld liegt nach der Karte der Frosteinwirkungszonen (Bundesanstalt für Straßenwesen BAST) im Übergangsbereich der Frosteinwirkungszone 1 bis 2.

Beurteilung des anstehenden Untergrunds

Für das Niveau des Erdplanums wird nach ZTV E-StB bzw. RStO eine Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Der im Zuge der Erkundung oberflächennah aufgeschlossene Boden der Schicht 2A zeigte in den punktuellen Aufschlüssen meist eine steife bis steif/halbfeste Konsistenz, welche nach Erfahrungen E_{V2} -Werte von etwa 10 bis 15 MN/m^2 erwarten lässt. In Verwitterungsböden können je nach Verwitterungszustand und Anteil des Grobkorns auch höhere Werte erreicht werden. Bei weichen Böden liegt der E_{V2} -Wert i.d.R. bei lediglich etwa 5 MN/m^2 .

Eine Überprüfung bzw. Beurteilung des anstehenden Untergrunds auf Höhe des jeweiligen Planums ist in der Regel zu Beginn der eigentlichen Erdarbeiten vorzunehmen. Hierzu sind die Ausgangstragfähigkeiten mittels statischem Plattendruckversuch nach DIN 18 134 festzustellen und die erforderlichen Maßnahmen eines Bodenaustauschs (Einbau Tragschicht) oder einer Bodenverbesserung auf die erzielten Ergebnisse abzustimmen. Eine genauere Eingrenzung der Maßnahmen und Abschätzung der erreichbaren Tragfähigkeit lässt sich in der Regel durch das Anlegen von Probefeldern erreichen.

Bodenaustausch/Bodenbehandlung

Für einen Bodenaustausch lässt sich die erforderliche Mächtigkeit einer Tragschicht mit Hilfe des allgemeinen Bemessungsdiagramms im früheren Kommentar der ZTV E-StB, in Abhängigkeit von verschiedenen Ausgangstragfähigkeiten abschätzen, um den auf dem Erdplanum geforderten E_{V2} -Wert von 45 MN/m^2 zu erreichen (siehe Tabelle 11).

Ausgangstragfähigkeit auf dem Untergrunds $E_{V2,U} \text{ [MN/m}^2\text{]}$	zusätzliche Schichtdicke der Tragschicht $d \text{ [cm]}$
5	(60-70)
10	40
20	20
30	15

Tabelle 11: Abschätzung der Dicke zur Planumsverbesserung auf $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
mit Frostschutzmaterial GW/GI

(Der Klammerwert wurde aus den Angaben im Kommentar der ZTV E-StB extrapoliert)

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Je nach Zustand des Planums zum Zeitpunkt der Ausführung kann es erforderlich werden, als Trennlage auf dem freigegebenen Planum ein stabiles Bauvlies mit ausreichender Festigkeit zu verlegen. Die erforderliche Geotextilrobustheitsklasse (GRK3 oder GRK4) ist in Abhängigkeit des verwendeten Tragschichtmaterials und der Einbaubeanspruchung festzulegen.

Als Material für Tragschichten kommen in erster Linie frostsichere Schottertragschichten mit entsprechender güteüberwachter Kornabstufung in Betracht. Das Tragschichtmaterial muss lagenweise nach den einschlägigen Richtlinien aufgebracht und verdichtet werden (siehe hierzu Vorgaben der ZTV E-StB).

Hinsichtlich der Qualitätssicherung der Material- und Einbauanforderungen im Zuge des Einbaus werden in Anlehnung an die Regelwerke eine Eigenüberwachung durch die ausführende Firma und entsprechende Kontrollprüfungen durch den Bauherrn empfohlen.

Abschließend ist die geforderte Tragfähigkeit bzw. Verdichtungsqualität des eingebauten Materials auf Oberkante der Tragschicht z.B. durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134 nachzuweisen. Es wird empfohlen, den Mindestprüfumfang und die Prüfwerte gemäß den Angaben in der ZTV E-StB /U16/ einzuhalten.

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit wird i.d.R. alternativ zum Bodenaustausch auch eine gezielte Bodenbehandlung ausgeführt. Aufgrund der im vorliegenden Fall angetroffenen Steine und Blöcke und der schwankenden Wassergehalte ist das anstehende Bodenmaterial als nur bedingt geeignet einzustufen. Es sind Aufbereitungsmaßnahmen zum Erreichen der Stückigkeit, zur Homogenisierung und zum Einstellen eines ausreichenden Wassergehalts zu erwarten. Steine und Blöcke über 63 mm sind vorab auszusortieren, sofern sie bei angewittertem Zustand nicht ausreichend zerkleinert werden können.

Für eine Aufbereitung wird in der Regel Mischbindemittel in den zu verbessernden Boden mittels einer Fräse homogen eingemischt, wobei übliche Frästiefen bis in eine Tiefe von ca. 40 cm reichen. Bei der eigentlichen technischen Umsetzung sind ergänzend Eignungsprüfungen im Labor und vor Ort durch das Anlegen von Testfeldern auszuführen. Dabei werden auch geeignete Einbauverfahren zur Einhaltung von Verdichtungsanforderungen festgelegt.

Bei Herstellung einer qualifizierten Bodenverbesserung nach den Regeln der ZTV E-StB /U16/ (Bindemittelzugabe von $\geq 3\%$ bezogen auf Trockenmasse Boden; Schichtdicke ≥ 25 cm, Verformungsmodul auf Erdplanum $E_{v2} \geq 70$ MN/m²) kann der Untergrund in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 eingestuft werden. Ferner kann bei Durchführung von Bodenverbesserungs- bzw. Verfestigungsmaßnahmen das wasserempfindliche Planum bei längerer Liegezeit und bei niederschlagsreichen und Frost-Perioden geschützt werden.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH

Für die Ausführung von Bodenbehandlungen wird insbes. auf das *Merkblatt über Bodenverfestigungen mit Bindemitteln (FGSV 551)*, das *Merkblatt zur Herstellung, Wirkungsweise und Anwendung von Mischbindemitteln (FGSV 564)* und die Inhalte der aktuellen ZTV E-StB hingewiesen.

Empfehlung: Nach unserer Einschätzung sollte eine ggf. geplante Ausführung einer Bodenbehandlung unter wirtschaftlichen Aspekten nach folgenden Punkten überprüft werden: Größe der Bearbeitungsfläche, oben genannte Aufbereitungsmaßnahmen sowie zu erwartende Kosten von Eignungsprüfungen (u.a. Laborversuche im Vorlauf von Maßnahmen; Feldversuche).

10. Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung, Bauwerksabdichtung

Nachfolgend wird eine Beurteilung der erdseitigen Wasserbeanspruchung für den Bauwerksstandort vorgenommen und die daraus abgeleiteten Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18 533 angegeben, welche dann zur Planung der Bauwerksabdichtung heranzuziehen sind. Die eigentliche und abschließende Abdichtungs- und Entwässerungsplanung für das Bauwerk unter Berücksichtigung der Entwässerung der Freiflächen (Außenanlagen) liegt in der Planungsverantwortung des Architekten bzw. Fachplaners und ist nicht dem geotechnischen Leistungsbereich zuzuordnen.

Wasserschutzgebiet

In wasserwirtschaftlicher Hinsicht liegt das Grundstück in keinem rechtskräftig festgesetzten Wasserschutzgebiet.

Normen

Bei der bautechnischen Umsetzung des Projekts sind zur Vermeidung von Bauwerksschäden hinsichtlich der Bauwerksabdichtung sämtliche Inhalte der DIN 18533 (*Abdichtung von erdberührten Bauteilen*) in allen Teilen sowie der DIN 4095 (*Baugrund - Dränung zum Schutz baulicher Anlagen - Planung, Bemessung und Ausführung*) in der jeweils aktuellen Fassung zu beachten.

Behördliche Vorgaben

Auch sind die Vorgaben in der Baugenehmigung, den örtlichen Bauvorschriften gemäß Bebauungsplan wie auch ergänzende behördliche Auflagen einzuhalten.

Standortbeurteilung und Bemessungswasserstand

Bei der geplanten Baumaßnahme ist für die Festlegung der Wassereinwirkungsklasse auf die erdseitige Abdichtung des Bauwerks für die anstehenden Bodenschichten von einem wenig wasserdurchlässigen Baugrund auszugehen ($k \leq 10^{-4}$ m/s), der keine gezielte Versickerung zulässt und die Anforderungen nach DIN 18533 ($k > 10^{-4}$ m/s) zum Entfall einer Drainage nicht erfüllt. Insbesondere sind hier auch die gering durchlässigen bindigen Kluffüllungen, Zwischenmittel und -lagen der Schicht 2B anzuführen.

Seite 53 / 59

Auf das zeitweise Vorhandensein von Schicht- und Sickerwasser weisen die angetroffenen teilweisen nas-
sen Flächen des zerlegten Dolomitsteins (nach Lösen) im Bereich der Schürfgrube S4 hin.

Es muss von einer Wasserbeanspruchung des Gebäudes ausgegangen werden, welche durch das Auftre-
ten von Schichten- und Sickerwasser aus dem natürlichen Untergrund, durch die vorhandene Hanglage
sowie durch das Eindringen solcher Wässer und Niederschlagswasser in höher durchlässige Arbeitsraum-
verfüllungen hervorgerufen wird.

Nach DIN 18533-1 muss bei den anstehenden Böden ($k \leq 10^{-4}$ m/s) damit gerechnet werden, dass durch
das Auftreten von Schichten- und Sickerwasser aus dem natürlichen Untergrund sowie durch das Eindrin-
gen solcher Wässer und Niederschlagswasser in den verfüllten Arbeitsraum dieses vor den Bauteilen zeit-
weise aufstaut und dann als drückendes Wasser einwirkt.

Langfristige Messungen des Wasserstands, welche zur Festlegung eines Bemessungswasserstands her-
angezogen werden könnten, liegen für das Baufeld nicht vor. Jahreszeitliche sowie mehrjährige Schwan-
kungen der Wasserdruckhöhe/-intensität können dabei naturbedingt nicht ausgeschlossen werden. Eine
Prognose bzw. Angabe eines verbindlichen, während der Nutzungsdauer zu erwartenden höchsten Was-
serstands (= Bemessungswasserstand) ist daher wegen der fehlenden Langzeitmessungen und der ge-
nannten Einflüsse nicht möglich.

Wird ein Boden nicht gedrängt, wirkt aufstauendes Wasser auf die Bauwerksabdichtung als drückendes
Wasser ein. Stauwasser im Sinne der DIN 18533 liegt vor, wenn auf eine Abdichtung in wenig durchlässi-
gem Baugrund Sicker- oder Schichtenwasser einwirkt. Da die genaue Höhe und Dauer der Stauwasser-
einwirkung nicht genau quantifizierbar sind, ist nach DIN 18533-1 bei der Planung und Ermittlung des Be-
messungswasserstandes bei nicht gedrängtem Oberflächen- und Sickerwasser und bei Schichtenwasser
die Stauwassereinwirkung bis Oberkante Gelände anzusetzen. Die Eintauchtiefe bzw. Stauwasser“höhe“
ist dabei als Höhendifferenz zwischen der tiefsten abzudichtenden Bauwerksfläche („Abdichtungsebene“)
sowie -teile und dem Bemessungswasserstand definiert.

Wassereinwirkungsklassen

Nach einer mündlichen Mitteilung des **INGENIEURBÜROS BOLKART**, Frau Dipl.-Ing. (FH) Bolkart (Telefonat
am 01.02.2024) ist die Ausführung einer Bauwerksdrainage nicht vorgesehen.

Im vorliegenden Fall wird nach DIN 18533-1 somit die **Wassereinwirkungsklasse W2-E: Drückendes
Wasser ohne Drainage maßgebend**. Wie bereits erwähnt, ist nach DIN 18533-1 bei der Planung und
Ermittlung des Bemessungswasserstandes bei nicht gedrängtem Oberflächen- und Sickerwasser und bei
Schichtenwasser die Stauwassereinwirkung bis auf Oberkante Gelände (GOK) anzusetzen.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung,
Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH

Je nach Größe der Einbindetiefe des Gebäudes und der hieraus resultierenden Stauwasser“höhe“ unterscheidet die DIN 18533-1 zwischen den Wassereinwirkungsklassen W2.1-E (Stauwasser bis 3 m) und W2.2-E (Stauwasser mehr als 3 m).

W2.2-E mit der Situation 1 (Zitat): Stauwasser mehr als 3 m - Die unterste Abdichtungsebene liegt mehr als 3 m unter GOK. Die erdberührten Bauteile befinden sich in wenig durchlässigem Böden und sind nicht gedrängt. Es wirkt im ungünstigsten Fall mehr als 3 m hoch Stauwasser ein. Der Bemessungswasserstand ist in diesem Fall auf GOK anzusetzen.

Bei einer geringeren Einbindetiefe bzw. Stauwasser“höhe“ bis 3,0 m wäre anzusetzen:

W2.1-E mit der Situation 1 (Zitat): Stauwasser bis 3 m - Die unterste Abdichtungsebene liegt bis zu 3 m unter GOK und oberhalb des HGW/HHW. Die erdberührten Bauteile befinden sich ohne Dränung in wenig durchlässigen Böden, so dass Stauwasser bis GOK zu erwarten ist. Der Bemessungswasserstand ist in diesem Fall auf GOK anzusetzen.

Bei der Wassereinwirkungsklasse W2-E ist nach DIN 18533-1 für das abzudichtende Bauwerk ein statischer Nachweis gegen Auftrieb und Wasserdruck erforderlich.

Je nach Ausführungsplanung ist ggf. ergänzend **die Wassereinwirkungsklasse W4-E** (Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden) zu berücksichtigen: Bei Wassereinwirkungen am Wandsockel sowie in und unter erdberührten Wänden sind entsprechende Abdichtungen nach den Vorgaben der DIN 18533-1 gemäß der Einwirkungsklasse W4-E Spritzwasser auszuführen. Details sind der zugehörigen DIN zu entnehmen.

Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton

Bei dieser Bauweise sind bei der Herstellung neben den allgemeinen Regelwerken für den Betonbau die DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie) zu beachten. Im vorliegenden Fall wird bei der Ausführung ohne Drainage die **Beanspruchungsklasse 1** (zeitweise drückendes Wasser) maßgebend. Auch ist an dieser Stelle auf die empfohlenen Mindestbauteildicken hinzuweisen.

