

Anlage 4:

Baugrunduntersuchung – Geotechnischer Bericht nach DIN 4020, Voruntersuchung

**08118 Hartenstein, Gemarkung Thierfeld, Flurstück 829/8,
Neubau einer Halle, Neubau einer Ausstellungshalle,
Versickerungsanlagen**

- Baugrunduntersuchung -

- Geotechnischer Bericht nach DIN 4020, Voruntersuchung -



Objekt: Neubau einer Halle, Neubau eines Ausstellungs- und Schulungsgebäudes, Neubau von Versickerungsanlagen

Lage: Freistaat Sachsen, Landkreis Zwickau,
Stadt Hartenstein, Gemarkung Thierfeld,
Flurstück 829/8

Auftraggeber: Sächsische Haustechnik EDKI KG
Hartensteiner Straße 133
08118 Hartenstein OT Thierfeld

Auftragnehmer:  Dr. Uwe Knobloch Geotechnik, Ingenieurbüro
Wilhelm-Firl-Str. 2, 08062 Zwickau
Tel.: 0375/ 28 66 381, Fax: 0375/ 28 56 019

Projekt-Nr.: P22-772

Datum: Zwickau, den 19.12.2022

INHALTSVERZEICHNIS		SEITE
1	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	4
1.1	Projekt, Veranlassung und Aufgabenstellung	4
1.2	Unterlagen zum Projekt	5
1.3	Untersuchungen	6
2	GRUNDLAGEN UND SITUATION	9
2.1	Lage, Situation, vorhandene und geplante Bebauung	9
2.2	Frühere Untersuchungen	9
2.3	Geologische Situation, Altbergbau und Radon	10
2.4	Felderkundungen 2022	11
2.5	Bodenmechanische Laborversuche	14
2.6	Hydrologische Situation	15
2.7	Chemische Analytik – LAGA Boden	17
2.8	Erdbeben	19
3	BODENKLASSIFIZIERUNGEN	20
3.1	Bodenklassifizierung und weitere Angaben	20
3.2	Bodenkenngößen	22
4	FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUGRUNDEIGNUNG	25
4.1	Frosteinwirkung	25
4.2	Baugrundbewertung und Baugrundeignung für eine Flachgründung	25
4.3	Eignung zur Wiederverwendbarkeit des Baugrubenaushubes	26
5	EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG	27
5.1	Empfehlung der Gründung unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse und des geplanten Bauwerkes	27
5.2	Nachbargebäude und Setzungen	27
5.3	Baugrubenaushub, freizulegende Gründungssohle und Gründungspolster	28
5.4	Baugrube, Baugrubenböschung, Nachbarbebauung	30
5.5	Flachgründung, Sohlwiderstände und Setzungen	32
5.6	Bettungsmodul	33
5.7	Bemessungswasserstand	35
5.8	Wasserhaltung, Abdichtung und Ableitung von Wässern im Bau- und Endzustand	35
5.9	Radonsicherheit	36
5.10	Verkehrsflächen	36
5.11	Geotechnische Besonderheiten und Gültigkeit	37

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1** Lageplan mit Lage der Ansatzpunkte, M 1 : 1.000 (1 Blatt)
- Anlage 2** Boden- und Rammprofile
- Anlage 2.1 Bodenprofile KRB 1 bis KRB 9/2022 (9 Blatt)
- Anlage 2.2 Rammprotokolle DPH 1 bis DPH 6/2022 (6 Blatt)
- Anlage 2.3 Bodenprofile der Schürfe 1 und 2/2022 (2 Blatt)
- Anlage 2.4 Bodenprofil Altbohrung B1/90 (1 Blatt)
- Anlage 2.5 Geotechnische Profile 1 bis 4/2022, Prinzipskizzen (4 Blatt)
- Anlage 3** Bodenmechanische Laboruntersuchungen
Laboruntersuchungsbericht Nr. 414/2022 vom 25.11.2022 (8 Blatt)
- Anlage 4** Chemische Analytik
- Anlage 4.1 Prüfbericht Nr. 2022P44868/1 vom 30.11.2022 (3 Blatt)
- Anlage 4.2 Tabelle Auswertung chemischer Analysen (1 Blatt)
- Anlage 4.3 Probenahmeprotokoll (1 Blatt)
- Anlage 5** 2 Protokolle der Versickerungsversuche
Versickerungsversuch 1 vom 10.11.2022, Anlage 1, (4 Blatt)
Versickerungsversuch 2 vom 10.11.2022, Anlage 2, (4 Blatt)

1 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

1.1 Projekt, Veranlassung und Aufgabenstellung

Geplant ist der Neubau einer Halle ca. 65 m x 77 m (5.000 m²) mit Sprinkleranlage, eines Ausstellungs- und Schulungsgebäudes, ca. 30 m x 30 m sowie der Bau von Verkehrs- und Versickerungsanlagen. Die in DIN-Normen empfohlenen Abstände von Aufschlusspunkten betragen für Industrie- und Hochbauten von 15 m bis 40 m. Folgende Leistungen wurden, auch im Ergebnis der Abstimmungen vor Ort, vereinbart:

Im Bereich der Halle:

- Erkundung der Baugrundverhältnisse mit 4 Kleinrammbohrungen KRB zur Erkundung des Schichtenaufbaus der anstehenden Böden nach DIN EN ISO 22475 und DIN EN ISO 14688 und Probenahme,
- Untersuchung der Lagerungsverhältnisse der tatsächlich anstehenden Bodenschichten mit 4 schweren Rammsondierungen DPH, auch wegen möglicher Umlagerungen,

Im Bereich Ausstellungshalle:

- Erkundung der Baugrundverhältnisse mit 2 Kleinrammbohrungen KRB zur Erkundung des Schichtenaufbaus der anstehenden Böden nach DIN EN ISO 22475 und DIN EN ISO 14688 und Probenahme,
- Untersuchung der Lagerungsverhältnisse der tatsächlich anstehenden Bodenschichten mit 2 schweren Rammsondierungen DPH, auch wegen möglicher Umlagerungen,

Im Bereich Verkehrsflächen:

- Erkundung der Baugrundverhältnisse mit 2 Kleinrammbohrungen KRB zur Erkundung des Schichtenaufbaus der anstehenden Böden nach DIN EN ISO 22475 und DIN EN ISO 14688 und Probenahme,

Im Bereich der unterirdischen Löschwasserbehälter:

- Erkundung der Baugrundverhältnisse mit 1 Kleinrammbohrung KRB zur Erkundung des Schichtenaufbaus der anstehenden Böden nach DIN EN ISO 22475 und DIN EN ISO 14688 und Probenahme,

Im gesamten Bearbeitungsgebiet

- bodenmechanische und analytische Laborarbeiten,
- 2 Versickerungsversuche.

Betreuung und Durchführen der Aufschluss- und Laborarbeiten, Angaben zum Radon, Auswertung der Untersuchungen, Erstellen des Berichtes. Der Bericht wird als Geotechnischer Untersuchungsbericht mit Ergebnissen der Baugrunderkundung nach DIN EN 1997-1 verfasst, mit der Angabe von Bodenkennwerten, Empfehlungen zur Gründung, zur Baugrube und Baugrubenaushub, zum Bemessungswasserstand und den Bemessungswerten der Sohlnormalspannung nach DIN 1054:2010.

Die endgültigen Bauwerksabmessungen und -lasten standen zur Bearbeitung noch nicht fest, die vorliegende Bearbeitung ist deshalb im Rang einer Voruntersuchung nach DIN EN 1997-1:2014 und nur für das vorgenannte Bauvorhaben des Auftraggebers gültig. Das Bearbeitungsgebiet ist im Lageplan in Anlage 1 eingetragen.

Das Aufschlussprogramm wurde vor Ort aufgrund der angetroffenen Bodenverhältnisse angepasst.

Mit der Erstellung des Gutachtens für das geplante Bauvorhaben wurde Dr. Knobloch Geotechnik, Ingenieurbüro, Zwickau, im Namen der Fa. Sächsische Haustechnik EDKI KG, Hartenstein, durch Herrn Nestler, prisa mbH, Zwickau, beauftragt. Die Feldarbeiten wurden von Dr. Knobloch Geotechnik, Ingenieurbüro, Zwickau, durchgeführt.