Empfehlungen

Die vorgenannten Wassereinwirkungs- bzw. Beanspruchungsklassen sind im Zuge der Ausführungsplanung durch den zuständigen Planer bzw. Fachplaner abschließend zu überprüfen.

Weitere Planungshinweise

Bei der Ausführungsplanung sind außenliegende Bauteile wie Kellerabgänge, Lichtschächte oder Lichthöfe sowie sämtliche Durchdringungen (Rohre, Leitungsdurchführungen, etc.) entsprechend zu berücksichtigen.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Ob ggf. erhöhte Anforderungen an die Trockenheit der Raumluft von erdseitig abgedichteten Räumen und die Zuverlässigkeit der Abdichtungsbauart nach DIN 18533 zu beachten sind (Raumnutzungsklasse), entzieht sich unsere Kenntnis und ist zu prüfen.

Zur **Vermeidung einer unnötig hohen Wassereinwirkung** sollte das Bauwerk bzw. seine Bauteile so angeordnet und das umgebende Gelände so gestaltet sein, dass die Wassereinwirkung der erdberührten Bauteile und des Wandsockels so gering wie möglich ist. Das Gelände sollte, z.B. durch Rinnen und Gegengefällflächen, in Hanglagen z.B. durch offene, frei entwässerte Abfanggräben, so gestaltet werden, dass Niederschlagswasser (insbes. bei Starkregen) als Oberflächenwasser von der Gesamtanlage und Gebäudebauteilen weggeleitet wird.

Auf eine gezielte Fassung und Ableitung von Oberflächenwasser von befestigten Flächen ist zu achten. Sämtliche Ableitungen sind so zu planen, dass Flächen von Angrenzern und Anliegern nicht ungünstig beeinflusst werden.

Ränder und Abdeckungen von Übergabeöffnungen sowie ggf. geplanten Lichtschächten und Lichtgräben sollten so gestaltet werden, dass eindringendes Oberflächenwasser vermieden wird.

Hinweise zu Arbeitsraumverfüllungen

Wie bereits erwähnt, ist anzustreben, dass zwischen der Herstellung/Fertigstellung der Baugrubensohlen, des Unterbaus, dem Aufbringen von Bodenplatten und anderweitiger Gründungskörper sowie der Verfüllung von Arbeitsräumen ein möglichst enges Zeitfenster eingehalten wird. Hinsichtlich der Verwertung von Aushubmaterial sind ergänzend die Inhalte des Kapitels 5.5 zu berücksichtigen.

Um ein Eindringen von Oberflächenwasser in den Untergrund und den Arbeitsraum zu minimieren, kann im Bereich nicht überbauter Arbeitsraumverfüllungen und Verkehrsflächen - soweit möglich - eine abdichtende bindige Bodenschicht eingebaut werden. In solchen Bereichen ist dann jedoch mit gewissen Setzungen und Sackungen zu rechnen.

11. Schlussbemerkungen

Die redaktionelle Bearbeitung des vorliegenden Gutachtens schließt mit dem 13.02.2024 und den bis dahin unserem Büro vorgelegten Unterlagen ab (Kapitel 2).

Es ist darauf hinzuweisen, dass das Gutachten nur ungekürzt und in seiner Gesamtheit einschl. aller Anlagen gültig ist. Ergänzend sind hier die Anforderungen der weiteren beteiligten Fachplaner zu berücksichtigen und die Inhalte und Vorschriften des zugehörigen Bebauungsplans, der Baugenehmigung sowie ggf. weitere behördliche Vorgaben einzuhalten.

Fortschreibung der Planung

Die Gründungsempfehlung im Gutachten umfasst jeweils eine Beurteilung der auf unterschiedlichen Höhen projektierten Bauteile bzw. es wurden einzelne Bauteile im Hinblick auf die Bauausführung in der Beurteilung zusammenfassend betrachtet. In Kapitel 6.5 wurden Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise aufgenommen.

Das Gutachten dient als Grundlage für die Fortschreibung der bisherigen Planung, insbes. hinsichtlich der bautechnischen Maßnahmen zur Bauwerksgründung und zum Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung (Bauwerksabdichtung).

Die statische Bemessung der einzelnen Bauwerksteile erfolgt durch das **INGENIEURBÜRO BOLKART**. Als bevorzugte Bauwerksgründung wurde dabei bereits der Ausführung „Flächengründung: Bodenplatten mit unterlagernder Tragschicht; Gründungspolster“ zugestimmt. Die angeforderten erdstatischen Kennwerte, welche zur Berechnung der Bodenpressung unter den Bodenplatten erforderlich und zur Ableitung des Bemessungswerts „Bettungsmodul“ heranzuziehen sind, wurden im Gutachten im Kapitel 5.7 mit aufgenommen.

Hinsichtlich der statischen Belange sind die Inhalte des Kapitels 6.3.1 (Lage in der Erdbebenzone 1) und die konstruktiven Empfehlungen in Kapitel 6.3.3 gesondert zu beachten. Für jedes Bauteil ist zur Vermeidung von Frostschäden die frostfreie Gründungstiefe auf Dauer einzuhalten (Kapitel 6.3.4).

Der zuletzt vom **INGENIEURBÜRO BOLKART** vorgelegte Lastenplan mit vorläufigen Aushubsohlen /U9/ ist nach der endgültigen Festlegung des Gründungskonzepts und unter Berücksichtigung der Inhalte des Kapitels 6.4 (Herstellung von Tragschichten und Gründungspolster; Lastausbreitung) anzupassen. Auch wird empfohlen, einen Aushubplan für die (gestaffelte) Baugrube erstellen zu lassen.

Es wird empfohlen, vorgenommene Planungsänderungen und ausführungstechnische Belange, welche den geotechnischen Bereich betreffen, mit unserem Büro abzustimmen.

*Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung,
Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).*

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Bauausführung, Baugrundüberprüfung

Sofern bei der Herstellung der Baugrube andere als die hier beschriebenen Boden- und Wasserverhältnisse angetroffen werden, ist der Unterzeichnende umgehend zu informieren und hinsichtlich der geotechnischen Belange mit einzubinden.

Zur Überprüfung der im Gründungsbereich anstehenden Verhältnisse, u.a. im Hinblick auf eventuell vorhandene Störzonen und Verkarstungserscheinungen und zur Festlegung des Gründungshorizonts, zur Ausführung von Tragschichten und Gründungspolster, wird eine Begutachtung nach Fertigstellung des Aushubs und noch vor einer Überschüttung der Aushubfläche durch den hier Unterzeichnenden empfohlen.

Eventuell notwendige Termine zur Abnahme von Aushub- und Gründungssohlen oder andere Prüftermine sind mindestens 3 Arbeitstage vor der geplanten Ausführung anzukündigen.

Für eine weitergehende fachtechnische Beratung stehen wir gerne zur Verfügung.

Weissach, 13.02.2024

GBI

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Dr.-Ing. Claus Brinkmann
(Dipl.-Bauingenieur)

Dr. rer. nat. Ulrich Jordan
(Dipl.-Geologe)

Dieses Dokument trägt im Falle des elektronischen Versands keine Unterschrift.

Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung,
Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH

Datenschutzerklärung

Die am 25. Mai 2018 in Kraft getretene Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) veranlasst uns, Sie darüber zu informieren, dass in unserem Hause Daten über Sie gespeichert und vorgehalten werden. Dies betrifft unternehmensspezifische Daten wie Anschriften, Telefonnummern, Ansprechpartner, Kontonummern sowie die Daten über unseren Geschäftsprozess (Angebote, Auftragsbestätigungen, Vertragsunterlagen, Rechnungen, Untersuchungsberichte sowie Messergebnisse und andere Daten für die Erstellung solcher Berichte, etc.).

Wir machen Sie darauf aufmerksam, dass diese Daten in unserem Hause nur zum Zwecke der Abwicklung unserer Geschäftsbeziehung verwendet und vorgehalten werden. Die Daten werden weder für andere Zwecke verwendet, noch Anderen zum Zwecke anderer Verwendung zugänglich gemacht. Die Daten sind bei uns vor fremdem und unbefugtem Zugriff geschützt. Der Schriftverkehr wird Ihnen unverschlüsselt als PDF über eine sichere Verbindung gesendet. Wir weisen ebenso darauf hin, dass wir auch in Zukunft entstehende Daten, der oben beschriebenen Art, speichern werden, da dies zur Abwicklung unseres Geschäftsbetriebs notwendig ist.

Sollten Sie den genannten Punkten widersprechen, teilen Sie uns dies bitte per E-Mail an folgende Adresse mit:
info@qbi-weissach.de.

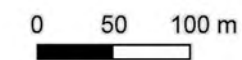
Projekt-Nr. 03523: Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd,
71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen

GBI

*Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung,
Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).*

*Geotechnik und Bautechnik
Ingenieurgesellschaft mbH*

Anlagen



Grundlage:
 - Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS) der LUBW
 - Amtliche Geobasisdaten © LGL (www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19)
 und © BKG (www.bkg.bund.de)

Plangrundlage
 LUBW

Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd
 71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen
**Baugrunderkundung mittels Schürfgruben,
 Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung.
 Chemische Laboruntersuchungen zur
 abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).**

**Übersichtslageplan M 1:5.000
 mit Lage des Bauvorhabens
 (rot umrandet)**

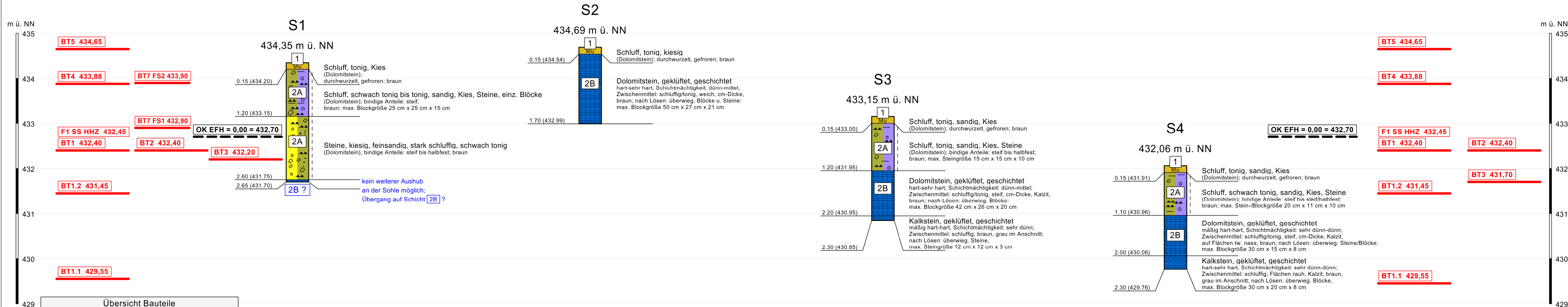
Plan-Nr. P-01	Maßstab M 1:5.000	Projektnummer 03523 Rutesheim Heiz-Süd BG
------------------	----------------------	--

**GBI Geotechnik und Bautechnik
 Ingenieurgesellschaft mbH**
 71287 Weissach, Auf der Steige 18
 Tel. 07044 / 97 49 - 41 Fax 07044 / 97 49 - 42

	Datum	Name
bearbeitet	01.02.24	Bri
geprüft	12.02.24	Jo

Übersicht

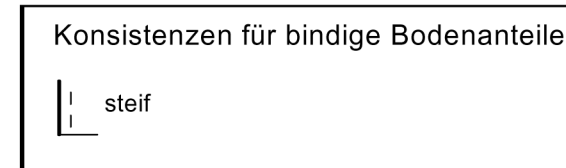
MH 1:50 ML ohne Maßstab



Übersicht Bauteile		
BT	Bezeichnung	UK Bodenplatte [m ü. NN]
1	Holzheizung	432,40
1.1	Aschegrube	429,55
1.2	Querförderer	431,45
2	Silo	432,40
3	Wärmespeicher	432,20
4	Trafo	433,88
5	BHKW	434,65
6	Gas Übergabestation	
7	Rampe/Stützwände	FS1=432,90 / FS2=433,90
	F1 SS HHZ	432,45
	F2 SS BHKW	

SCHICHTZUORDNUNG

- 1 Oberboden (gefroren)**
- 2 Verwitterungszone Oberer Muschelkalk**
- 2A** vollständig bis stark verwittert, inhomogene Zus.setzung
- 2B** schwach bis mäßig verwittert, geklüftet, geschichtet; bindige Zwischenmittel; nach Lösen: überwiegt. Steine, Blöcke



Bei einer vorhandenen Bandbreite der Konsistenz wurde jew. die ungünstigere Signatur dargestellt.

Die Schürfruben wurden am 16.01.2024 ausgeführt.

In den Schürfruben war kein weiterer Aushub mittels Bagger (Tieflöffel mit Zähnen) wegen der Bankigkeit bzw. dem Durchtrennungsgrad an der jew. Sohle (fehlende Lösbarkeit) möglich.

Bis zur jeweiligen Endtiefe wurde kein freies Wasser angetroffen.

Nach Abschluss der Arbeiten wurde die jeweilige Schürfrube wieder lagenweise mit dem Aushubmaterial verfüllt.

Plangrundlagen und Bezugshöhen

gm architektur: Entwurfsplanung Projekt-Nr. bm2303, 26.01.2024, Plannr. 3/90 (Vorabzug), 3/100, 3/101, 3/102.
 Ingenieurbüro für Bauwesen, Dipl.-Ing. (FH) Karen Bolkart: Projekt-Nr. bm2303, Plan-Nr. L1, M 1:100: Lastenplan für Vordimensionierung Gründung, Planstand 09.02.2024.
 Ingenieurbüro für Vermessung Duppel GbR: Absteckplan vom 11.01.2024, Schürfruben. Auftr.Nr.: 23158.
Schichtaufnahme und Darstellung: Schichtaufnahme nach DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689. Darstellung in Anlehnung an DIN 4023.

Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd
 71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen
Baugrunderkundung mittels Schürfruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung.
Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Übersicht:
Schichtenprofile S1 bis S4 mit geplanter Unterkante der Bauteile
 (MH 1:50, ML ohne Maßstab)

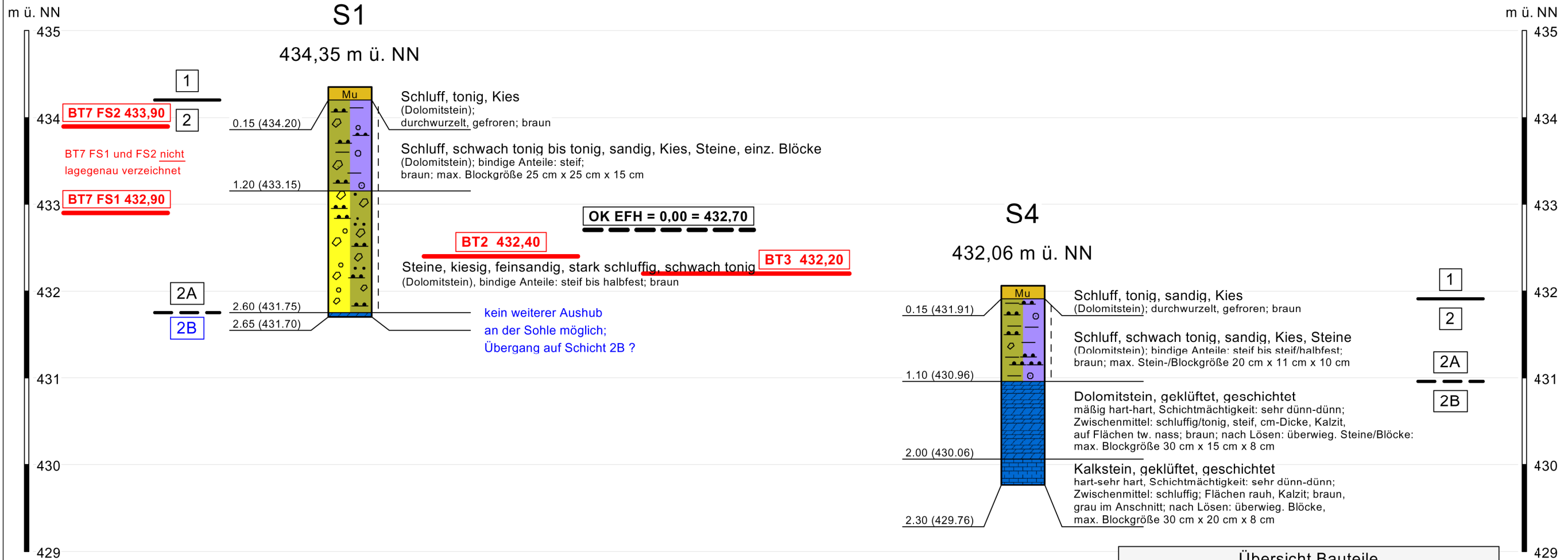
Plan-Nr.	Maßstab	Projektnummer/-bezeichnung
P-03.0	MH 1:50 ML - ohne -	03523 Rutesheim Heiz-Süd BG
GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH		
71287 Weissach, Auf der Steige 18 Tel. 07044 / 97 49 - 41 Fax 07044 / 97 49 - 42		
	Datum	Name
bearbeitet	10.02.24	Bri
geprüft	12.02.24	Jo

Schnitt 1-1

4-fach überhöht ! MH 1:50 ML 1:200

Die Schürfruben wurden in den Schnitt projiziert.

ca. 31,0 m



SCHICHTZUORDNUNG

- 1 Oberboden (gefroren)**
- 2 Verwitterungszone Oberer Muschelkalk**
- 2A** vollständig bis stark verwittert, inhomogene Zus.setzung
- 2B** schwach bis mäßig verwittert, geklüftet, geschichtet; bindige Zwischenmittel; nach Lösen: überwiegt. Steine, Blöcke

Konsistenzen für bindige Bodenanteile

steif

Bei einer vorhandenen Bandbreite der Konsistenz wurde jew. die ungünstigere Signatur dargestellt.

Die Schürfruben wurden am 16.01.2024 ausgeführt.

In den beiden Schürfruben war kein weiterer Aushub mittels Bagger (Tieföffel mit Zähnen) wegen der Bankigkeit bzw. dem Durchtrennungsgrad an der jew. Sohle (fehlende Lösbarkeit) möglich.

Bis zur jeweiligen Endtiefe wurde kein freies Wasser angetroffen.

Nach Abschluss der Arbeiten wurde die jeweilige Schürfrube wieder lagenweise mit dem Aushubmaterial verfüllt.

Übersicht Bauteile		
BT	Bezeichnung	UK Bodenplatte [m ü. NN]
1	Holzheizung	432,40
1.1	Aschegrube	429,55
1.2	Querförderer	431,45
2	Silo	432,40
3	Wärmespeicher	432,20
4	Trafo	433,88
5	BHKW	434,65
6	Gas Übergabestation	
7	Rampe/Stützwände	FS1=432,90 / FS2=433,90
	F1 SS HHZ	432,45
	F2 SS BHKW	

Plangrundlagen und Bezugshöhen

gm architektur: Entwurfsplanung Projekt-Nr. bm2303, 26.01.2024, Plannr. 3/90 (Vorabzug), 3/100, 3/101, 3/102.

Ingenieurbüro für Bauwesen, Dipl.-Ing. (FH) Karen Bolkart: Projekt-Nr. bm2303, Plan-Nr. L1, M 1:100: Lastenplan für Vordimensionierung Gründung, Planstand 09.02.2024.

Ingenieurbüro für Vermessung Duppel GbR: Absteckplan vom 11.01.2024, Schürfruben. Auftr.Nr.: 23158.

Schichtaufnahme und Darstellung: Schichtaufnahme nach DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689. Darstellung in Anlehnung an DIN 4023.

Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd

71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen

Baugrunderkundung mittels Schürfruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung.

Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Schematische geologische Baugrundschnitte

(4-fach überhöht: MH 1:50, ML 1:200)

Schichtenprofile S1 und S4

mit vereinfachter Projektion in Schnittlage 1-1 (siehe Anlage 2)

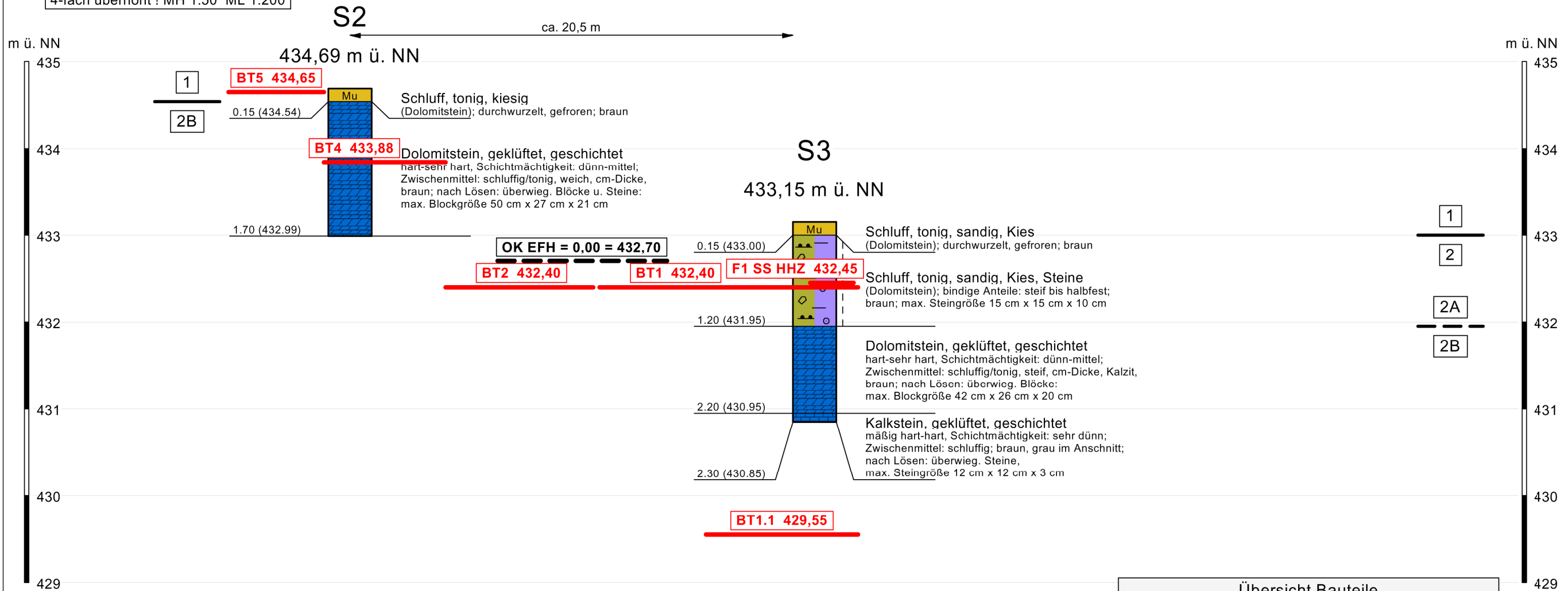
Aufgrund der Projektion können die Baugrundschnitte lediglich einen groben Überblick zum Schichtaufbau geben und es ist explizit darauf hinzuweisen, dass im flächigen Anschnitt naturgemäß Abweichungen der hier dargestellten punktuellen Schichtgrenzen möglich sind.

Plan-Nr. P-03.1	Maßstab MH 1:50 ML 1:200	Projektnummer 03523 Rutesheim Heiz-Süd BG
GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH		
71287 Weissach, Auf der Steige 18 Tel. 07044 / 97 49 - 41 Fax 07044 / 97 49 - 42		
	Datum	Name
bearbeitet	10.02.24	Bri
geprüft	12.02.24	Jo

Schnitt 2-2

Die Schürftgruben wurden in den Schnitt projiziert.

4-fach überhöht ! MH 1:50 ML 1:200



SCHICHTZUORDNUNG

- 1** Oberboden (gefroren)
- 2** Verwitterungszone Oberer Muschelkalk
 - 2A** vollständig bis stark verwittert, inhomogene Zus.setzung
 - 2B** schwach bis mäßig verwittert, geklüftet, geschichtet; bindige Zwischenmittel; nach Lösen: überwiegt. Steine, Blöcke

Konsistenzen für bindige Bodenanteile

steif

Bei einer vorhandenen Bandbreite der Konsistenz wurde jew. die ungünstigere Signatur dargestellt.

Die Schürftgruben wurden am 16.01.2024 ausgeführt.

In den beiden Schürftgruben war kein weiterer Aushub mittels Bagger (Tieföffel mit Zähnen) wegen der Bankigkeit bzw. dem Durchtrennungsgrad an der jew. Sohle (fehlende Lösbarkeit) möglich.

Bis zur jeweiligen Endtiefe wurde kein freies Wasser angetroffen.

Nach Abschluss der Arbeiten wurde die jeweilige Schürftgrube wieder lagenweise mit dem Aushubmaterial verfüllt.

Übersicht Bauteile		
BT	Bezeichnung	UK Bodenplatte [m ü. NN]
1	Holzheizung	432,40
1.1	Aschegrube	429,55
1.2	Querförderer	431,45
2	Silo	432,40
3	Wärmespeicher	432,20
4	Trafo	433,88
5	BHKW	434,65
6	Gas Übergabestation	
7	Rampe/Stützwände	FS1=432,90 / FS2=433,90
	F1 SS HHZ	432,45
	F2 SS BHKW	

Plangrundlagen und Bezugshöhen

gm architektur: Entwurfsplanung Projekt-Nr. bm2303, 26.01.2024, Plannr. 3/90 (Vorabzug), 3/100, 3/101, 3/102.

Ingenieurbüro für Bauwesen, Dipl.-Ing. (FH) Karen Bolkart: Projekt-Nr. bm2303, Plan-Nr. L1, M 1:100: Lastenplan für Vordimensionierung Gründung, Planstand 09.02.2024.

Ingenieurbüro für Vermessung Duppel GbR: Absteckplan vom 11.01.2024, Schürftgruben. Auftr.Nr.: 23158.

Schichtaufnahme und Darstellung: Schichtaufnahme nach DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689. Darstellung in Anlehnung an DIN 4023.

Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd
 71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen

Baugrunderkundung mittels Schürftgruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung.

Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Schematische geologische Baugrundschnitte

(4-fach überhöht: MH 1:50, ML 1:200)

Schichtenprofile S2 und S3 mit vereinfachter Projektion in Schnittlage 2-2 (siehe Anlage 2)

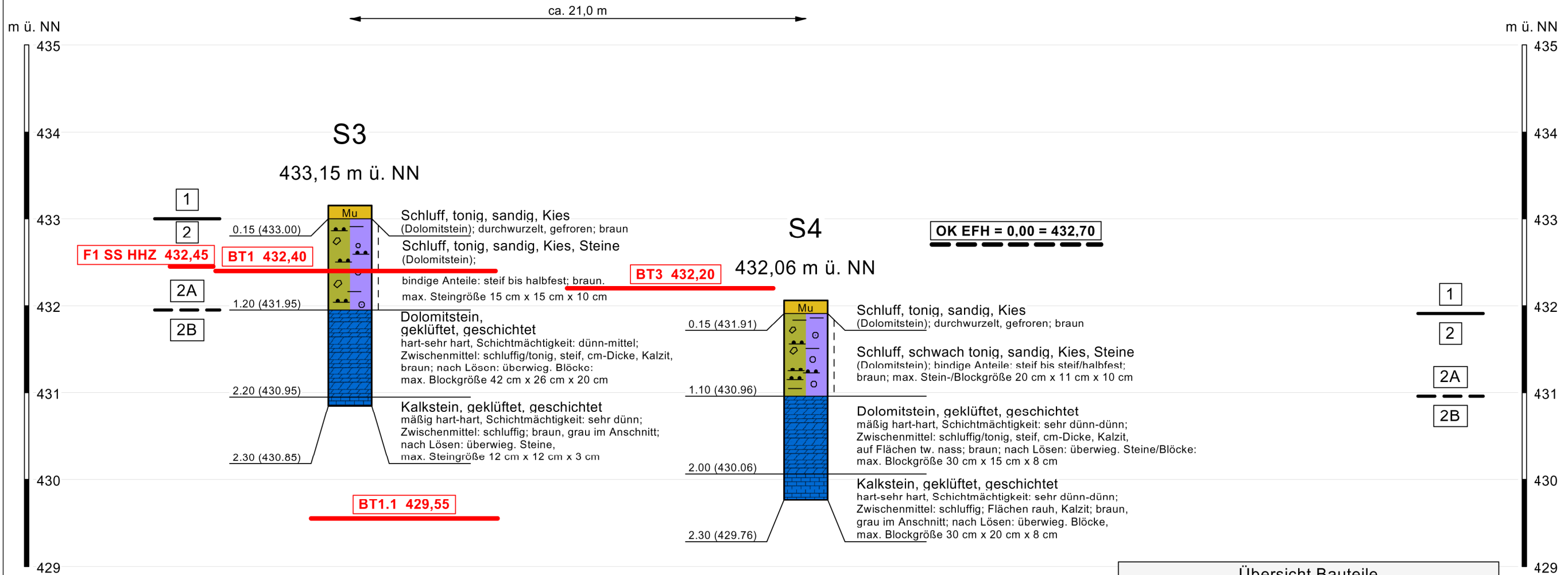
Aufgrund der Projektion können die Baugrundschnitte lediglich einen groben Überblick zum Schichtaufbau geben und es ist explizit darauf hinzuweisen, dass im flächigen Anschnitt naturgemäß Abweichungen der hier dargestellten punktuellen Schichtgrenzen möglich sind.