1.2 Unterlagen zum Projekt

[U 1] Auftrag, Herr Nestler, prisa mbH, Zwickau, per E-Mail 20.10.2022

[U 2] 08118 Thierfeld, Hartensteiner Straße 133, Anbau Lagerhalle, Neubau Ausstellung, Lageplan V5, M 1 : 1.000, prisa Privatisierungs- u. Sanierungsgesellschaft mbH, Zwickau, 11.10.2022

[U 3] 08118 Thierfeld, Hartensteiner Straße 133, Anbau Lagerhalle, Neubau Ausstellung, Lageplan V4, M 1 : 1.000, prisa Privatisierungs- u. Sanierungsgesellschaft mbH, Zwickau, 27.07.2022

[U 4] Hydrogeologische Studie, Dimensionierung einer Versickerungsmulde, Lagerhalle Thierfeld, G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Freiberg/Sachsen, 19.12.1991

[U 5] Ingenieurgeologisches Baugrundgutachten Lagerhalle Thierfeld, G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH, Freiberg/Sachsen, 06.12.1990

- [U 6] Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen, Blatt 5342 Sektion Löbnitz-Zwönitz, M 1 : 25.000, 1913
- [U 7] PÄLCHEN et al (Hrsg.): Geologie von Sachsen I, Schweizerbart, Stuttgart, 2011
- [U 8] WITT, K.-J. (Hrsg.): Grundbautaschenbuch Band 1 bis 3, 7. Auflage, Ernst & Sohn, 2009
- [U 9] RÜTZ, D., WITT, K.-J., u.a.: Wissenspeicher Geotechnik, Bauhausuniversität Weimar, 2011
- [U 10] Karte „Gebiete mit unterirdischen Hohlräumen“ (Sächsische Hohlraumkarte) unter: <https://www.bergbau.sachsen.de/8159.html>, abgerufen am 11.10.2022
- [U 11] Zuordnung von Gemeinden im Freistaat Sachsen zu Erdbebenzonen 1 und 2 nach DIN 4149:2005-04 vom 11.02.2014
- [U 12] Meilenblätter Sachsen, Berliner Exemplar sowie Messtischblatt MB 25, Nr. 5342, 1937 unter: geoportal.sachsen.de, abgerufen am 15.11.2022
- [U 13] Allgemeinverfügung zur Festlegung von Gebieten zum Schutz vor Radon-222 in Innenräumen nach § 121 Abs. 1 Satz 1 des Strahlenschutzgesetzes, in: Sächsisches Amtsblatt, Nr. 49, 03.12.2020
- [U 14] Karte Grundwasserdynamik und Karte Grundwasserflurabstand unter: umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida, eingesehen am 02.11.2022

1.3 Untersuchungen

Der Umfang der durchgeführten Felduntersuchungen ist in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 1-1: Umfang der Aufschlüsse 2022

Aufschluss	Lage	Ansatzhöhe m NHN	Endtiefe m	Endtiefe m NHN
Bereich Lagerhalle, 1. BA				
Kleinrammbohrung				
KRB 1	Ostseite Halle	467,82	4,9 ET*	462,92
KRB 2	Hallenmitte	468,30	5,4 ET*	462,90
KRB 3	Südseite Halle	465,76	5,1 ET*	460,66
KRB 4	Südostecke Halle	466,13	6,4 ET*	459,73

Aufschluss	Lage	Ansatzhöhe m NHN	Endtiefe m	Endtiefe m NHN
Rammsondierung				
DPH 1	nahe KRB 1	467,82	5,3 ET*	462,52
DPH 2	nahe KRB 2	468,30	4,9 ET*	463,40
DPH 3	nahe KRB 3	465,76	3,8 ET*	461,96
DPH 4	nahe KRB 4	466,13	7,7 ET*	458,43
Bereich Ausstellungsgebäude				
Kleinrammbohrung				
KRB 5	Bestandsparkplatz Ostteil	469,80	6,0 ET	463,80
KRB 6	Bestandsparkplatz Nordostteil	469,81	4,0 ET*	465,81
Kleinrammbohrung				
DPH 5	nahe KRB 5, Abbruch, Bohrhindernis	469,80	0,5 ET*	469,30
DPH 5a	nahe KRB 5	469,80	6,0 ET	463,80
DPH 6	nahe KRB 6	469,81	6,4 ET*	463,41
Bereich Verkehrsflächen				
Kleinrammbohrung				
KRB 7	Ostteil große Parkfläche	468,00	2,0 ET	466,00
KRB 8	Westteil große Parkfläche	467,63	2,0 ET	465,63
KRB 9	kleine Parkfläche, Bereich unter- irdische Löschwasserbehälter	468,38	3,5 ET*	464,88

ET* Durch den Sondierwiderstand des Gebirges bedingte Endtiefe,
 ET Beauftragte Endtiefe.

Die Erkundungen sind punktuelle Aufschlüsse der Baugrundverhältnisse und besitzen Stichprobencharakter. Örtliche Abweichungen sind geologisch oder durch z. B. frühere Bautätigkeiten bedingt möglich.

Die Kleinrammbohrungen KRB entsprechen dem Kleinrammbohrverfahren der DIN EN ISO 22475-1 und das Gerät der schweren Rammsondierung (DPH) den Angaben der DIN EN ISO 22476-2. Grundlage der Bodenansprache ist DIN EN ISO 14688.

Die Ansatzpunkte wurden vor Ort festgelegt und die Lage mit Maßbandgenauigkeit und die Höhe der Ansatzpunkte mit Baunivellier eingemessen. Die Höhenangaben in m NHN wurden dem Lageplan entnommen [U 2].

Die Ansatzpunkte sind im Lageplan in Anlage 1 eingetragen. Bodenprofile der Kleinrammbohrungen enthält Anlage 2.1 und Rammprotokolle enthält Anlage 2.2.

Durchgeführte bodenmechanische Laboruntersuchungen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1-2: Umfang der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Probe; Aufschluss	Entnahmetiefe in m unter Ansatzpunkt	Baugrundschiicht	Körnungslinie DIN EN ISO 17892-4
MP 1: KRB 1 KRB 2 KRB 4	0,9 ... 4,4 1,3 ... 1,7 2,7 ... 3,6	5a, 5b 5b 5b	1 x
MP 2: KRB 2 KRB 3	1,8 ... 5,4 1,5 ... 5,1	5b 5b	1 x

Laborprotokolle enthält Anlage 3.

Den Umfang chemischer Untersuchungen zeigt nachfolgende Tabelle.

Tabelle 1-3: Umfang der chemischer Laboruntersuchungen

Probe; Aufschluss	Entnahmetiefe in m unter Ansatzpunkt	Baugrundschiicht	Komplettuntersuchungsprogramm TR LAGA Boden Tab. II.1.2.-2 ... /-5
MP 3: KRB 1 KRB 2 KRB 3 KRB 4	0,0 ... 3,0 0,0 ... 3,0 0,01 ... 1,0 0,2 ... 1,0	1, 4a, 5b 1, 4a, 5b 4a 3a, 3b, 4a, 5b	x
MP 4: KRB 5 KRB 6	0,17 ... 1,9 0,18 ... 2,0	2, 4a 2, 4a, 5b, 5a	x
MP 5: KRB 9	0,02 ... 3,5	1, 4a, 5a, 5c	x

Zur Bewertung der Einbaubarkeit von Bodenaushub wurden drei Bodenproben nach Komplettuntersuchungsprogramm LAGA, Tabelle II 1.2-2.../-5 ohne spezifischen Verdacht analysiert.

Laborprotokolle enthält Anlage 4.

2 GRUNDLAGEN UND SITUATION

2.1 Lage, Situation, vorhandene und geplante Bebauung

Das Bearbeitungsgebiet liegt nordöstlich der Stadt Hartenstein im Ortsteil Thierfeld, westlich der Staatsstraße S 255 Hartensteiner Straße, südlich der Bundesautobahn A72 AS Hartenstein und östlich des Bestandsgebäudes, einer Produktions- und Logistikhalle mit Büros und Ausstellungsflächen.

Das Bearbeitungsgebiet befindet sich nördlich und südlich der vorhandenen Betriebszufahrt zum Bestandsgebäude. Nördlich der Zufahrt liegt ein gepflasterter, teilweise asphaltierter Mitarbeiterparkplatz, südlich liegt eine Wiese. Im südwestlichen und südöstlichen Teil der Wiese stehen Erlen und Pappeln. Ein zusätzlicher Teil des Bearbeitungsgebietes ist der Bereich einer geplanten unterirdischen Regenwasserrückhaltung südöstlich des Bestandsgebäudes.

Die Geländehöhe beträgt ca. 470 m NHN im Bereich des Mitarbeiterparkplatzes, ca. 465 m ... 470 m NHN im Bereich der Wiese und ca. 460 ... 461 m NHN im Bereich der unterirdischen Regenwasserrückhaltung südöstlich des Bestandsgebäudes. Das weitläufige umliegende Gelände fällt in Richtung Süden ein.

Geplant ist der Neubau einer Halle ca. 65 m x 77 m (5.000 m²) mit Sprinkleranlage, eines Ausstellungs- und Schulungsgebäudes, ca. 30 m x 30 m sowie der Bau von Parkplatzflächen, Versickerungsanlagen, eines unterirdischen Löschwasserspeichers sowie einer Regenwasserrückhaltung.

Das Bearbeitungsgebiet ist im Lageplan der Anlage 1 dargestellt.

2.2 Frühere Untersuchungen

Durch die G.E.O.S. Ingenieurgeellschaft mbH Freiberg wurde mit Stand 1991 ein ingenieurgeologisches Baugrundgutachten für das jetzige Bestandsgebäude – Lagerhalle Thierfeld erstellt [U 5]. Für die Erkundung des Baugrundes wurden acht Schürfe bis 2,0 ... 2,25 m hergestellt und 2 Rammkernbohrungen mit 3,0 und 3,5 m Teufe niedergebracht. Die Bohrung B1/90 lag im Bereich des jetzigen Mitarbeiterparkplatzes.

Die Schichtenfolge wird wie folgt beschrieben: Unter einer 0,25 m mächtigen Oberbodenschicht folgt Gehängelehm bis 0,7 ... 0,9 m unter Gelände, ein schwach sandiger, stark kiesiger Schluff von steifer Konsistenz. Der Gehängelehm wird unterlagert von Konglomeratzersatz in teilweiser Wechsellagerung mit Schieferletten/Sandstein. Der Konglomeratzersatz wird als schwach bis mäßig schluffiger, sandiger Kies beschrieben, eingelagert sind Gerölle aus Quarz, Porphyrr und Schiefermaterial, vereinzelt treten Lagen von zersetzten Letten und Sandsteinen auf.

Mit den Aufschlüssen wurden keine Grund- bzw. Sickerwässer angetroffen. Aus der ermittelten Kornverteilung wurden nach DIN 18196 der Gehängelehm als SU* und der Konglomeratersatz als GU* klassifiziert.