Plan-Nr. P-03.2	Maßstab MH 1:50 ML 1:200	Projektnummer 03523 Rutesheim Heiz-Süd BG
GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH 71287 Weissach, Auf der Steige 18 Tel. 07044 / 97 49 - 41 Fax 07044 / 97 49 - 42		
bearbeitet	Datum 10.02.24	Name Bri
geprüft	Datum 12.02.24	Name Jo

Schnitt 3-3

Die Schürfruben wurden in den Schnitt projiziert.

4-fach überhöht ! MH 1:50 ML 1:200



SCHICHTZUORDNUNG

- 1 Oberboden (gefroren)**
- 2 Verwitterungszone Oberer Muschelkalk**
- 2A** vollständig bis stark verwittert, inhomogene Zus.setzung
- 2B** schwach bis mäßig verwittert, geklüftet, geschichtet; bindige Zwischenmittel; nach Lösen: überwiegt. Steine, Blöcke

Konsistenzen für bindige Bodenanteile

steif

Bei einer vorhandenen Bandbreite der Konsistenz wurde jew. die ungünstigere Signatur dargestellt.

Die Schürfruben wurden am 16.01.2024 ausgeführt.

In den beiden Schürfruben war kein weiterer Aushub mittels Bagger (Tieföffel mit Zähnen) wegen der Bankigkeit bzw. dem Durchtrennungsgrad an der jew. Sohle (fehlende Lösbarkeit) möglich.

Bis zur jeweiligen Endtiefe wurde kein freies Wasser angetroffen.

Nach Abschluss der Arbeiten wurde die jeweilige Schürfrube wieder lagenweise mit dem Aushubmaterial verfüllt.

Übersicht Bauteile		
BT	Bezeichnung	UK Bodenplatte [m ü. NN]
1	Holzheizung	432,40
1.1	Aschegrube	429,55
1.2	Querförderer	431,45
2	Silo	432,40
3	Wärmespeicher	432,20
4	Trafo	433,88
5	BHKW	434,65
6	Gas Übergabestation	
7	Rampe/Stützwände	FS1=432,90 / FS2=433,90
	F1 SS HHZ	432,45
	F2 SS BHKW	

Plangrundlagen und Bezugshöhen

gm architektur: Entwurfsplanung Projekt-Nr. bm2303, 26.01.2024, Plannr. 3/90 (Vorabzug), 3/100, 3/101, 3/102.

Ingenieurbüro für Bauwesen, Dipl.-Ing. (FH) Karen Bolkart: Projekt-Nr. bm2303, Plan-Nr. L1, M 1:100: Lastenplan für Vordimensionierung Gründung, Planstand 09.02.2024.

Ingenieurbüro für Vermessung Duppel GbR: Absteckplan vom 11.01.2024, Schürfruben. Auftr.Nr.: 23158.

Schichtaufnahme und Darstellung: Schichtaufnahme nach DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689. Darstellung in Anlehnung an DIN 4023.

Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd
71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen
Baugrunderkundung mittels Schürfruben,
Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung.
Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Schematische geologische Baugrundschnitte

(4-fach überhöht: MH 1:50, ML 1:200)

Schichtenprofile S3 und S4
mit vereinfachter Projektion in Schnittlage 3-3 (siehe Anlage 2)

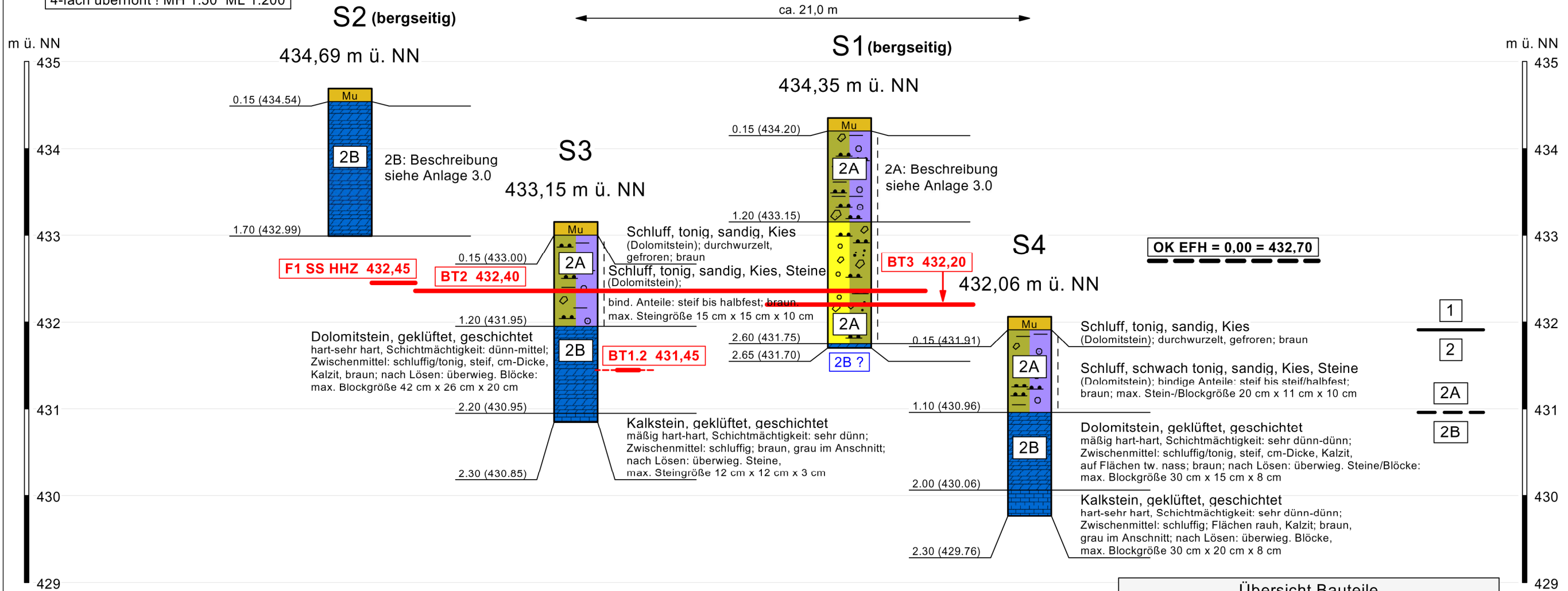
Aufgrund der Projektion können die Baugrundschnitte lediglich einen groben Überblick zum Schichtaufbau geben und es ist explizit darauf hinzuweisen, dass **im flächigen Anschnitt naturgemäß Abweichungen der hier dargestellten punktuellen Schichtgrenzen** möglich sind.

Plan-Nr. P-03.3	Maßstab MH 1:50 ML 1:200	Projektnummer 03523 Rutesheim Heiz-Süd BG
GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH 71287 Weissach, Auf der Steige 18 Tel. 07044 / 97 49 - 41 Fax 07044 / 97 49 - 42		
bearbeitet	Datum 10.02.24	Name Bri
geprüft	Datum 12.02.24	Name Jo

Schnitt 4-4

Die Schürfruben wurden in den Schnitt projiziert.

4-fach überhöht ! MH 1:50 ML 1:200



SCHICHTZUORDNUNG

- 1 Oberboden (gefroren)**
- 2 Verwitterungszone Oberer Muschelkalk**
- 2A** vollständig bis stark verwittert, inhomogene Zus.setzung
- 2B** schwach bis mäßig verwittert, geklüftet, geschichtet; bindige Zwischenmittel; nach Lösen: überwiegt. Steine, Blöcke

Konsistenzen für bindige Bodenanteile

steif

Bei einer vorhandenen Bandbreite der Konsistenz wurde jew. die ungünstigere Signatur dargestellt.

Die Schürfruben wurden am 16.01.2024 ausgeführt.

In den beiden Schürfruben war kein weiterer Aushub mittels Bagger (Tieflöffel mit Zähnen) wegen der Bankigkeit bzw. dem Durchtrennungsgrad an der jew. Sohle (fehlende Lösbarkeit) möglich.

Bis zur jeweiligen Endtiefe wurde kein freies Wasser angetroffen.

Nach Abschluss der Arbeiten wurde die jeweilige Schürfrube wieder lagenweise mit dem Aushubmaterial verfüllt.

Übersicht Bauteile		
BT	Bezeichnung	UK Bodenplatte [m ü. NN]
1	Holzheizung	432,40
1.1	Aschegrube	429,55
1.2	Querförderer	431,45
2	Silo	432,40
3	Wärmespeicher	432,20
4	Trafo	433,88
5	BHKW	434,65
6	Gas Übergabestation	
7	Rampe/Stützwände	FS1=432,90 / FS2=433,90
	F1 SS HHZ	432,45
	F2 SS BHKW	

Plangrundlagen und Bezugshöhen

gm architektur: Entwurfsplanung Projekt-Nr. bm2303, 26.01.2024, Plannr. 3/90 (Vorabzug), 3/100, 3/101, 3/102.

Ingenieurbüro für Bauwesen, Dipl.-Ing. (FH) Karen Bolkart: Projekt-Nr. bm2303, Plan-Nr. L1, M 1:100: Lastenplan für Vordimensionierung Gründung, Planstand 09.02.2024.

Ingenieurbüro für Vermessung Duppel GbR: Absteckplan vom 11.01.2024, Schürfruben. Auftr.Nr.: 23158.

Schichtaufnahme und Darstellung: Schichtaufnahme nach DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689. Darstellung in Anlehnung an DIN 4023.

Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd
 71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen

Baugrunderkundung mittels Schürfruben, Baugrundbeurteilung, Gründungsempfehlung.

Chemische Laboruntersuchungen zur abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).

Schematische geologische Baugrundschnitte
 (4-fach überhöht: MH 1:50, ML 1:200)

Schichtenprofile S3 und S4 sowie S1 und S2 (bergseitige Lage) mit vereinfachter Projektion in Schnittlage 4-4 (siehe Anlage 2)

Aufgrund der Projektion können die Baugrundschnitte lediglich einen groben Überblick zum Schichtaufbau geben und es ist explizit darauf hinzuweisen, dass im flächigen Anschnitt naturgemäß Abweichungen der hier dargestellten punktuellen Schichtgrenzen möglich sind.

Plan-Nr. P-03.4	Maßstab MH 1:50 ML 1:200	Projektnummer 03523 Rutesheim Heiz-Süd BG
GBI Geotechnik und Bautechnik Ingenieurgesellschaft mbH 71287 Weissach, Auf der Steige 18 Tel. 07044 / 97 49 - 41 Fax 07044 / 97 49 - 42		
bearbeitet	Datum 10.02.24	Name Bri
geprüft	Datum 12.02.24	Name Jo

Analytik-Team GmbH:

Prüfberichte vom 31.01.2024 (6 Blatt)

MP1-Oberboden

(S1-1 MP + S2-1 MP + S3-1 MP + S4-1 MP)

Prüfbericht Nr. 2401074-1, Seite 1 und 2

Analytik gemäß Vorsorgewerte für anorganische Stoffe nach BBodSchV, Anl.1, Tab.1 (Neufassung);

Analytik gemäß Vorsorgewerte für organische Stoffe nach BBodSchV, Anl.1, Tab. 2 (Neufassung);

pH-Wert und TOC.

MP2-Muschelkalk

(S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)

Prüfbericht Nr. 2401074-2, Seite 1

Analytik gemäß VwV „Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial“

(UM Baden-Württemberg, Fassung 14.03.2007),

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff und Eluat.

Prüfbericht Nr. 2401074-2-1, Seite 1

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

Ergänzung von VwV auf ErsatzbaustoffV.

Prüfbericht Nr. 2401074-2-2, Seite 1

Analytik von Feststoff im Eluat (BBodSchV, Pfad Boden-GW):

Chlorierte Kohlenwasserstoffe (LHKW),

Aromatische Kohlenwasserstoffe (AKW=BTEX)

Prüfbericht Nr. 2401074-2-3, Seite 1

Analytik gemäß DIN 4030 (Betonaggressivität)

Entnahmeprotokolle (12 Seiten)

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

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: 2401074-1

Analytik gemäß Vorsorgewerte für anorganische Stoffe BBodSchV Anl. 1, Tab. 1

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 03523 / Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd. 71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 16.01.2024 durch Auftraggeber
Probeneingang: 22.01.2024
Bearbeitungszeitraum: 22.01. – 31.01.2024

Untersuchungsbefund:

Schwermetalle / DIN EN ISO 11885 : 2009-09 / [mg/kg TS] Quecksilber / DIN EN ISO 12846 : 2012-08 / [mg/kg TS]		
Probenbezeichnung	MP 1-Oberboden (S1-1 MP + S2-1 MP + S3-1 MP + S4-1 MP)	
Arsen As		18
Blei Pb		42
Cadmium Cd		< 0,13
Chrom, ges. Cr		34
Kupfer Cu		34
Nickel Ni		30
Quecksilber Hg		< 0,08
Thallium Tl		< 0,30
Zink Zn		88

Königswasseraufschluss: DIN EN 13657 : 2003-01

Organischer Anteil des Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]		
Probenbezeichnung	MP 1-Oberboden (S1-1 MP + S2-1 MP + S3-1 MP + S4-1 MP)	
bestimmt als TOC		1,2
Humusgehalt		2,0

TOC / Humusgehalt: DIN ISO 10694: 1996-08

pH-Wert / DIN ISO 10390 : 2005-12		
Probenbezeichnung	MP 1-Oberboden (S1-1 MP + S2-1 MP + S3-1 MP + S4-1 MP)	
pH-Wert bei 21°C		7,3

Siebprotokoll	%tualer Anteil > 2 mm	41,0	%tualer Anteil < 2 mm	59,0
---------------	-----------------------	------	-----------------------	------

Siebprotokoll: DIN 18123 2011-04

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: 2401074-1

Analytik gemäß Vorsorgewerte für organische Stoffe BBodSchV Anl. 1, Tab. 2

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 03523 / Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd. 71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 16.01.2024 durch Auftraggeber
Probeneingang: 22.01.2024
Bearbeitungszeitraum: 22.01. – 31.01.2024

Untersuchungsbefund:

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe / DIN ISO 18287 : 2006-05 / [mg/kg TS]	
Probenbezeichnung	MP 1-Oberboden (S1-1 MP + S2-1 MP + S3-1 MP + S4-1 MP)
Naphthalin	< 0,010
Acenaphthylen	< 0,010
Acenaphthen	< 0,010
Fluoren	< 0,010
Phenanthren	0,093
Anthracen	0,043
Fluoranthen	0,33
Pyren	0,25
Benzo(a)anthracen	0,082
Chrysen	0,22
Benzo(b/k)fluoranthen	0,19
Benzo(a)pyren	0,054
Dibenzo(ah)anthracen	0,016
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,053
Benzo(ghi)perylene	0,046
Summe PAK 16*	1,4

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Polychlorierte Biphenyle / DIN EN 15308 : 2008-05 / [mg/kg TS]	
Probenbezeichnung	MP 1-Oberboden (S1-1 MP + S2-1 MP + S3-1 MP + S4-1 MP)
PCB 28	< 0,010
PCB 52	< 0,010
PCB 101	< 0,010
PCB 118	< 0,010
PCB 138	< 0,010
PCB 153	< 0,010
PCB 180	< 0,010
Summe PCB*	< 0,010

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP 1-Oberboden (S1-1 MP + S2-1 MP + S3-1 MP + S4-1 MP)		
Labornummer:	2401074-1	Probenbehälter:	4x PE-Eimer
Matrix:	Boden	Probenmenge:	10 kg
Anmerkungen:	Analytik erfolgte gemäß BBodSchV an der luftgetrockneten und gesiebten Fraktion < 2 mm		
Trockensubstanz / [M.-%] DIN EN 14346 : 2007-03	79,0		

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 31. Januar 2024
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: 2401074-2

Analytik gemäß der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 im Feststoff und Eluat

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 03523 / Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd. 71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 16.01.2024 durch Auftraggeber
Probeneingang: 22.01.2024
Bearbeitungszeitraum: 22.01. – 31.01.2024

Untersuchungsbefund für die Probe: MP2-Muschelkalk (S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]	
Naphthalin	< 0,010
Acenaphthylen	< 0,010
Acenaphthen	< 0,010
Fluoren	< 0,010
Phenanthren	< 0,010
Anthracen	< 0,010
Fluoranthren	0,014
Pyren	0,011
Benzo(a)anthracen	< 0,010
Chrysen	0,010
Benzo(b/k)fluoranthren	0,011
Benzo(a)pyren	< 0,010
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,010
Benzo(ghi)perylen	< 0,010
Summe PAK 16*	0,046
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]	
PCB 28	< 0,01
PCB 52	< 0,01
PCB 101	< 0,01
PCB 118	< 0,01
PCB 138	< 0,01
PCB 153	< 0,01
PCB 180	< 0,01
Summe PCB*	< 0,01

Chlorierte KW [mg/kg TS]	
Vinylchlorid	< 0,010
Dichlormethan	< 0,010
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010
1,1-Dichlorethen	< 0,010
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010
Trichlormethan	< 0,010
1,1,1-Trichlorethan	< 0,010
Tetrachlormethan	< 0,010
Trichlorethen	< 0,010
Tetrachlorethen	< 0,010
Summe LHKW*	< 0,010
Schwermetalle im Festst. [mg/kg TS]	
Arsen As	7,5
Blei Pb	8,0
Cadmium Cd	< 0,40
Chrom, ges. Cr	3,7
Kupfer Cu	21
Nickel Ni	4,3
Quecksilber Hg	< 0,10
Thallium Tl	< 0,50
Zink Zn	11
EOX [mg/kg TS]	< 0,50
MKW C₁₀-C₂₂ [mg/kg TS]	< 50
MKW C₁₀-C₄₀ [mg/kg TS]	< 50
Cyanide, ges. [mg/kg TS]	< 0,10

Aromatische KW [mg/kg TS]	
Benzol	< 0,010
Toluol	< 0,010
Ethylbenzol	< 0,010
m/p-Xylol	< 0,010
o-Xylol	< 0,010
i-Propylbenzol (Cumol)	< 0,010
Styrol	< 0,010
Summe AKW*	< 0,010
Eluat	
pH-Wert	9,6
Temperatur [°C]	20
Leitf. bei 25°C [µS/cm]	90
Chlorid [mg/l]	< 3,0
Sulfat [mg/l]	19
Cyanide, ges. [mg/l]	< 0,0050
Phenolindex [mg/l]	< 0,010
Schwermetalle im Eluat [mg/l]	
Arsen As	< 0,0030
Blei Pb	< 0,010
Cadmium Cd	< 0,0010
Chrom Cr	< 0,010
Kupfer Cu	< 0,010
Nickel Ni	< 0,010
Quecksilber Hg	< 0,0001
Zink Zn	< 0,025

PAK DIN ISO 18287 : 2006-05
PCB DIN EN 15308 : 2008-05
LHKW DIN EN ISO 22155 : 2016-07
Aufschluß DIN EN 13657 : 2003-01
SM o. Hg DIN EN ISO 11885 : 2009-09

Hg DIN EN ISO 12846 : 2012-08
EOX DIN 38414-17 : 2017-01
MKW DIN EN 14039 : 2005-01
Cyan. Fest. DIN ISO 11262 : 2012-04
AKW DIN EN ISO 22155 : 2016-07
Eluat DIN EN 12457-4 : 2003-01

pH-Wert DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Leitf. DIN EN 27888 : 1993-11
Chlorid DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Sulfat DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Cyan. Eluat DIN 38405-13 : 2011-04
Phenolind. DIN 38409-16 : 1984-07

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP2-Muschelkalk (S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)		
Labornummer:	2401074-2		
Matrix:	Feststoff		
Probenbehälter:	8x PE-Eimer	Probenmenge:	40 kg
Trockensubstanz / [M.-%] DIN EN 14346 : 2007-03	95,1		

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 31. Januar 2024
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: 2401074-2-1

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

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 03523 / Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd. 71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 16.01.2024 durch Auftraggeber
Probeneingang: 22.01.2024
Bearbeitungszeitraum: 22.01. – 31.01.2024

Untersuchungsbefund für die Probe: MP2-Muschelkalk (S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)

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	7,5	1,0		PCB 28	< 0,003	0,003	[1]
Acenaphthylen	< 0,010	0,010	[1]	Blei Pb	8,0	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	3,7	1,0		PCB 118	< 0,003	0,003	[1]
Phenanthren	< 0,010	0,010	[2]	Kupfer Cu	21	1,0		PCB 138	< 0,003	0,003	[1]
Anthracen	< 0,010	0,010	[2]	Nickel Ni	4,3	1,0		PCB 153	< 0,003	0,003	[1]
Fluoranthen	0,014	0,010		Quecksilber Hg	< 0,08	0,08		PCB 180	< 0,003	0,003	[1]
Pyren	0,011	0,010		Thallium Tl	< 0,30	0,30		Summe PCB*	< 0,003		
Benzo(a)anthracen	< 0,010	0,010	[2]	Zink Zn	11	1,0		Schwermetalle im Eluat (2:1) [µg/l]			
Chrysen	0,010	0,010		Eluat (2:1)				Arsen As	< 2,5	2,5	
Benzo(b/k)fluoranthen	0,011	0,010		pH-Wert bei 20°C	8,9			Blei Pb	< 6,0	6,0	
Benzo(a)pyren	< 0,010	0,010	[2]	Leitf. [µS/cm] bei 25°C	190	10		Cadmium Cd	< 0,80	0,80	
Dibenzo(ah)anthracen	< 0,010	0,010	[1]	Sulfat [mg/l]	8,0	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	< 0,010	0,010	[2]	Naphthalin	0,036	0,010		Nickel Ni	< 6,0	6,0	
Summe PAK 16*	0,076			2-Methylnaphthalin	0,046	0,010		Quecksilber Hg	< 0,033	0,033	
Polychlorierte Biphenyle [mg/kg TS]				1-Methylnaphthalin	0,092	0,010		Thallium Tl	< 0,20	0,20	
PCB 28	< 0,01	0,01	[1]	Summe Naphthalin + Methylnaphthaline*	0,17			Zink Zn	< 25	25	
PCB 52	< 0,01	0,01	[1]	Acenaphthylen	< 0,010	0,010	[1]	PAK	DIN ISO 18287 : 2006-05		
PCB 101	< 0,01	0,01	[1]	Acenaphthen	< 0,010	0,010	[2]	PCB	DIN EN 15308 : 2008-05		
PCB 118	< 0,01	0,01	[1]	Fluoren	< 0,010	0,010	[2]	MKW	DIN EN 14039 : 2005-01		
PCB 138	< 0,01	0,01	[1]	Phenanthren	0,023	0,010		TOC	DIN EN 13137 : 2001-12		
PCB 153	< 0,01	0,01	[1]	Anthracen	< 0,010	0,010	[2]	EOX	DIN 38414-17 : 2017-01		
PCB 180	< 0,01	0,01	[1]	Fluoranthen	< 0,010	0,010	[1]	TS	DIN EN 14346 : 2007-03		
Summe PCB*	< 0,01			Pyren	< 0,010	0,010	[2]	Schütteleluat	DIN 19529 : 2015-12		
Mineralöl-Kohlenwasserstoffe [mg/kg TS]				Benzo(a)anthracen	< 0,010	0,010	[1]	PAK im Eluat	DIN 38407- F 39 :2011-09		
MKW C ₁₀ -C ₂₂	< 50	50		Chrysen	< 0,010	0,010	[1]	PCB im Eluat	DIN 38407 F 3 : 1998-07		
MKW C ₁₀ -C ₄₀	< 50	50		Benzo(b/k)fluoranthen	< 0,010	0,010	[1]	SM o. Hg	DIN EN ISO 11885 :2009-09		
EOX [mg/kg TS]	< 0,30	0,30		Benzo(a)pyren	< 0,010	0,010	[1]	Hg	DIN EN ISO 12846 :2012-08		
Trockensubstanz TS [M.-%]	95,1	0,1		Dibenzo(ah)anthracen	< 0,010	0,010	[1]	pH-Wert	DIN EN ISO 10523 : 2012-04		
Organischer Anteil d. Trockenrückstandes der Originalsubstanz [M.-%]				Indeno(1,2,3-cd)pyren	< 0,010	0,010	[1]	Leitf.	DIN EN 27888 : 1993-11		
bestimmt als TOC	0,99	0,40		Benzo(ghi)perylene	< 0,010	0,010	[1]	Sulfat	DIN EN ISO 10304-1:2009-07		
				Summe PAK 15*	0,043						

* 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:	MP2-Muschelkalk (S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)		
Labornummer:	2401074-2	Matrix:	Feststoff
Probenbehälter:	8x PE-Eimer	Probenmenge:	40 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 31. Januar 2024
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: 2401074-2-2
Analytik von Feststoff im Eluat

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 03523 / Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd. 71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 16.01.2024 durch Auftraggeber
Probeneingang: 22.01.2024
Bearbeitungszeitraum: 22.01. – 31.01.2024

Untersuchungsbefund:

Chlorierte Kohlenwasserstoffe / DIN EN ISO 10301 : 1997 / [mg/l] Aromatische Kohlenwasserstoffe / DIN 38407-9 : 1991-05 / [mg/l]	
Probenbezeichnung	MP2-Muschelkalk (S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)
Vinylchlorid	< 0,001
Dichlormethan	< 0,010
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,010
1,1-Dichlorethan	< 0,010
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,010
Trichlormethan	< 0,001
1,1,1-Trichlorethan	< 0,001
Tetrachlormethan	< 0,001
Trichlorethen	< 0,001
Tetrachlorethen	< 0,001
Summe LHKW*	< 0,010
Benzol	< 0,001
Toluol	< 0,010
Ethylbenzol	< 0,010
m/p-Xylol	< 0,010
o-Xylol	< 0,010
Summe AKW*	< 0,010

* Die Komponenten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden bei der Summenbildung nicht berücksichtigt.
Eluat: DIN EN 12457-4 : 2003-01

Siebprotokoll	%tualer Anteil > 2 mm	79,9	%tualer Anteil < 2 mm	20,1
----------------------	-----------------------	------	-----------------------	------

Siebprotokoll: DIN 18123 2011-04

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP2-Muschelkalk (S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)		
Labornummer:	2401074-2		
Matrix:	Feststoff		
Probenbehälter:	8x PE-Eimer	Probenmenge:	40 kg
Anmerkungen:	Analytik erfolgte gemäß BBodSchV an der luftgetrockneten und gesiebten Fraktion < 2 mm		
Trockensubstanz / [M.-%] DIN EN 14346 : 2007-03	95,1		

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 31. Januar 2024
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: 2401074-2-3
Analytik gemäß DIN 4030

Auftraggeber: GBI, Auf der Steige 18, 71287 Weissach
Projekt: 03523 / Stadt Rutesheim: Heizzentrale Süd. 71277 Rutesheim, Flst. 3227 mit angrenz. Flächen
Projektbearbeiter: Herr Dr. Jordan
Probenahme: 16.01.2024 durch Auftraggeber
Probeneingang: 22.01.2024
Bearbeitungszeitraum: 22.01. – 31.01.2024

Untersuchungsbefund:

Parameter	MP2-Muschelkalk (S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)	Dimension
Säuregrad	4,8	ml/kg
Sulfat (nach HCl-Aufschluß)	570	mg/kg
Sulfid	< 5,0	mg/kg
Chlorid	< 100	mg/kg
Beurteilung nach DIN 4030	Nicht angreifend	---

Analytik gemäß DIN 4030-1: 2008-06

Probeninformationen:

Probenbezeichnung:	MP2-Muschelkalk (S1-2 MP + S1-3 MP + S2-2 MP + S2-3 MP + S3-2 MP + S3-3 MP + S4-2 MP + S4-3 MP)
Labornummer:	2401074-2
Matrix:	Feststoff
Probenbehälter:	8x PE-Eimer
Probenmenge:	40 kg
Trockensubstanz / [M.-%] DIN EN 14346 : 2007-03	95,1

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig.