Das Bauvorhaben wurde in die Geotechnische Kategorie 1 eingeordnet und eine Gründung im Rotliegendkonglomeratersatz empfohlen.

Durch die G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH Freiberg wurde weiterhin mit Stand 1991 eine Hydrogeologische Studie zur Dimensionierung einer Versickerungsmulde erstellt [U 4]. Dazu wurden aus drei Schürfen am Nordwestrand des Baugeländes für die jetzt bestehende Halle Proben entnommen und aus den ermittelten Kornverteilungen nach der USBR-Formel der Durchlässigkeitsbeiwert k_f bestimmt. Für den Rotliegendkonglomeratersatz wurde eine sehr heterogene Schichtenfolge aus einerseits sehr gut, andererseits sehr schlecht wasserleitenden Schichten nachgewiesen. Insgesamt wurde die Anlage eines Versickerungsbeckens nicht empfohlen.

Das Bodenprofil der Altbohrung B1/90 ist in Anlage 2.4 dargestellt. Die Lage der Altbohrung B1/90 ist im Lageplan Anlage 1 eingetragen.

2.3 Geologische Situation, Altbergbau und Radon

Im Bearbeitungsgebiet stehen im geologischen Untergrund Gesteine der Leukersdorf-Formation des Unterrotliegend an, das sind hier Schluffsteine bis Tonsteine mit geringmächtigen Sandstein- und Konglomerathorizonten. Die Gesteine sind von Verwitterungsschichten in der Mächtigkeit von mehreren 10 m überdeckt.

Weiterhin ist wegen früherer Bautätigkeiten mit Auffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzungen und mit aufgelockerten Bereichen zu rechnen.

Das Bearbeitungsgebiet liegt nicht in einem Gebiet, das als Gebiet mit unterirdischen Hohlräumen gemäß § 8 Sächs. HohlVO oder als Gebiet mit Grubenbauen unter Bergaufsicht in der sächsischen Hohlraumkarte ausgewiesen wird [U 10]. Eine Bewertung zum Altbergbau wird daher nicht vorgenommen.

Der Schutz vor Radon in Gebäuden ist im „Gesetz zur Neuordnung des Rechts zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung“ (StrlSchG) vom 27. Juni 2017 sowie in der „Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung“ (StrlSchV) vom 29. November 2018 geregelt. Das StrlSchG enthält in Teil 4, Kapitel 2 „Schutz vor Radon“ und die StrlSchV in Teil VI, Kapitel 1 u. a. Regelungen zum Schutz vor Radon in Aufenthaltsräumen und an Arbeitsplätzen in Innenräumen.

Das Bearbeitungsgebiet befindet sich nicht in einem nach § 121 StrISchG ausgewiesenen Radonvorsorgegebiet.

2.4 Felderkundungen 2022

Folgender Schichtenaufbau wurde erkundet:

- Schicht 1: Oberboden, durchwurzelte Schicht,
- Schicht 2: Auffüllungen, Tragschichten im Bereich Parkplatz,
- Schicht 3: Auensedimente, Bachablagerungen, limnische Ablagerungen,
 - Schicht 3a: Tone und Schluffe,
 - Schicht 3b: Sande,
- Schicht 4: Hanglehm,
 - Schicht 4a: Tone und Schluffe,
 - Schicht 4b: Sande, tonig, schluffig,
- Schicht 5: Rotliegendzersatz,
 - Schicht 5a: Tone,
 - Schicht 5b: Sande und Kiese,
 - Schicht 5c: Schluffstein, zersetzt.

Mit den Kleinrammbohrungen KRB 1, 2, 4, 7, 8 und 9 wurde eine durchwurzelte **Schicht 1** angetroffen, ein teilweise sandiger, schluffiger Ton bis toniger Schluff mit organischen Bestandteilen, der nach DIN 18196 als OT ... OU klassifiziert wird.

Im Bereich des Mitarbeiterparkplatzes lagerten unter dem Betonpflaster Tragschichten (**Schicht 2**), die mit den Kleinrammbohrungen KRB 6 und KRB 7 aufgeschlossen wurden. Der Boden bestand aus Splitt und sandigem Kies und wird nach DIN 18196 als [GE] und [GW] klassifiziert.

Am Rand des Erlengehölzes wurden mit der Kleinrammbohrung KRB 4 Bachauen- und Teichsedimente aufgeschlossen (**Schicht 3**), lagenweise Tone und Schluffe (**Schicht 3a**), die nach DIN 18196 als feinkörnige Böden TM bzw. UM, zum Teil auch als Böden mit organischen Beimengungen OT klassifiziert werden. Der in Schurf 3 angetroffene hellgraue Ton wird als limnische Bildung des ehemaligen Teiches interpretiert und ebenfalls der Schicht 3a zugeordnet. Die feinkörnigen Böden wurden von einer Sandschicht (**Schicht 3b**) unterlagert, die nach DIN 18196 als gemischtkörniger Boden SU klassifiziert wird.

Unter den Schichten 1 ... 3 wurde in allen Kleinrammbohrungen Hanglehm angetroffen (**Schicht 4**), überwiegend als schluffiger Ton (Schicht 4a), mit der Kleinrammbohrung KRB 8 auch als schluffiger, toniger Sand (Schicht 4b). Nach DIN 18196 werden die Böden der Schicht 4a als

feinkörnige Böden TM ... TA, die Böden der Schicht 4b als gemischtkörnige Böden ST* klassifiziert.

Unter den Auesedimenten lagerte Zersatz aus den hier anstehenden Rotliegendesedimenten (**Schicht 5**). In allen Kleinrammbohrungen wurden Schichten aus kiesigen Sanden, lagenweise auch sandige Kiese mit wechselnden Schluffanteilen (**Schicht 5b**) angetroffen, die nach DIN 18196 als gemischtkörnige Böden SU*, SU, in einzelnen Lagen auch als GU und GU* klassifiziert werden. Mit den Kleinrammbohrungen KRB 1, KRB 5 und KRB 6 wurden im Zersatz auch Lagen aus schwach sandigen, schwach kiesigen, schluffigen Tonen (**Schicht 5a**) angetroffen, die nach DIN 18196 als feinkörnige Böden TM klassifiziert werden. Der mit der Kleinrammbohrung KRB 9 angetroffene zersetzte Schluffstein (**Schicht 5c**) ist ein Schluff, sandig, kiesig und wird als feinkörniger Boden UM klassifiziert.

Der Übergang zwischen dem Hanglehm der Schicht 4 und dem Zersatz der Schicht 5 ist fließend.

Im Bereich der geplanten Ausstellungshalle lagen die Schlagzahlen der DPH 1 bis in eine Tiefe von $t = 1,0$ m überwiegend bei $N_{10} = 1 \dots 2$, darunter bis in eine Tiefe von ca. $t = 2,5$ m bei $N_{10} = 3 \dots 6$, bis $t = 3,8$ m bei $N_{10} = 6 \dots 10$. Darunter stiegen die Schlagzahlen stark an, erreichten Werte über $N_{10} = 30$ bei einer Tiefe von $t = 4,0$ m, fielen dann wieder auf $N_{10} = 12$ und stiegen ab einer Tiefe von $t = 5,0$ m stark an.

Die Schlagzahlen der DPH 2 und DPH 3 lagen bis zu einer Tiefe von ca. $t = 1,3$ m überwiegend bei $N_{10} = 2 \dots 4$, bis zu einer Tiefe von ca. $t = 2,0$ m überwiegend bei $N_{10} = 6 \dots 9$, stiegen bis zu einer Tiefe von ca. $t = 2,6$ m auf Werte von ca. $N_{10} = 20$, fielen dann wieder leicht ab und schwankten bis zur Endteufe bei überwiegend $N_{10} > 30$.

Die Schlagzahlen der Rammsonde DPH 4 lagen bis in einer Tiefe von $t = 1,4$ m bei $N_{10} = 0 \dots 2$, bis zur Tiefe von $t = 2,6$ m bei $N_{10} = 3 \dots 6$, schwankten darunter bis zur Tiefe von $t = 6,8$ m im Bereich von $N_{10} = 6 \dots 16$ und stiegen dann bis zur Endteufe an.

Im Nordostteil des Bearbeitungsgebietes, im östlichen Bereich des Mitarbeiterparkplatzes lagen die Schlagzahlen der Schweren Rammsonden DPH 5a und 6 unter der Pflastertragschicht in einer Tiefe von ca. $t = 1,0 \dots 1,3$ m bei ca. $N_{10} = 1 \dots 2$. Im Bereich der DPH 5a lagen die Schlagzahlen darunter bis zur Tiefe von $t = 3,3$ m bei $N_{10} = 3 \dots 5$, stiegen dann an und lagen ab $t = 4,5$ m bis zur Endteufe bei Werten über $N_{10} = 30$. Im Bereich der DPH 6 lagen die Schlagzahlen bis zur Tiefe von $t = 2,6$ m bei überwiegend $N_{10} = 4 \dots 6$, stiegen dann auf Werte über $N_{10} = 20$, fielen von $t = 4,0$ bis $5,0$ m Tiefe wieder auf Werte um $N_{10} = 10$ und stiegen darunter bis zur Endteufe wieder an.