Fellbach, den 31. Januar 2024
Analytik-Team GmbH


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

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

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71277 Rutesheim Flussbeck 3227 anrenz. Flächen	
Proj.-Name: Stadt Rutesheim Heizentrale Süd	Proj.-Nr.: 03523
Probenehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Schürfgarbe S1	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: S1-1 MP	

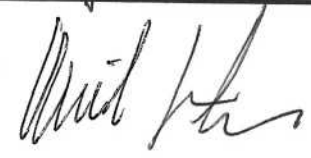
Entnahmedaten	
Witterung:	leicht bewölkt ca -2 bis +0°C
Entnahmeart-/gerät:	Schwerkraft Bagger, Schaufel
Einzelprobe:	ja: nein: X
Mischprobe:	ja: X nein:
Zahl der Einstichstellen:	20 Einstiche
Entnahmetiefe:	0 - 0,15 m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Schluff, tonig, sandig, Kies (Dolomitstein) durchwurzelt Oberboden
Farbe:	braun
Geruch:	ohne Besonderheiten
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	1 x 7E-Eimer (5 Liter)
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C:
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4°C: ca 7°C
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: Abholung Analytik Team 22.01.24
Bemerkungen:	Beprobung Schurf S1

Datum, Unterschrift Probennehmer: 16.01./22.01.24 

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71277 Rutesheim, Flurst. 3227 angrenz. Flächen	
Proj.-Name: Stadt Rutesheim Härtzeubele hied	Proj.-Nr.: 03523
Probenehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Schafgrube S1	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: S1-2 MP	

Entnahmedaten	
Witterung:	Wolkenlos, ca -2 bis 0°C
Entnahmeart-/gerät:	Schuf mittels Bozpas, Schaufel
Einzelprobe:	ja: nein: X
Mischprobe:	ja: X nein:
Zahl der Einstichstellen:	20 Einstiche
Entnahmetiefe:	0,15 - 1,20 m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Schluff, tonig, sandig, Kies (Dolomitstein)
Farbe:	grau
Geruch:	ohne Besonderheiten
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	1 x PE = Eimer (5 Liter)
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C:
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4°C: ca 7°C
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: Abholg Analytik Team 22.01.24
Bemerkungen:	Beprobung Schuf S1

Datum, Unterschrift Probennehmer: 16.01./22.01.'24 

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71277 Rutesheim Flst 3227, unprec. Flächen	
Proj.-Name: Stadt Rutesheim, Heizzentrale Süd Proj.-Nr.: 03523	
Probenehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Schwimmbad SA	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: SA-3 ND	

Entnahmedaten	
Witterung:	leicht bewölkt, ca -2 bis +0°C
Entnahmeart-/gerät:	Schwimmbad, Schauml
Einzelprobe:	ja: nein: X
Mischprobe:	ja: X nein:
Zahl der Einstichstellen:	20 Einzelschläuche
Entnahmetiefe:	1,20 - 2,60 m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Stein, Kiesig, Janssen / stark schluffig, slw. tonig
Farbe:	grau
Geruch:	ohne besonderen Wert
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	1 x PE-Eimer (5 Liter)
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C:
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4°C: ca 7°C
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: Alkohol Analytik team 22.01.24
Bemerkungen:	Befehl Schwimmbad SA

Datum, Unterschrift Probennehmer: 16.01./22.01.24 *Ulrich Jordan*

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71277 Pankhausen Flussbück 3227 unprev. Fläche	
Proj.-Name: Stadt Pankheim, Heizzeckale Müd	Proj.-Nr.: 03523
Probenehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Scherfprobe S2	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: S2-2 MP	

Entnahmedaten	
Witterung:	leicht bewölkt ca -2 bis ±0 °C
Entnahmeart-/gerät:	Schürfwerk Bayes, Schaufel
Einzelprobe:	ja: nein: X
Mischprobe:	ja: X nein:
Zahl der Einstichstellen:	20 Einstiche
Entnahmetiefe:	0,15 - 1,70 m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Steine, Zwischen schief / tonig (Dolomitstein)
Farbe:	braun
Geruch:	ohne Besonderheiten
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	1x PE-Eimer (5 Liter)
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C:
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C: ca. 7 °C
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: 22.01.24 Analytik Team
Bemerkungen:	Beprobung Schurf S2


Datum, Unterschrift Probennehmer:

16.01./22.01.24 *Ulrich Jordan*

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71277 Rutesheim Flurst. 3227 angrenz. Flächen	
Proj.-Name: Stadt Rutesheim Herzenecke Süd	Proj.-Nr.: 03523
Probenehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Schürfgrube S2	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: S2-3 MP	


Entnahmedaten	
Witterung:	leicht bewölkt, ca -2 bis $\pm 0^{\circ}\text{C}$
Entnahmeart-/gerät:	Schurf mittels Bagger, Schaufel
Einzelprobe:	ja: nein: X
Mischprobe:	ja: X nein:
Zahl der Einstichstellen:	20 Einstiche
Entnahmetiefe:	0,15 - 1,70 m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Steine Zwischen mittel schluffig tonig (Dolomitstein)
Farbe:	braun
Geruch:	ohne Besonderheiten
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	1x PE-Eimer (5 Liter)
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C:
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C: ca 7 °C
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: 25.01.24 Analytik Team
Bemerkungen:	Beprobung Schurf S2

Datum, Unterschrift Probennehmer: 16.01./22.01.24 

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71277 Rufesheim, Flst. 3227 unverz. Flächen	
Proj.-Name: Stadt Rufesheim, Heizentrale Süd	Proj.-Nr.: 03523
Probenehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Schiefgrube S3	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: S3-1 MP	


Entnahmedaten	
Witterung:	leicht bewölkt, ca -2 bis ±0°C
Entnahmeart-/gerät:	Schöpf durch Baugerät, Schaufel
Einzelprobe:	ja: nein: X
Mischprobe:	ja: X nein:
Zahl der Einstichstellen:	20 Einzelschläge
Entnahmetiefe:	0 - 0,15 m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Schluff, tonig, sandig. Kies (Dolomitstein) durch weiche Oberboden
Farbe:	braun
Geruch:	ohne Besonderheiten
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	1x PE-Eimer (5 Liter)
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4°C:
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4°C: ca 7°C
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: Abholung Analytik-Team 22.01.24
Bemerkungen:	Beprobung Schöpf S3

Datum, Unterschrift Probenehmer: 16.01./22.01.24 

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71277 Reutesheim Flurst. 3227 an neu2. Fläcker	
Proj.-Name: Stadt Reutesheim Heizereibahn Sied	Proj.-Nr.: 03523
Probenehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Schöpfgrube S3	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: S3-2 uP	


Entnahmedaten	
Witterung:	bei M Gewölkt, ca -2 bis $\pm 0^{\circ}C$
Entnahmeart-/gerät:	Schöpf - Korb Bagger, Schaufel
Einzelprobe:	ja: nein: <input checked="" type="checkbox"/>
Mischprobe:	ja: <input checked="" type="checkbox"/> nein:
Zahl der Einstichstellen:	20 Einbohrer
Entnahmetiefe:	0,15 - 1,20 m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Schluff, tonig sandig Kies: Steine (Dolomitstein)
Farbe:	grau
Geruch:	ohne Besonderheiten
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei $4^{\circ}C$: ca $7^{\circ}C$
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei $4^{\circ}C$: ca $7^{\circ}C$
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: 22.01.24 Analytik Team
Bemerkungen:	Beprobung Schöpfgrube S3

Datum, Unterschrift Probennehmer: 16.01/22.01.24 

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71277 Rutesheim, Flurst. 3227 anrenz. Flächen	
Proj.-Name: Stadt Rutesheim, Heizzentrale Fried	Proj.-Nr.: 03523
Probenehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Schürfgarbe S3	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: S3-3 MP	

Entnahmedaten	
Witterung:	leicht bewölkt, ca -2 bis +0°C
Entnahmeart-/gerät:	Schuf mittels Bajon, Schaufel
Einzelprobe:	ja: nein: X
Mischprobe:	ja: X nein:
Zahl der Einstichstellen:	20 Einstiche
Entnahmetiefe:	1,20 - 2,30m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Dolomit Stein, Kalkstein, schieff. j. Tonig Zwischen- mittel
Farbe:	grau, grau im Auschnitt
Geruch:	ohne Besonderheiten
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	1 x PE-Eimer (5 Liter)
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C:
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4°C: ca 7°C
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: Abhol- Analytik Team 22.01.24
Bemerkungen:	Beprobung Schuf S3

Datum, Unterschrift Probennehmer: 16.01./22.01.24 

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71227 Puchheim, Flurst. 3227 auf zwei Flächen	
Proj.-Name: Stadt Puchheim Heizzentrale/Fl. Proj.-Nr.: 03523	
Probennehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Schöpfgrube S4	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: S4 - 1 MP	

Entnahmedaten	
Witterung:	leicht bewölkt, ca. -2 bis ± 0 °C
Entnahmeart-/gerät:	Schaubild Boyer, Sclaupel
Einzelprobe:	ja: nein: X
Mischprobe:	ja: X nein:
Zahl der Einstichstellen:	20 Einstiche
Entnahmetiefe:	0 - 0,15 m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Schluff, tonig, sandig Kies (Dolomitstein) dunkel u. zelt Oberboden
Farbe:	braun
Geruch:	ohne Besonderheiten
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	1 x PE-Eimer (5 Liter)
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C:
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C: ca. 7 °C
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: Abhol Analytik-Team 22.01.24 Analytik-Team Fellbach-Öffingen
Bemerkungen:	Beprob. Schöpf S4

Datum, Unterschrift Probennehmer:


16.01./22.01.24

Ulrich Jordan

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71277 Rutesheim Fluss A. 3227 auf Kreuz Flächen	
Proj.-Name: Stadt Rutesheim, Heizenbrallefeld	Proj.-Nr.: 03523
Probenehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Schluffprobe S4	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: S4-2 MP	


Entnahmedaten	
Witterung:	leicht bewölkt, ca -2 bis +0°C
Entnahmeart-/gerät:	Schluff mittels Bagger, Schaufel
Einzelprobe:	ja: nein: <input checked="" type="checkbox"/>
Mischprobe:	ja: <input checked="" type="checkbox"/> nein: <input type="checkbox"/>
Zahl der Einstichstellen:	20 Einstriche
Entnahmetiefe:	0,15 - 1,10 m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Schluff, silt., tonig, sandig, Kies, Steine (Dolomitstein)
Farbe:	braun
Geruch:	ohne besondere Gerüche
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	1 x PE-Eimer (5 Liter)
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4°C:
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4°C: ca 7°C
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: 22.01.24 Analytik Team
Bemerkungen:	Befund Schluff S4

Datum, Unterschrift Probenehmer: 16.01./22.01.24 

Protokoll über die Entnahme einer Feststoffprobe

Probenkennzeichnung	
Ort: 71277 Reiskirchen, Flurst. 3227 an parz. Flächen	
Proj.-Name: Stadt Reiskirchen Heizentrale Süd	Proj.-Nr.: 03523
Probennehmer: Ulrich Jordan	Institution: GBI Geotechnik u. Bautechnik
Tel.: 07044 / 97 49 41	Fax: 07044 / 97 49 42
Entnahmestelle: Schulgrube S4	Entnahmedatum: 16.01.24
Probenbezeichnung: S4-3 MP	

Entnahmedaten	
Witterung:	leicht bewölkt, ca -2 bis +0°C
Entnahmeart-/gerät:	Schuf mittels Bagger, Schaufel
Einzelprobe:	ja: nein: X
Mischprobe:	ja: X nein:
Zahl der Einstichstellen:	20 Einstiche
Entnahmetiefe:	1,10 - 2,30 m
Probenahmefläche:	
Kubatur bei Mietenbeprobungen:	
Zusammensetzung:	Dolomitstein, Kalkstein Schuff. f. + unig. Zwischen- mittel
Farbe:	braun, grau im Ausd. u. H
Geruch:	ohne Besonderheiten
Probenbehälter Glas:	
Anzahl:	1 x PE-Eimer (5 Liter)
Probentransport:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C:
Probenaufbewahrung bis zur Übergabe an die Untersuchungsstelle:	Raumtemperatur: Kühlung bei 4 °C: ca 7°C
Übergabe der Probe an die Untersuchungsstelle:	Transport am: Alkohol Analytik-Team in Fellbach-Öffingen 22.01.24
Bemerkungen:	Beprobung Schuf S4

Datum, Unterschrift Probennehmer: 16.01/22.01 '24 

*Baugrunderkundung mittels Schürfgruben, Baugrundbeurteilung,
Gründungsempfehlung. Chemische Laboruntersuchungen zur
abfallrechtlichen Voreinstufung (Aushubmaterial).*

Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung

Anhang 1

LBA Luftbildauswertung GmbH (09.01.2024):

Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung, Robert-Bosch-Straße,
Bauvorhaben „Rutesheim Süd“ Rutesheim, Projekt-Nr.: 24.01.11-01.
11 Seiten.

Maßstabsverzerrungen:

Durch die digitale Weiterverarbeitung des o.g. Berichts können Maßstabsverzerrungen des darin enthaltenen Plans nicht ausgeschlossen werden. Bei einer Verwendung des Plans ist daher zwingend eine Überprüfung des dort angegebenen Maßstabs vorzunehmen.



LUFTBILD
AUSWERTUNG
GMBH

Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung Robert-Bosch-Straße, Bauvorhaben „Rutesheim Süd“ Rutesheim

Datum: 09.01.2024

Projekt-Nr.: 24.01.11-01

Luftbildauswertung: Jonathan Regener, M. Sc.

Historische Recherche: Sarah Rommel, M. A.

Auftraggeber: Stadtverwaltung Rutesheim
Leonberger Straße 15
71277 Rutesheim

Ansprechpartner: Herr Markus Sattler
Tel.: 0 71 52/50 02-1044
Fax: 0 71 52/50 02-1017
Mobil: 01 73/1 50 06 87
Mail: m.sattler@rutesheim.de

Auftragserteilung: 19.12.2023

LBA Luftbildauswertung GmbH

Ludwigstraße 17 B
D – 70176 Stuttgart

Handelsregister Stuttgart HRB 764914
Erfüllungsort: Stuttgart
Gerichtsstand: Stuttgart

Tel.: +49 (711) 28 69 29-0
Fax: +49 (711) 28 69 29-99

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Benedikt Herré
Steuer-Nr.: 99028/11377
USt-IdNr.: DE320346869

info@lba-luftbildauswertung.de
www.lba-luftbildauswertung.de

BW-Bank Stuttgart
IBAN: DE13 6005 0101 0405 1205 16
BIC/SWIFT: SOLA DE ST 600

1. Zusammenfassung

Das vorliegende Gutachten für das Projekt „Robert-Bosch-Straße, Bauvorhaben ‚Rutesheim Süd‘ “ in Rutesheim wurde zur Vorerkundung einer potenziellen Belastung durch Kampfmittel aus dem Zweiten Weltkrieg erstellt. Die Erkenntnisse der Vorerkundung basieren zum einen auf einer historischen Recherche über die Kriegseignisse in der Region, in der das Untersuchungsgebiet liegt, zum anderen auf der Auswertung historischer Luftbilder aus den Kriegsjahren und führen zu folgendem Ergebnis:

Die Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung aus dem Zweiten Weltkrieg liefert keine Hinweise auf eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von im Boden verbliebenen Kampfmitteln im Untersuchungsgebiet.

Nach unserem jetzigen Kenntnisstand können die geplanten Erkundungs- und Bauarbeiten für das Bauvorhaben ohne weitere Auflagen durchgeführt werden.

Diese Aussagen können nicht als Garantie für die absolute Kampfmittelfreiheit des Untersuchungsgebiets gewertet werden. Sie beziehen sich ausschließlich auf das dargestellte Untersuchungsgebiet und gelten für den Zeitraum des beschriebenen Bauvorhabens.

2. Aufgabenstellung

In Rutesheim sind im Gebiet zwischen Eisengriffweg und Bahnhofstraße mehrere Bauvorhaben, darunter die Errichtung einer Heizzentrale und eines Wärmenetzes sowie ein Neubaugebiet, geplant. Zur Absicherung der Erkundungs- und Bauarbeiten soll das Untersuchungsgebiet mithilfe einer Luftbildauswertung und einer historischen Recherche auf das mögliche Vorhandensein von Kampfmitteln aus dem Zweiten Weltkrieg untersucht werden.

Für die Luftbildauswertung werden die von den alliierten Streitkräften zwischen 1939 und 1945 aufgenommenen derzeit verfügbaren Luftbilder auf Sprengbombentrichter, schwere Gebäudeschäden und militärische Strukturen hin untersucht. Sprengbombentrichter sind in unbebauten und vegetationsarmen Gebieten anhand ihres runden Kraterbilds und des sternförmigen Auswurfsaums – abhängig von ihrem Alter, der Beschaffung des Untergrunds und der Bildqualität – in der Regel gut zu erkennen. War ein Trichter der Witterung und anderen Umwelteinflüssen ausgesetzt, hat sich seine optische Erscheinung möglicherweise verändert, z. B. indem er abflachte oder wieder verfüllt wurde. In bebauten und vegetationsreichen Gebieten wie Städten und Wäldern ist das Erkennen von Trichtern deutlich schwieriger, da sie durch Schlagschatten und/oder Verkippung (Radialversatz) von hohen Strukturen verdeckt werden können.

Sprengbomben-Blindgänger sind weder von einem runden Krater noch von einem sternförmigen Auswurf umgeben. Die Größe ihres Einschlagspunkts entspricht dem Durchmesser der Sprengbombe, welcher in der Regel bei ca. 50 Zentimetern liegt. Sprengbomben-Blindgänger sind daher nur auf Luftbildern von besonders guter Qualität und unter besten räumlichen Bedingungen als kleine, dunkle Punkte zu erkennen.

Artilleriebeschuss ist in Abhängigkeit von der Qualität der verfügbaren historischen Luftbilder in der Regel ebenfalls äußerst schwierig zu erkennen, da die Explosionstrichter von Artilleriegranaten ungleich kleiner und flacher sind als die der Sprengbombentrichter. Die Einschlagspunkte nicht explodierter Artilleriegranaten sind dabei nochmals um ein Vielfaches kleiner. Neben Luftbildern bester Qualität liefert häufig die historische Recherche Hinweise für einen Artilleriebeschuss und dadurch entstandene Schäden.

Aufgrund der dargelegten Widrigkeiten und um ein möglichst vollständiges Bild der potenziellen Kampfmittelbelastung zu erhalten, gilt es, Luftbilder möglichst vieler verschiedener Zeitschnitte auszuwerten. Zu diesem Zweck führen wir regelmäßig neue Recherchen zur Luftbildabdeckung durch und erweitern ständig unsere Bestände.

Für die historische Recherche werden Archivalien nationaler und internationaler Archive untersucht. Dabei handelt es sich zum einen um Berichte der alliierten Streitkräfte zu den geplanten und durchgeführten Luftangriffen auf deutsche Ziele und zum anderen um Schadensberichte der deutschen Behörden infolge dieser Angriffe. Die Zahl der beteiligten Flugzeuge gibt einen Eindruck von der Größe des Angriffs.

Außerdem liefern die Menge und die verschiedenen Arten der mitgeführten Abwurfmunition sowie ihrer Zünder wertvolle Informationen.

In den After Action Reports (AAR) der alliierten Streitkräfte finden sich zum Ende des Zweiten Weltkriegs Hinweise darauf, wann und von welchen Truppen das Untersuchungsgebiet eingenommen wurde und welche Schäden dabei möglicherweise entstanden sind. Dies ist besonders in Bezug auf den Artilleriebeschuss von Bedeutung, weil einerseits die dadurch entstandenen Schäden auf den historischen Luftbildern in der Regel äußerst schwierig zu erkennen sind. Andererseits sind oftmals keine Luftbilder verfügbar, die nach dem Zeitpunkt der Einnahme aufgenommen wurden.

3. Auswertungsgrundlagen und Methodik

3.1 Grundlagen der Luftbildauswertung

Die Luftbildauswertung für das vorliegende Gutachten basiert auf 53 Luftbildern aus dem Befliegungszeitraum vom 13.10.1943 bis zum 09.07.1945 (siehe Anhang).

Die Qualität der Luftbilder hinsichtlich Schärfe, Auflösung, Bildmaßstab sowie Einflüssen des Aufnahmezeitpunkts (z. B. Sonnenstand, Verschattung, Vegetationsphase, Rauch) und der Witterungsverhältnisse (Wolken, Dunst, Regen, Schnee) ist als gut zu bewerten.

Das Untersuchungsgebiet ist in Bezug auf Sprengbombentrichter gut und in Bezug auf Blindgänger-einschläge sehr schlecht einzusehen.

Für jedes Projekt wird das eigene Luftbildarchiv bei Bedarf erweitert, um möglichst viele Zeitschnitte auswerten zu können. Dazu werden in inländischen und ausländischen Archiven – z. B. Landesämter bzw. National Archives & Records Administration (NARA), USA, National Collection of Aerial Photography (NCAP), Großbritannien – Luftbildrecherchen durchgeführt und gegebenenfalls weitere historische Luftbilder gekauft, die das Untersuchungsgebiet abdecken. Da vor allem in Städten mit bedeutender, insbesondere rüstungsrelevanter Industrie oder Orten mit Verkehrsknotenpunkten sowie im heftig umkämpften Grenzgebiet von Deutschland zu den westlichen Nachbarländern häufig mehrere Hundert Luftbilder für ein Untersuchungsgebiet verfügbar sind, wird in solchen Fällen eine repräsentative Auswahl ausgewertet. Die repräsentative Auswahl der Luftbilder deckt – sofern möglich – mindestens alle Zeitpunkte ab, zu denen aus der historischen Recherche Kriegereignisse bekannt sind, um anhand der Luftbildauswertung ein möglichst vollständiges Schadensbild des Untersuchungsgebiets zu erstellen.

3.2 Methodik der Luftbildauswertung

Die Luftbilder werden mithilfe analoger und digitaler Bildbetrachtungstechniken, soweit möglich stereoskopisch, durchmustert und in Bezug auf mögliche Sprengbombentrichter, Blindgängereinschläge, Artilleriebeschuss, militärische Nutzungen, Verteidigungsanlagen und zerstörte bzw. schwer beschädigte Gebäude untersucht und ausgewertet. Zur Analyse der Gesamtsituation werden gegebenenfalls die Art und Weise der Bombardierungen, außerdem die Häufigkeit der in der Umgebung des Untersuchungsgebiets auftretenden Sprengbombentrichter sowie im Speziellen Flakstellungen, Grabensysteme oder weitere militärisch angelegte und genutzte Strukturen sowie die zivile Infrastruktur miteinbezogen.

Zusätzlich zum eigentlichen Untersuchungsgebiet wird ein projekt- und bundeslandspezifischer Sicherheitspuffer ausgewertet. Alle Befunde wie Sprengbombentrichter, zerstörte Gebäude etc. innerhalb dieser Auswertungsfläche (Untersuchungsgebiet plus Sicherheitspuffer) führen dazu, dass weitere Untersuchungen durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst des jeweiligen Bundeslandes oder durch ein privates autorisiertes Unternehmen notwendig werden.

3.3 Auswertungsgrundlagen der historischen Recherche

Für die historische Recherche wird, bezogen auf das jeweilige Untersuchungsgebiet, eine ausführliche Archiv- und Literaturrecherche zu den verschiedenen Kriegseignissen (z. B. Luftangriffe, Artilleriebeschuss, Bodenkämpfe) betrieben. Außerdem wird bezüglich einer möglichen militärischen Nutzung bzw. der Herstellung oder Vernichtung von Munition recherchiert. Ergänzt wird die Archiv- und Literaturrecherche durch eine Internetrecherche. Die Ergebnisse liefern wichtige Informationen über die Nutzungshistorie des Untersuchungsgebiets sowie für die Auswertung der Luftbilder und ermöglichen, ein Gesamtbild der Kriegsgeschehnisse im relevanten Untersuchungsgebiet und dessen Umgebung nachzuzeichnen. Dabei bilden die Akten der amerikanischen und britischen Nationalarchive – National Archives & Records Administration (NARA) in Washington D.C. und The National Archive (TNA) in London – sowie des deutschen Bundesarchivs, Abteilung Militärarchiv in Freiburg im Breisgau die Grundlage. Des Weiteren vervollständigen die Informationen aus den Akten der Landes-, Stadt- und Gemeindearchive das Ergebnis der Recherche. Informationen zu strategischen und taktischen Luftangriffen im Zweiten Weltkrieg liefern zudem die Akten der Air Force Historical Research Agency (AFHRA) in Alabama, Maxwell Air Force Base.

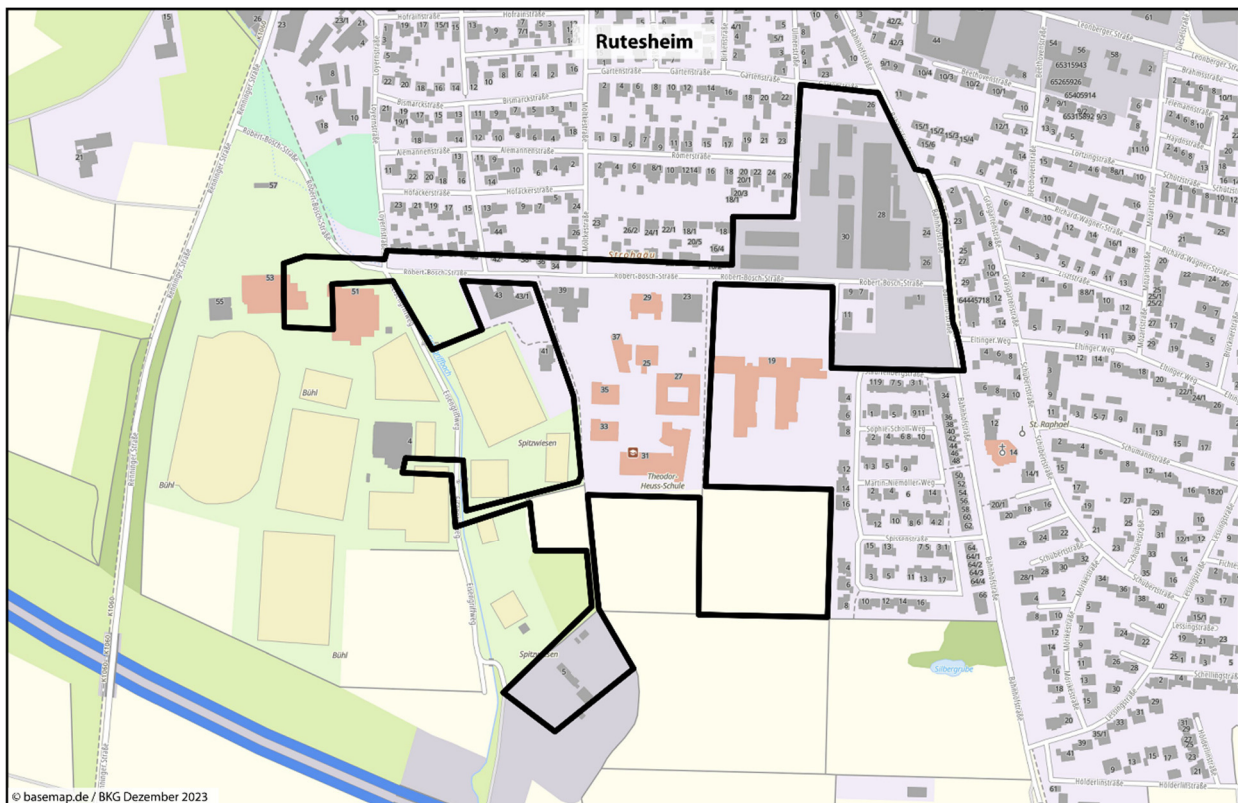
Die Ergebnisse der Recherche werden in einem Geographischen Informationssystem (GIS) verortet und gespeichert. Auf diese Weise dienen sie, die Luftbildauswertung ergänzend, der Anschaulichkeit und Interpretation der Ereignisse.