Mit den Rammkernsondierungen angetroffene Schichten sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 2-1: Angetroffene Bodenschichten KRB 1 ... KRB 9

Schicht	Beschreibung	Schichtuntergrenze im Aufschluss m NHN				Schicht- mächtigkeit in m
		KRB 1 / 2	KRB 3 / 4	KRB 5 / 6	KRB 7 / 8 / 9	
-	Ansatzpunkt:	467,82 / 468,3	465,76 / 466,13	469,8 / 469,81	468,0 / 467,63 / 468,38	
1	Oberboden	467,67 / 468,15	- / 466,03	-	467,7 / 467,43 / 468,08	0 ... 0,28
2	Auffüllungen	-	-	468,95 / 469,01	-	0 ... 0,78
3a	Auensedimente: Tone und Schluffe	-	- / 465,43	-	-	0 ... 0,6
3b	Auensedimente: Sande	-	- / 465,38	-	-	0 ... 0,05
4a	Hanglehm: Tone und Schluffe	466,92 / 467,0	464,26 / 465,13	468,4 / 468,61	467,0 / - / 467,68	0 ... 1,49
4b	Hanglehm: Sande, tonig, schluffig	-	-	-	- / 467,03 / -	0 ... 0,4
5a	Zersatz: Tone	463,22 / -	-	467,3 / 467,21	- / - / 466,38	0 ... 0,8
5b	Zersatz: Sande und Kiese	462,92 ET* / 462,9 ET*	460,66 ET* / 459,73 ET*	463,8 ET / 465,81 ET*	466,0 ET / 465,63 ET / -	1,0 ... 5,4
5c	Zersatz: Schluffstein	-	-	-	- / - / 464,88 ET*	0 ... 1,5

ET* Durch den Sondierwiderstand des Gebirges bedingte Endtiefe,
 ET Beauftragte Endtiefe.

Die Lage der Ansatzpunkte ist im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Die Ergebnisse der Baugrunderkundung sind als Boden- und Rammprofile in Anlage 2.1 und 2.2 enthalten und in Anlage 2.5 eine Zusammenstellung der Boden- und Rammprofile als Geotechnische Profile.

Mit den Schürfen angetroffene Schichten sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 2-2: Angetroffene Bodenschichten Schurf 1, Schurf 2

Schicht	Beschreibung	Schichtuntergrenze im Aufschluss m NHN		Schicht- mächtigkeit in m
		Schurf 1	Schurf 2	
-	Ansatzpunkt:	461,29	466,19	
1	Oberboden	-	465,99	0 ... 0,2
2	Auffüllungen	460,59	-	0 ... 0,5
3a	Auensedimente: Tone und Schluffe	-	465,69	0 ... 0,3
5a	Zersatz: Tone	-	464,99	0 ... 0,7
5b	Zersatz: Sande und Kiese	459,91 ET	464,59 ET	0,4 ... 0,68

ET Beauftragte Endtiefe.

Die Lage der Ansatzpunkte ist im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Die Ergebnisse der Baugrunderkundung sind als Bodenprofile in Anlage 2.3 enthalten.

2.5 Bodenmechanische Laborversuche

In nachfolgender Tabelle sind die Ergebnisse bodenmechanischer Laborversuche zusammengestellt.

Tabelle 2-3: Umfang der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Probe; Auf- schluss	Entnahmetiefe in m unter Ansatzpunkt	Baugrund- schicht	Körnungslinie DIN EN ISO 17892-4
MP 1; KRB 1 KRB 2 KRB 4	0,9 ... 4,4 1,3 ... 1,7 2,7 ... 3,6	5b	Tonkorn 0,0 % Schluffkorn 22,22 % Sandkorn 43,57 % Kieskorn 34,21 %
MP 2; KRB 2 KRB 3	1,8 ... 5,4 1,5 ... 5,1	5b	Tonkorn 0,0 % Schluffkorn 25,17 % Sandkorn 45,01 % Kieskorn 29,82 %

Der Boden der Mischprobe MP 1 ist ein Sand, stark kiesig, schluffig und wird nach DIN 18196 als SU* klassifiziert, nach USBR beträgt der k_f – Wert $1,544 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Der Boden der Mischprobe MP 2 ist ein Sand, kiesig, schluffig und wird nach DIN 18196 als SU* klassifiziert, nach USBR beträgt der k_f – Wert $8,351 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Den Laboruntersuchungsbericht Nr. 414/2022 enthält Anlage 3.

2.6 Hydrologische Situation

In der Karte [U 14] sind die Hydroisohypsen 2016 bei ca. 405 m NHN eingetragen. Das entspricht einem Grundwasserflurabstand von > 50 m.

Im Ingenieurgeologischen Baugrundgutachten, Lagerhalle Thierfeld, G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH Freiberg wird angeführt, dass auf Grundlage der Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte eine permanente Grundwasseroberfläche erst ab > 3 m unter Gelände erwartet wird [U 5].

Die Grundwasserfließrichtung ist Südwest.

Vorfluter sind der Thierfelder Bach südlich des Bearbeitungsgebietes und ein Nebenlauf westlich in ca. 150 ... 200 m Entfernung. Westlich des Bestandsgebäudes befinden sich die Sahrteiche, die von dem Nebenlauf entwässert werden. Südlich in ca. 50 ... 100 m Entfernung liegen zwei abflusslose Teiche.

Im Berliner Exemplar der Meilenblätter Sachsen (Erstellungszeit zwischen 1780 und 1825) [U 12] sind ein N-S verlaufender Bachlauf zum Thierfelder Bach im Bereich der geplanten Lagerhalle sowie im Südbereich der derzeitigen Grünfläche ein Teich mit einem südlich und östlich gelegenen Teichdamm mit einer Fläche von ca. 100 x 50 m eingetragen.

In der Geologischen Karte mit Stand 1913 [U 6] sind der Teich und der Bachlauf nördlich des Bearbeitungsgebietes nicht mehr vorhanden. Im ehemaligen Bachverlauf westlich des Teichgebietes ist eine Quelle eingetragen, deren Lage entspricht dem derzeitigen Erlengebüsch im südwestlichen Bereich der heutigen Grünfläche.

Gegenwärtig bildet das Erlengebüsch im ehemaligen Bachlauf einen vernässten Quellbereich mit Grundwasserflurabständen von 10 ... 30 cm. Hier wurden eine Wasserfassung mit mehreren Betonringen und einer Wasserleitung sowie ein kleiner Teich eingerichtet. Das Wasser ist Oberflächenwasser des ungeschützten obersten Leiters ohne Verbindung zum Hauptgrundwasserleiter.

Die abflusslosen Teiche südlich des Bearbeitungsgebietes liegen ebenfalls im Bereich des ehemaligen Bachlaufs.

Im Bearbeitungsgebiet anstehendes oberflächennahes Grundwasser kann als Schichtenwasser im ehemaligen Bachlauf oder auf dem kolmatierten ehemaligen Teichgrund auftreten.

Mit den Erkundungen 2022 wurden folgende Grundwasserstände erkundet:

Tabelle 2-4: Angetroffene Grundwasserstände

Aufschluss	Ansatzhöhe m NHN	Wasserstand			
		Bohrende		Ruhezustand	
		m	m NHN	m	m NHN
KRB 1	467,82	2,63	465,19	-	-
KRB 2	468,30	3,70	464,60	-	-
KRB 4	466,13	1,18	464,95	1,03 nach 90:05 h	465,10
KRB 5	469,80	5,25	464,55	4,77 nach 48 Min	465,03
KRB 9	468,38	2,71	465,67	-	-

Die unmittelbar zum Bohrende gemessenen Grundwasserstände sind durch das Bohrverfahren bedingt beeinflusst.

Als **Porengrundwasserleiter** fungieren die Tragschichten, einzelne feinkornarme Lagen im Zersatz und sandige oder kiesige Lagen im ehemaligen Bachlauf.

Durch Extremniederschläge kann ein vollständiger Einstau des Porengrundwasserleiters in höhere Bereiche nicht ausgeschlossen werden.

Schicht 4a (Lehmboden) ist ein Grundwasserstauer, auf dem zumindest nach anhaltenden Niederschlagsperioden Hang- und Schichtenwässer möglich sind. Sandige Zwischenlagen können als Grundwasserleiter (Porengrundwasserleiter) fungieren.

Die Tone und Schluffe der Schicht 3a im südlichen Teil des Bearbeitungsgebietes sind Grundwasserstauer, auf denen Schichtenwasser auftritt.

Als **Kluftgrundwasserleiter** fungieren Klüfte, Störungen und verwitterte Zonen des unterlagernden Festgesteins. Diese Schicht wurde nicht erkundet. Aufsteigende Kluftwässer sind für das Bauvorhaben von untergeordneter Bedeutung.

In zwei Schürfen wurden **Versickerungsversuche** durchgeführt. Die Schurfsohlen lagen jeweils im Zersatz der Schicht 5b. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte betragen

- im Schurf 1 $k_f = 2,9 \cdot 10^{-7}$ m/s und
- im Schurf 2 $k_f = 1,9 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Der Versuchswert liegt im Wertebereich, bei dem eine ausreichende Versickerung zur Wasserbeseitigung nicht mehr möglich ist.

Die Lage der Schürfe ist im Lageplan Anlage 1 eingetragen. Das Profil der Schürfe ist in der Anlage 2.3 eingezeichnet.

2.7 Chemische Analytik – LAGA Boden

Organoleptische Auffälligkeiten wurden während der Baugrundaufschlussarbeiten nicht festgestellt.

Zur Ermittlung der Einbaubarkeit bzw. der Einbauklasse wurden Mischproben aus Boden hinsichtlich ihres Stoffgehaltes untersucht und die Laborergebnisse den Zuordnungswerten der LAGA Boden gegenübergestellt. Der Parameterumfang für zu erwartende Aushubhorizonte wurde auf Grundlage der TR LAGA M 20

„Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regel für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), LAGA Länderarbeitsgemeinschaft Abfall vom 05.11.2004, Komplettprogramm gemäß Tabelle II.1.2-4 und 5 festgelegt.

Folgende Bodenproben wurden auf unspezifischen Verdacht untersucht:

- Mischprobe des im Bereich der Lagerhalle zu erwartenden Bodenaushubes MP 3 aus

Rammkernsondierung KRB 1, t = 0,0 m ... 3,0 m,
 KRB 2, t = 0,0 m ... 3,0 m,
 KRB 3, t = 0,01 m ... 1,0 m und
 KRB 4, t = 0,2 m ... 1,0 m.

- Mischprobe des im Bereich der Ausstellungshalle zu erwartenden Bodenaushubes MP 4 aus

Rammkernsondierung KRB 5, t = 0,17 m ... 1,9 m und
 KRB 6, t = 0,18 m ... 2,0 m.

- Mischprobe des im Bereich der Löschwasserbehälter zu erwartenden Bodenaushubes MP 5 aus

Rammkernsondierung KRB 9, t = 0,02 m ... 3,5 m.

In nachfolgender Tabelle sind die maßgebenden Auffälligkeiten zusammengestellt.

Tabelle 2-5: Analytik - Auffällige Parameter 2022

Parameter Feststoff	Einheit	MP 3		MP 4		MP 5	
Arsen	mg/kg	-	-	16	Z 1.1	15	Z 0*
Chrom, ges.	mg/kg	31	Z 0*	-	-	60	Z 0*
Nickel	mg/kg	24	Z 0*	-	-	172	Z 2
Zink	mg/kg	-	-	-	-	75	Z 0*
TOC	M%	0,93	Z 1.1	-	-	-	-
Eluat							
pH-Wert	-	-	-	-	-	6,3	Z 1.2

In der Mischprobe MP 3 überschreitet der Feststoffparameter **TOC** – gesamter organischer Kohlenstoff den Zuordnungswert Z 0 = 0,5 Masse%. Der Parameter beschreibt den Gehalt an organischem Kohlenstoff, z. B. durch Pflanzen- und Wurzelreste. Eine Stoffgefährlichkeit oder schädliche Bodenveränderungen sind aus fachlicher Sicht aus diesem Parameter nicht abzuleiten. Die Einbaufähigkeit bzw. Tragfähigkeit kann jedoch eingeschränkt sein. Bei einem Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis von > 25 beträgt der Zuordnungswert Z 0 ≤ 1,0 Masse%.

Der Boden der Mischprobe MP 3 ist wegen des Parameters TOC dem Zuordnungswert Z 1.1 nach LAGA Boden zuzuordnen.

Der Parameter Arsen der Mischprobe MP 4 ist im Feststoff auffällig, eluiert jedoch nicht. Der Boden der Mischprobe MP 4 ist wegen des Parameters Arsen im Feststoff dem Zuordnungswert Z 1.1 nach LAGA Boden zuzuordnen.

Der Parameter Zink der Mischprobe MP 5 ist im Feststoff auffällig, eluiert jedoch nicht. Der Boden der Mischprobe MP 5 ist wegen des Parameters Zink im Feststoff dem Zuordnungswert Z 2 nach LAGA Boden zuzuordnen.

Eine Abstimmung mit dem den Bodenaushub Annehmenden wird empfohlen. Durch Nachuntersuchungen können ggf. die Zuordnungswerte präzisiert werden.

Die Analyseprotokolle und Probenahmeprotokolle sind in Anlage 4 enthalten. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse enthält die Tabelle in Anlage 4.2.

In nachfolgender Tabelle sind in Kurzform die gemäß LAGA zulässigen Maßnahmen zusammengestellt:

Tabelle 2-6: Zuordnungswerte gemäß LAGA und daraus abzuleitende Konsequenzen in Kurzform

Zuordnung nach LAGA	Maßnahmen – Kurzform für Boden
Z 0	Uneingeschränkter Einbau ist möglich.
Z 0*	Verfüllungen von Abgrabungen gemäß LAGA TR Boden 2004 unter der durchwurzelbaren Bodenschicht, wenn im Eluat Zuordnungswerte Z0 gemäß der LAGA TR Boden 2004 und weitere Bedingungen, z. B. hinsichtlich Überdeckung und Trinkwasserschutzzonen, eingehalten werden.
Z 1.1	Eingeschränkter Einbau in Flächen mit unsensibler Nutzung ist möglich, Gewerbe-, Lagerflächen, Parkanlagen, Flurabstand zum höchsten Grundwasser > 1 m ist erforderlich.
Z 1.2	Wie Z1.1, aber nur bei hydrogeologisch günstigen Verhältnissen, nur unter geschlossener Vegetationsdecke, Flurabstand zum höchsten Grundwasser > 1 m ist erforderlich.
Z 2	Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen u. a. in Lärmschutzwällen oder Dammbauwerken unter mineralischer Abdichtung, Flurabstand zum höchsten Grundwasser > 1 m ist erforderlich. Eine mineralische Dichtung in z. B. Lärmschutzwällen muss folgende Bedingungen erfüllen: Dicke mind. 0,50 m, Durchlässigkeit $k_f \leq 5 \times 10^{-9}$ m/s, 1,0 m Überdeckung mit Rekultivierung.
> Z 2	Stoffe sind gemäß Deponieverordnung DepV zu deponieren bzw. einer chemischen, biologischen oder thermischen Behandlung / Aufbereitung zuzuführen.

2.8 Erdbeben

Auf Grundlage der Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen der DIN 4149:2005 nach Auskunft des GFZ Potsdam (Helmholtz-Zentrum) wird das Gebiet von Thierfeld der Erdbebenzone 0 zugeordnet. Die geologische Untergrundklasse ist R.

Nach DIN EN 1998-1/NA:20011 ist folgende Baugrundklasse zutreffend:

Baugrundklasse B mäßig verwitterte Festgesteine und Festgesteine mit geringer Festigkeit
 oder
 grobkörnige (rollige) bzw. gemischtkörnige Lockergesteine mit hohen Reibungseigenschaften in dichter Lagerung oder in fester Konsistenz (z. B. glazial vorbelastete Lockergesteine).

3 BODENKLASSIFIZIERUNGEN

3.1 Bodenklassifizierung und weitere Angaben

Baugrund- und bautechnische Eigenschaften der erkundeten Böden werden in nachfolgenden Tabellen dargestellt:

Tabelle 3-1: Bodenklassifizierung

Schicht	Boden- gruppe DIN 18196 ¹⁾	Benennung nach DIN EN ISO 14688 ¹⁾	Glüh- verlust ^{2) 3)} DIN 18128 %	Massen- anteil Steine, Blöcke ^{2) 3)} DIN EN ISO 14 688-1 %	Plas- tizität DIN EN ISO 14 688-1 -	Plas- tizitäts- zahl I _p ^{2) 3)} %	Kon- sis- tenz- zahl I _c ^{2) 3)} -
1 Oberboden, durchwurzelte Schicht	OT ... OU	Ton, schluffig ... Schluff, tonig, tlw. sandig, mit organischen Bestandteilen	2 ... 20	0 ... 1	gering plas- tisch	-	-
2 Auffüllungen	GE, GW	Feinkies, Splitt sowie Kies, sandig	0 ... 2	0	nicht plas- tisch	-	-
3a Auen- sedimente: Tone und Schluffe	TM, UM, OT	Ton, schluffig ... Schluff, tonig, teilweise Ton mit organischen Beimengungen	2 ... 10	0	hoch plas- tisch	> 0,35	> 1,00
3b Auen- sedimente: Sande	SU	Sand, kiesig	0 ... 2	0	nicht plas- tisch	-	-
4a Hanglehm: Tone und Schluffe	TM ... TA	Ton, schluffig	2 ... 5	0	hoch plas- tisch	> 0,35	steif bis halbfest 0,8 ... 1,5 KRB 5 weich 0,7 ... 0,5
4b Hanglehm: Sande	ST*	Sand, tonig, schluffig	1 ... 2	0 ... 1	gering plas- tisch	-	-

Schicht	Boden- gruppe DIN 18196 ¹⁾	Benennung nach DIN EN ISO 14688 ¹⁾	Glüh- verlust ^{2) 3)} DIN 18128	Massen- anteil Steine, Blöcke ^{2) 3)} DIN EN ISO 14 688-1	Plas- tizität DIN EN ISO 14 688-1	Plas- tizitäts- zahl I _p ^{2) 3)}	Kon- sis- tenz- zahl I _c ^{2) 3)}
5a Zersatz: Tone	TM	Ton, schluffig, schwach kiesig, schwach sandig	2 ... 5	0	hoch plas- tisch	0,2 ... 0,3	halbfest > 1,0
5b Zersatz: Sande und Kiese	SU, SU*, Lagen von GU, GU*	Sand, kiesig, schluffig und Kies, sandig, schluffig	0 ... 1	0 ... 5	gering plas- tisch	-	-
5c Zersatz: Schluffstein	UM	Schluff, sandig, kiesig	0 ... 1	10 ... 50	nicht plas- tisch	< 0,20	>> 1,0

Erläuterungen: ¹⁾ Die Angaben beschreiben das Körnungsband.
²⁾ Werte sind geschätzt.
³⁾ Angegeben ist die Bandbreite.