4. Untersuchungsgebiet

4.1 Angaben zum Untersuchungsgebiet

Projekt:	Robert-Bosch-Straße, Bauvorhaben „Rutesheim Süd“
Bundesland:	Baden-Württemberg
Stadt:	Rutesheim
Straßen:	Bahnhofstraße, Eisengriffweg, Gartenstraße, Robert-Bosch-Straße u. a.
Gemarkung:	Rutesheim

Übersichtsdarstellung mit Lage des Untersuchungsgebiets (schwarz markiert)



4.2 Einordnung in den historischen Kontext

Rutesheim liegt im Südwesten des Strohgäus im Landkreis Böblingen. Der landwirtschaftlich geprägte Ort entwickelte sich nach und nach zu einer Industrie- und Wohngemeinde. Dies wurde unter anderem durch den 1869 erfolgten Anschluss an das Streckennetz der Württembergischen Eisenbahn ermöglicht.

Im Zweiten Weltkrieg gab es auf Rutesheim einen Jagdbomberangriff am 9. April 1945. Infolge des Angriffs brannten circa 30 Gebäude ab, über 40 weitere wurden beschädigt. Das Feuer war durch in den getroffenen Scheunen stehende Munitionsfahrzeuge der Wehrmacht, die vornehmlich mit hochexplosiven Panzerfäusten beladen waren, begünstigt worden. Unmittelbar vor der Einnahme am 20. April 1945 beschoss deutsche Artillerie Rutesheim, was zu Gebäudeschäden am Pfarrhaus und am Gasthaus „Zum Ochsen“ führte. Die Einnahme durch französische Truppen erfolgte ohne Widerstand.

5. Ergebnis der Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung

Die Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung liefert keine Hinweise, die auf eine Bombardierung des Untersuchungsgebiets mit Sprengbomben oder einen Beschuss mit Artillerie rückschließen lassen. Ebenso ergeben sich keine Hinweise auf zerstörte Gebäude, Flakstellungen, Grabensysteme und weitere militärisch genutzte Strukturen.

Auf den Luftbildern sind an der Bahnhofstraße zwei Deckungslöcher zu erkennen. Diese werden nicht als Kampfmittelverdachtsfläche eingestuft und sind daher für die hier anstehende Fragestellung ohne Belang.

Die aus der historischen Recherche bekannten, in Kapitel 4.2 aufgeführten Ereignisse fanden in einer ausreichend großen Entfernung zum Untersuchungsgebiet statt, sodass sie keinen Einfluss auf das Ergebnis des vorliegenden Gutachtens haben.

6. Fazit

Die Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung hat keine Anhaltspunkte für das mögliche Vorhandensein von Kampfmitteln innerhalb des Untersuchungsgebiets ergeben. Es besteht keine Notwendigkeit, den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg oder ein anderes autorisiertes Unternehmen zu weiteren Erkundungen einzuschalten.

Nach unserem jetzigen Kenntnisstand sind in Bezug auf nicht detonierte Sprengkörper (Blindgänger) keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Die Erkundungs- und Bauarbeiten können diesbezüglich ohne weitere Auflagen durchgeführt werden.


Dieser Bericht hat nur für das oben und auf der Anlage 1 beschriebene Untersuchungsgebiet und für den Zeitraum des beschriebenen Bauvorhabens Gültigkeit. Es können daraus keine Aussagen für eventuelle Eingriffe in den Untergrund außerhalb des Untersuchungsgebiets abgeleitet werden.

Die Ergebnisse der Luftbildauswertung basieren auf der Interpretation der in Kapitel 3.1 „Grundlagen der Luftbildauswertung“ genannten Bilder. Daher beziehen sich die diesbezüglich gemachten Aussagen nur auf die Befliegungsdaten der ausgewerteten Luftbilder und können nicht darüber hinausgehen. In der Nachkriegszeit bereits durchgeführte Räumungen oder Veränderungen der untersuchten Fläche, wie beispielsweise Baumaßnahmen, Geländeabtragungen oder Aufschüttungen, die zu einer Veränderung der Belastungssituation geführt haben können, sind in dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

Diese Mitteilung kann nicht als Garantie für die absolute Kampfmittelfreiheit des Untersuchungsgebiets gewertet werden.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen


Jonathan Regener, M. Sc.
- Luftbildauswertung -


Sarah Rommel, M. A.
- Historische Recherche -

Anlage 1: Ergebnis der Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung sowie Ausschnittvergrößerung eines Luftbilds vom 16.04.1945

Tabelle Luftbilder

Lfd. Nr.	Datum	Sortie/Flugnr.	Bildnummer	Maßstab	Bildanzahl
1	13.10.1943	E_0365	1106-1107	1:25 000	2
2	12.09.1944	US23_0772	5070-5071	1:25 000	2
3	29.09.1944	US23_0793	4104-4105	1:28 000	2
4	17.12.1944	US34_3168	3075-3077	1:12 500	3
5	08.02.1945	US7_0061_A	8044-8045	1:37 000	2
6	09.02.1945	US7_0065_A	8016	1:47 000	1
7	23.02.1945	US32_0797	5002	1:45 000	1
8	15.03.1945	US34_3561	3167-3169, 4158-4160 5083-5084, 5088-5090 5127-5128	1:10 500 1:21 000	13
9	23.03.1945	US7_0205_A	8103-8104	1:50 000	2
10	23.03.1945	US7_0208_A	8134-8135	1:50 000	2
11	10.04.1945	106G_5273	3238, 4236	1:16 500	2
12	10.04.1945	US34_3794	5036-5037	1:25 000	2
13	16.04.1945	US34_3865	3026-3028, 3110-3112 4069-4071, 4109-4110	1:10 000	11
14	18.04.1945	US34_3913	3205-3207	1:10 000	3
15	09.07.1945	366_BS_3089_21	29-30, 157-159	1:40 000	5
				Summe	53

Auszug der genutzten Archive und der verwendeten Literatur

Archive

Bundesarchiv, Abt. Militärarchiv (BArch), Freiburg
The National Archive (TNA), London GB
Air Force Historical Research Agency (AFHRA), Maxwell USA
National Archives Records Administration (NARA), College Park USA
The Ike Skelton Combined Arms Research Library (CARL), Leavenworth USA
Ministère des Armées, Service historique de la Défense (SHD), Vincennes FR

Literatur

Bettinger, Dieter Robert: Die Geschichte der HGru G. Mai 1944 bis Mai 1945, Aachen 2010.

Boog, Horst/Krebs, Gerhard/Vogel, Detlef: Das Deutsche Reich in der Defensive. Strategischer Luftkrieg in Europa, Krieg im Westen und in Ostasien 1943–1944/45, Stuttgart/München 2001.

Cate, James Lea/Craven, Wesley Frank: The Army Air Forces in World War II, Vol. 1–7, Washington D.C. 1983.

Carter, Kit C./Mueller, Robert: Combat Chronology 1941–1945. U.S. Army Air Forces in World War II, Washington 1991.

Davis, Richard G.: Bombing the European Axis Power. A Historical Digest of the combined Bomber Offensive, 1939–1945, Maxwell 2006.

De Lattre de Tassigny, Jean: Histoire de la première armée française. Rhin et Danube, Paris 1949.

Foreign Office & Ministry of Economic Warfare: The Bomber's Baedeker. Guide to the Economic Importance of German Towns and Cities, Part 1 + 2, London 2nd Edition 1944.

Freeman, Roger: The Mighty Eight War Diary, London 1990.

Gaujac, Paul: l'armée de la Victoire. Du Rhin au Danube 1944–1945, Paris 1986.

Gräf, Aloys: Report of Operations. The Seventh United States Army in France and Germany 1944–1945, Vol. 1–3, Heidelberg 1946.

Lyautey, Pierre: Carnets d'un gommier. Campagne d'Allemagne 1945, Paris 1945.

Mahoney, Kevin A.: Fifteenth Air Force against the Axis. Combat Missions over Europe during World War II, Plymouth u. a. 2013.

McDonald, Charles: The Last Offensive. The European Theater of Operations, Washington 1975.

McDonald, Charles: The Siegfried Line. The European Theater of Operations, Washington 1993.

Mehner, Kurt: Die geheimen Tagesberichte der deutschen Wehrmachtführung im Zweiten Weltkrieg 1939–1945. Band 1–12, Osnabrück 1984–1995.

Middlebrook, Martin/Everitt, Chris: The Bomber Command War Diaries. An Operational Reference Book 1939–1945, Bungay 1990.

Spiewok, Erich/Stöber, Hans: Endkampf zwischen Mosel und Inn. XIII. SS-Armeeekorps, Osnabrück 1976.

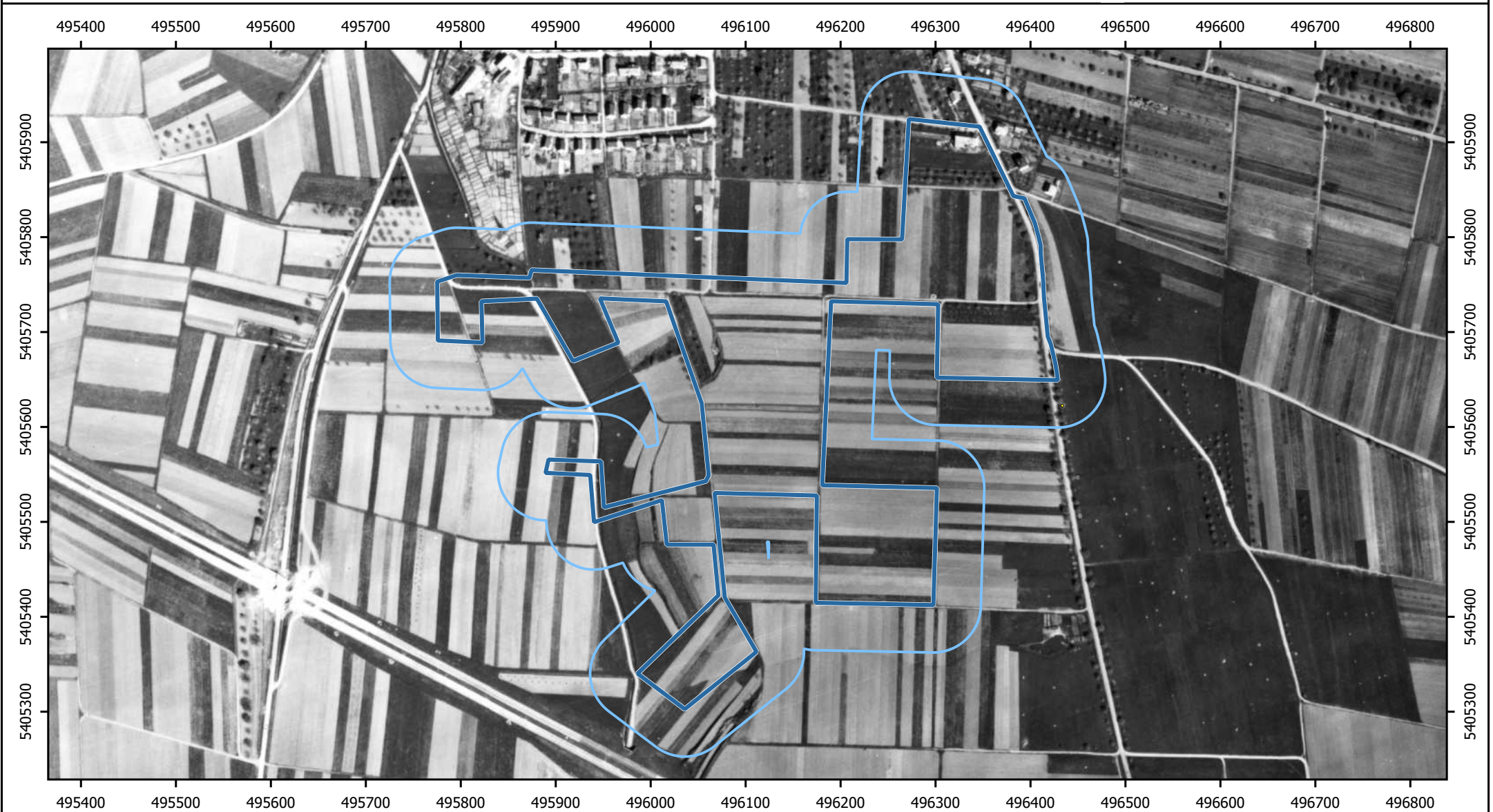
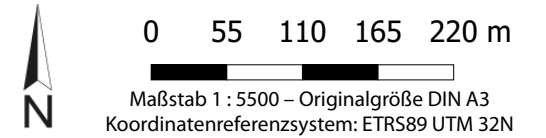
Williams, Mary: United States Army in World War II. Special Studies, Chronology 1941–1945, Washington 1989.

Zapf, Jürgen: Flugplätze der Luftwaffe 1934–1945 – und was davon übrig blieb. Lexikon aller Flugplätze von A–Z, Zweibrücken 2010.



Ergebnis der Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung: keine weiteren Untersuchungen notwendig. Lediglich Strukturen, die innerhalb der Auswertungsfläche liegen oder darüber hinausragen, sind dargestellt.

- Legende
- Untersuchungsgebiet
 - Auswertungsfläche
 - Deckungslöcher



Ausschnittvergrößerung eines Luftbilds vom 16.04.1945.

Projekt-Nr.: 24.01.11-01

Luftbildauswertung: Regener

09.01.2024

Anlage 1

Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung

(Anlage nur in Verbindung mit Gutachtentext gültig)

Die Reproduktion der Luftbilder ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht gestattet.

Rutesheim
Robert-Bosch-Straße, Bauvorhaben „Rutesheim Süd“