Tabelle 3-2: Bautechnische Angaben für den erkundeten Zustand

Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Zusammen- drückbarkeit 1)	Rammpbarkeit	Verdichtungs- fähigkeit DIN 18196/ ZTV A-Stb	Frostemp- findlichkeit ZTV E-StB 2)
2 Auffüllungen	GE, GW	vernachlässigbar klein	leicht	mittel ... sehr gut /V2 ... V1	F1
3a Auen- sedimente: Tone und Schluffe	TM, UM, OT	groß ... mittel	leicht	schlecht ... sehr schlecht/V3 4)	F3
3b Auen- sedimente: Sande	SU	mittel	leicht	gut / V1 4)	F2
4a Hanglehm: Tone und Schluffe	TM ... TA	sehr groß ... mittel	mittel 3)	schlecht ... sehr schlecht/V3 4)	F3
4b Hanglehm: Sande	ST*	gering ... mittel	mittel 3)	mäßig/V2 4)	F3
5a Zersatz: Tone	TM	groß ... mittel	leicht	schlecht/V3 4)	F3
5b Zersatz: Sande und Kiese	SU, SU*, Lagen von GU, GU*	vernachlässigbar klein ... mittel	schwer 3)	gut ... mittel/V2 4)	F3
5c Zersatz: Schluffstein	UM	groß ... mittel	schwer 3)	schlecht/V3 4)	F3

Erläuterungen: 1) abgeschätzt nach DIN 18196.

2) F1 nicht frostempfindlich, F2 gering bis mittel und F3 sehr frostempfindlich.

3) Rammhindernisse sind möglich, Vorbohren ist bei Hindernissen erforderlich.

4) Bei Wasserzutritt oder ausgetrocknet ist der Boden nicht verdichtungsfähig.

3.2 Bodenkenngrößen

Für erdstatische Berechnungen werden in der nachfolgenden Tabelle Rechenwerte angegeben. Sie wurden auf Grundlage der geologischen Ansprache vor Ort sowie auf Grundlage von Erfahrungen im Untersuchungsgebiet abgeleitet. Die Bodenkennwerte gelten für ungestörte natürliche Lagerung. Örtliche Abweichungen sind möglich.

Die Rechenwerte für Standsicherheitsnachweise gelten für die bauwerksbezogene Höhenlage und beziehen sich auf das Teilsicherheitskonzept. In Berechnungen sind sie um den Teilsicherheitsbeiwert gemindert anzusetzen.

Tabelle 3-3: Bodenkennwerte für ungestörte Böden in natürlicher Lagerung, geschätzt

Schicht	Boden- gruppe DIN 18196	Wichte feuchter Boden ¹⁾ ²⁾ γ_k kN/m ³	Wichte unter Auftrieb ¹⁾ γ_k' kN/m ³	wirk- samer Rei- bungs- winkel ¹⁾ ²⁾ ϕ_k' °	wirk- same Kohä- sion ¹⁾ ²⁾ c' kN/m ²	undrainierte Scherfestigkeit ¹⁾ ²⁾ c_u kN/m ²	Steife- modul ¹⁾ ³⁾ $E_{s,k}$ MN/m ²
2 Auffüllungen	GE, GW	17,0 ... 18,0 (17,5)	7,5	32 ... 37 (35)	-	-	30
3a Auen- sedimente: Tone und Schluffe	TM, UM, OT	17,5 ... 19,5 (18,5)	8,5	11 ... 17 (14)	2 ... 10 (2)	200 ... 300 (200)	1
3b Auen- sedimente: Sande	SU	17,0 ... 18,0 (17,5)	7,5	27 ... 32 (30)	0 ... 2,5 (0)	-	20
4a Hanglehm: Tone und Schluffe	TM ... TA	19,5 ... 20,5 (20,0)	10,0	14 ... 17 (17)	1 ... 10 (2)	steif bis halbfest 60 ... 300 (200) weich 30 (10)	2 ... 5
4b: Hanglehm: Sande	ST*	18,0 ... 19,0 (18,5)	8,5	24 ... 30 (27)	0 ... 5 (0)	-	10
5a Zersatz: Tone	TM	19,5 ... 20,5 (20,0)	10,0	14 ... 21 (17)	5 ... 20(10)	> 600	6 ... 12
5b Zersatz: Sande und Kiese	SU, SU*, Lagen von GU, GU*	19,0 ... 20,0 (19,5)	9,5	21 ... 35 (30)	1 ... 10 (2)	-	15 ... 30
5c Zersatz: Schluffstein	UM	19,5 ... 20,5 (20,0)	10,0	17 ... 21 (17)	5 ... 20 (15)	>> 600	20 ... 40

Erläuterungen: ¹⁾ Werte sind geschätzt.

²⁾ Für die Parameter wurde der Wertebereich und in Klammern ein wahrscheinlicher Wert angegeben. Für Standsicherheitsberechnungen sollte der Mittelwert in der Klammer und für Rammarbeiten der Maximalwert angesetzt werden.

³⁾ Gültig im Belastungsbereich von 100 ... 250 kN/m².

Tabelle 3-4: Bodenkennwerte, Wasserdurchlässigkeiten in natürlicher Lagerung, aus der Korngrößenverteilung abgeleitet bzw. geschätzt

Schicht	Bodengruppe DIN 18196	Wasserdurchlässig- keit	Wasserdurchlässigkeits- beiwerte, geschätzt [U 9] k_f m/s
2 Auffüllungen	GE, GW	groß	$2 \cdot 10^{-1} \dots 1 \cdot 10^{-3}$
3a Auensedimente: Tone und Schluffe	TM, UM, OT	sehr gering ¹⁾	$1 \cdot 10^{-8} \dots 1 \cdot 10^{-10}$ ¹⁾
3b Auensedimente: Sande	SU	mittel	$2 \cdot 10^{-5} \dots 1 \cdot 10^{-6}$ ¹⁾
4a Hanglehm: Tone und Schluffe	TM ... TA	sehr gering ¹⁾	$1 \cdot 10^{-8} \dots 1 \cdot 10^{-11}$ ¹⁾
4b Hanglehm: Sande	ST*	gering ¹⁾	$2 \cdot 10^{-6} \dots 1 \cdot 10^{-9}$ ¹⁾
5a Zersatz: Tone	TM	sehr gering ¹⁾	$1 \cdot 10^{-8} \dots 1 \cdot 10^{-11}$ ¹⁾
5b Zersatz: Sande und Kiese	SU, SU*, Lagen von GU, GU*	mittel ... gering	$3 \cdot 10^{-7} \dots 2 \cdot 10^{-7}$ ¹⁾
5c Zersatz: Schluffstein	UM	gering ¹⁾	$1 \cdot 10^{-6} \dots 1 \cdot 10^{-9}$ ¹⁾

Erläuterungen: ¹⁾ In sandigeren Zwischenlagen und Lagen mit weniger Feinkorn ist verstärkte Wasserführung möglich.

4 FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUGRUNDEIGNUNG

4.1 Frosteinwirkung

Die Gründung von Bauwerken hat frostsicher zu erfolgen. Der Mindestabstand der Gründungsfläche zu der dem Frost ausgesetzten Fläche beträgt gemäß DIN 1054 mindestens 0,80 m. Gemäß RSTO 2012 befindet sich das Baugrundstück in der Frosteinwirkungszone III. Laut „ZTVE-StB 94 Fassung 1997, Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau“ wird eine Frosteindringtiefe in der

Zone III von 1,05 m bis 1,10 m

zu erwarten sein. Die frostsichere Gründungstiefe ist deshalb mit 1,05 m anzugeben. Ab dieser Tiefe sind nicht frostsichere Böden (Zersatz, Schicht 5 bzw. Hanglehm, Schicht 4) zu erwarten.

Der Frost wirkt auch in der Horizontalen in gleicher Größenordnung ein, so dass ein seitliches Eindringen des Frostes möglich ist, z. B. in Randbereichen der Gründungsfläche und bei Hinterfüllungen von Mauern. Bei Nichteinhaltung der frostsicheren Gründungstiefe und Hinterfüllung sind Schäden am Bauwerk durch Frosteinwirkung und bei der Bauausführung Erschwernisse zu erwarten.

Die Frosteinwirktiefe reduziert sich durch bautechnische Maßnahmen, z. B. Wärmedämmungen.

4.2 Baugrundbewertung und Baugrundeignung für eine Flachgründung

Oberboden (Schicht 1) ist als Baugrund ungeeignet.

Die Auffüllungen (Schicht 2) sind wegen ihrer geringen Mächtigkeit als Gründungshorizont nicht geeignet.

Die Böden der Schicht 3 (Auesedimente, Tone und Schluffe) sind im erkundeten Zustand als Gründungshorizont ungeeignet.

Die Böden der Schicht 4 (Hanglehm) sind für eine Flachgründung geeignet, sofern sie nicht aufgeweicht und durchnässt sind, die frostsichere Einbindetiefe und der Bemessungswert der Sohlnormalspannung berücksichtigt sind.

Die Böden der Schicht 5a ... 5c sind für eine Flachgründung geeignet.

Tabelle 4-1: Klassifizierung der Baugrundverhältnisse bei einer Gründung im anstehenden Rotliegendersatz der Schichten 5a ... 5c

Baugrundeigen- schaft	un- günstig	mittel	günstig	Erläuterungen
Tragfähigkeit	-	-	X	Das Rotliegend ist für eine Flachgründung ausreichend tragfähig.
Frostempfindlichkeit	X	-	-	Der Rotliegendersatz ist sehr frostempfindlich.
Wiedereinbaufähigkeit /Verdichtungs- fähigkeit	-	X	-	Bindige und gemischtkörnige Böden sind nur bei geeignetem Wassergehalt einbau- und verdichtungsfähig.
Lösbarkeit	-	-	X	Das erkundete Rotliegend (Schicht 5) und die überlagernden Böden sind unter den örtlichen Platzverhältnissen günstig lösbar, sofern keine Hindernisse, z. B. alte Fundamente angetroffen werden.
Wasserstand	X	-	-	Wasserzutritt durch Schichtenwasser ist zu erwarten.
Umweltverträglichkeit	X	-	-	Ein vernässtes Gebiet ist vorhanden.
Nachbarbebauung	-	X	-	ist vorhanden
Vorhandene Bebauung	-	X	-	Bestandsgebäude, Verkehrswege und Parkflächen

4.3 Eignung zur Wiederverwendbarkeit des Baugrubenaushubes

Auffüllungen der Schicht 2 und gemischtkörnige Böden der Schicht 4b sind zum Wiedereinbau in nicht frostgefährdeten Bereichen für die geplante Baumaßnahme geeignet, wenn sie nicht durchnässt sind. Fremdkörper sind zu entfernen.

Außerhalb des Gründungsbereichs können sie als Füllboden verwendet werden. Tonböden der Schichten 3 und 4a können ebenfalls als Füllboden verwendet werden.

Am 01.08.2023 tritt die Ersatzbaustoffverordnung (EBV) in Kraft (BGBl. Jg.2021 Teil I Nr. 43). Bodenmaterial, welches im Sinne dieser Verordnung als Ersatzbaustoff verwendet werden soll, muss nach den Vorgaben der EBV untersucht und klassifiziert werden. Wenn die Materialien am Herkunftsort oder in dessen räumlichen Umfeld umgelagert werden, das Vorliegen einer Altlast oder sonstigen schädlichen Bodenveränderung auszuschließen ist und durch die Umlagerung das Entstehen einer schädlichen Bodenveränderung nicht zu besorgen ist, kann von einer analytischen Untersuchung von Bodenmaterial abgesehen werden (BBodSchV §6 (6)).

5 EMPFEHLUNGEN UND HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG

5.1 Empfehlung der Gründung unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse und des geplanten Bauwerkes

Unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse und zur Vergleichsmäßigung der Baugrundverhältnisse wird empfohlen, die wechselhaften und setzungsgebenden Ablagerungen der Schichten 1 bis 4 abzutragen und Streifen- oder Einzelfundamente der neuen Halle und der Ausstellung in oder auf Schicht 5 (Rotliegend) zu gründen oder auf Schicht 5 ein Gründungspolster zu errichten.

Werden die neuen Parkflächen höher angeordnet, kann ggf. der Aushub mittels Bodenstabilisierung zum Wiedereinbau geeignet sein.

Im Bereich der vermuteten Lage der RW-Leitung, die zum südlich der Neuen Halle mit Büro liegenden Teich führt und deren nördlichen Verlängerung ist mit dauerhaft zusetzenden Wässern zu rechnen. Deshalb wird empfohlen, aus Richtung Norden zuströmende Wässer durch z. B. eine Rigole zu fassen und außerhalb des Gründungsbereichs der Halle um die Halle zu führen. Muss die Rigole durch den Bereich der Halle geführt werden, so soll sie nicht unmittelbar unter Streifen- oder Einzelfundamenten angeordnet sein.

Zusätzlich zur Rigole soll das Gründungspolster so aufgebaut sein, dass es als Flächendrainage in Richtung Süden wirken kann, so dass unterhalb der Halle kein Rück- und Aufstau der Wässer möglich ist. Die Lage der Rigole und der Flächendrainage sind im Lageplan Anlage 1 eingetragen.

5.2 Nachbargebäude und Setzungen

Der Neubau der Halle erfolgt unmittelbar an das Bestandsgebäude.

Bedingt durch den Lasteintrag des Anbaus sind auch Setzungen am Bestandsgebäude zu erwarten. Die Größenordnung wird ist von den Bauwerkslasten des Neubaus und dem Abstand der neuen zu den alten Fundamenten abhängig.

Die Konstruktion des Neubaus sollte so ausgeführt werden, dass insbesondere senkrechte Kräfte nicht unmittelbar am Übergang zum Bestandsgebäude in den Untergrund geleitet werden, sondern in einem horizontalen Abstand von z. B. 2,0 m.

Setzungen sind zeitabhängig, insbesondere in bindigen Böden.

5.3 Baugrubenaushub, freizulegende Gründungssohle und Gründungspolster

Die Gründungsebene bzw. Auflagerfläche der Fundamente sollen jeweils relativ eben sein. Die Aushub- bzw. Gründungsebenen und deren Randbereiche sind so zu profilieren, dass sich im Bau- und im Endzustand keine Wässer ansammeln und stauen können sowie sofort abgeleitet bzw. um den Baubereich herumgeleitet werden, insbesondere Oberflächen- und Niederschlagswässer und Wässer aus Verkehrsflächen.

Gemäß DIN EN 1997-1 Kapitel 4 „**Bauüberwachung**“ sind der Ablauf der Arbeiten zur Herstellung des Bauwerks – einschließlich der Gründung – zu beaufsichtigen und die Ergebnisse schriftlich festzuhalten. Die geotechnischen Eigenschaften des Baugrundes, auf denen das Bauwerk errichtet werden soll, müssen während der Bauausführung kontrolliert werden. Dazu sind baubegleitend, unmittelbar nach Aushub der Gründungssohle, der tatsächlich angetroffene Baugrund durch einen geotechnischen Sachkundigen – z. B. dem Verfasser des vorliegenden Berichtes – mit den Ergebnissen der Baugrunderkundung abzugleichen und bei Abweichungen notwendige Maßnahmen zu ergreifen (**Abnahme der Gründungssohle**).

Insbesondere ist darauf zu achten, dass keine gering tragfähigen Auffüllungen oder bindige Böden (Tone, Lehme) im Gründungsbereich anstehen.

Für ein Gründungspolster z. B. im Bereich der Bodenplatte wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Aushub, Abnahme der Baugrubensohle durch den geotechnischen Sachverständigen,
- ggf. Verdichtung der Aushubsohle mit mindestens vier Übergängen mit einer Rüttelplatte mit mindestens 600 kg Betriebsgewicht,

Einbau einbaufähiger, geeigneter, tragfähiger, im Frosteinwirkungsbereich frostsicherer Böden, z. B. Mineralgemisch,

Unterhalb des Frosteinwirkungsbereichs können auch gemischtkörnige Böden SU, ST, GU und GT nach DIN 18196 verwendet werden.

Im Bereich der Neuen Halle sind die Hinweise zur Flächendrainage zu beachten.

Ggf. ist auch Bodenverbesserung durch Zugabe von Bindemitteln zu den Aushubmassen möglich.

- maximale Lagenstärke beträgt 0,5 m, lagenweise Verdichtung der eingebauten Böden mit mindestens vier Übergängen,
- Nachweis einer Mindestverdichtung,

Eine ausreichende Verdichtung eines Gründungspolsters oder einer frostsicheren Schicht für die Auflagefläche der Bodenplatte ist – soweit keine anderen Vorgaben bestehen – erzielt, wenn auf der Oberfläche folgende Werte erreicht werden:

- mit dem Plattendruckversuch nach DIN 18134 $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$, $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$ oder
 - mit der leichten Fallplatte nach TP BF StB Teil B 8.3 $E_{vD} \geq 40 \text{ MN/m}^2$.
- Einbau einer Bodenplatte.

Das Gründungspolster soll zur Vergleichsmäßigung der Auflagerfläche allseitig mindestens 0,50 m breiter als das Gründungselement sein, gleichfalls soll die entstehende Böschung angeschüttet werden. Zur Erläuterung dient nachfolgende Abbildung:

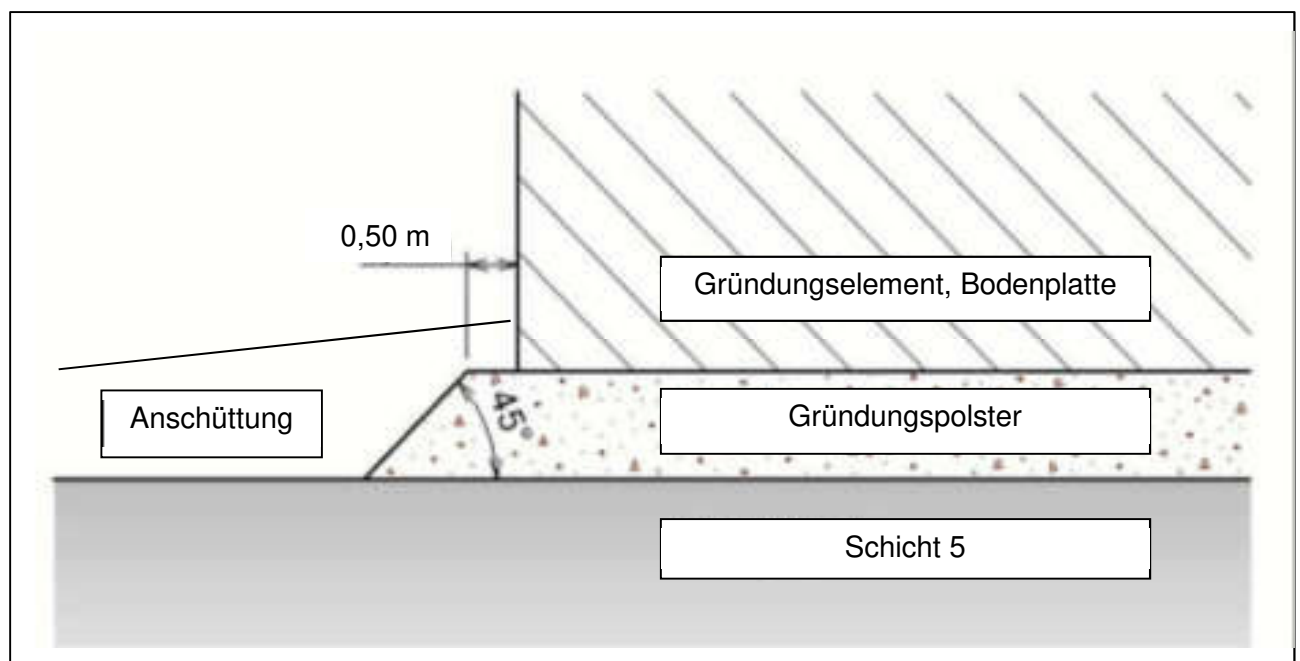


Abbildung 1: Einbau eines Gründungspolsters

Bei der Wahl des Verdichtungsgerätes ist die Nähe zum Bestandsgebäude zu beachten.

Bei den Aushubarbeiten ist zu beachten, dass insbesondere im Bereich der Neuen Halle mit zuströmenden Wässern zu rechnen ist.

Beim Aushub der durcherörterten Böden der Schicht 5 ist mit Aushub in Lockergesteinscharakter zu rechnen, der in etwa der Bodenklasse 5 nach DIN 18 300:2012 entspricht, wobei Schicht 5c in Felsklasse 6 übergehen kann. Unter den Erkundungstiefen ist mit Felsklasse 6 zu rechnen, die auch in Felsklasse 7 übergehen kann.

Im Bereich des tieferliegenden Schurfs 1 an der geplanten Regenwasserrückhaltung war in der Schurfsohle bei $t = 1,38$ m der Boden für den Minibagger bereits schwer oder nicht lösbar.

5.4 Baugrube, Baugrubenböschung, Nachbarbebauung

Die Baugrube wird ca. 1 m ... 2 m tief sein, im Bereich der Regenwasserhaltung und des Löschwasserbehälters ggf. auch tiefer.

Nach DIN 4124:2012 ist die Standsicherheit der Böschung gesondert nachzuweisen, wenn u. a. die Böschung mehr als 5 m hoch ist und Wasser aus der Böschung austreten.

Bei Baugrubenaushub, Grabenherstellung und sonstigen Baggerarbeiten und Ausschachtungen sind zu bestehenden Bauwerken die in DIN 4123 geforderten Mindestabstände einzuhalten. Diese Abstände gelten für Gebäude, Masten, Mauern, erdverlegte Medien u. a.. Zur Erläuterung dient nachfolgende Abbildung. Können die Abstände nicht eingehalten werden, sind gesonderte Untersuchungen für weitere Bautätigkeiten, wie z. B. Unterfangungen, erforderlich.

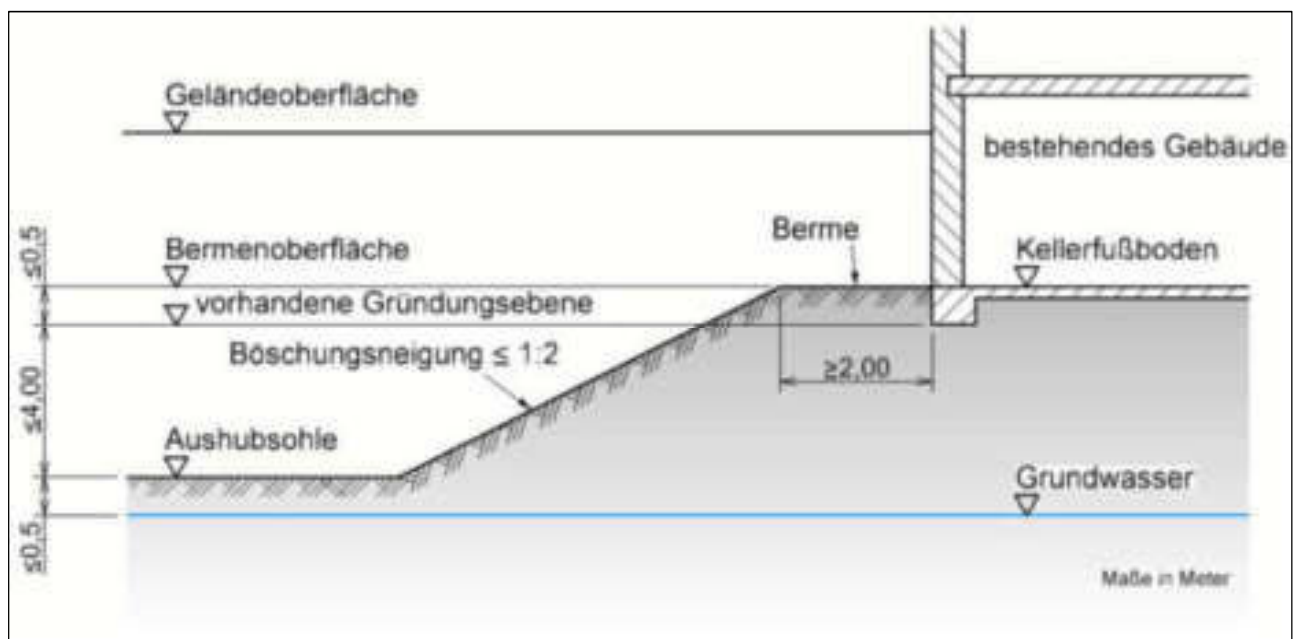


Abbildung 2: Ausschachtungen an Gebäuden nach DIN 4123

Ob zur Errichtung des Neubaus die Abstände am Bestandsgebäude eingehalten werden, ist durch Auswertung der Bauunterlagen zum Bestandsgebäude zu prüfen. Werden die vorgegebenen Abstände nicht eingehalten, wird zur Vermeidung von Grundbrüchen und Minderung von Setzungen am Bestandsgebäude empfohlen, die Abgrabung am Bestandsgebäude gemäß DIN 4123 in Teilabschnitten von Breiten von maximal 1,25 m vorzunehmen, wobei der erste Teilaushub an den Außenseiten des Gebäudes erfolgen soll. Zur Erläuterung dient nachfolgende Skizze.

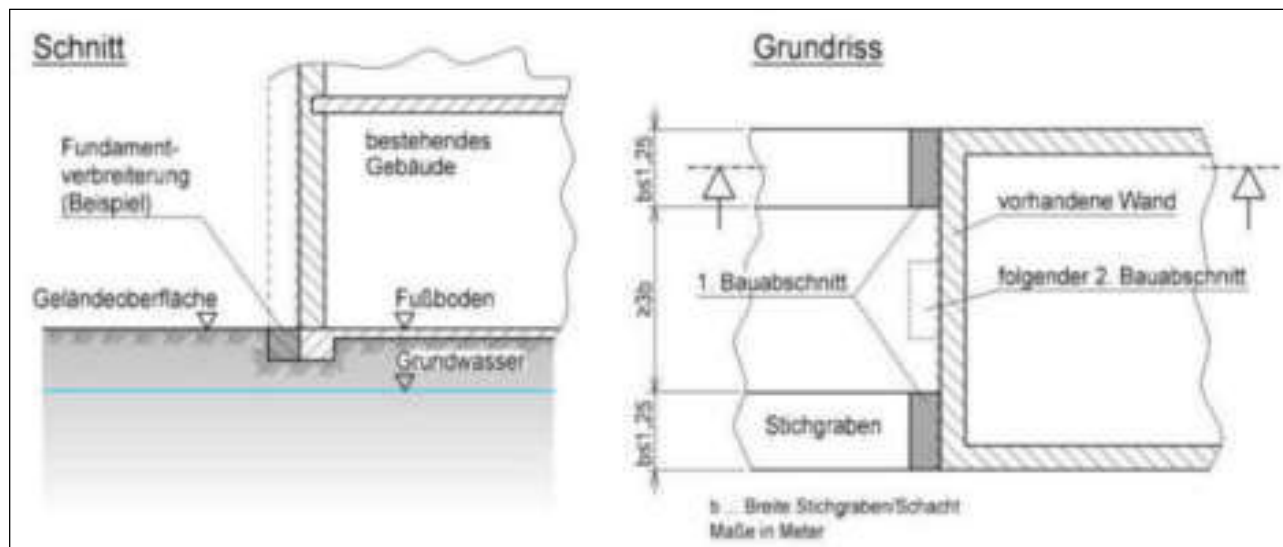


Abbildung 3: Abfolge des Aushubabschnitts am Gebäude im Grundriss nach DIN 4123, Prinzipskizze

Die jeweils ausgehobenen Bauabschnitte sind noch am gleichen Arbeitstag zu verfüllen bzw. zu verschließen. Die Ertüchtigung der Fundamente sollte vor Beginn von Lasterhöhungen im Bauwerk erfolgen.

Die Nähe zu den unmittelbar angrenzenden Wegen, Medien und Leitungen ist zu beachten. Senkrechte Abgrabungen dürfen ohne Verbau nicht höher als 1,25 m sein. Ohne Nachweis der Standsicherheit nach DIN 4124:2012 darf der Böschungswinkel

$$\text{maximal } \beta = 45^\circ$$

in den nichtbindigen und gemischtkörnigen Böden der Schichten 2, 3b, 4b

sowie

maximal $\beta = 60^\circ$ in den bindigen Böden der Schichten 3a, 4a und in Schicht 5 (Zersatz) betragen.

Zur Erläuterung dient nachfolgende Abbildung.

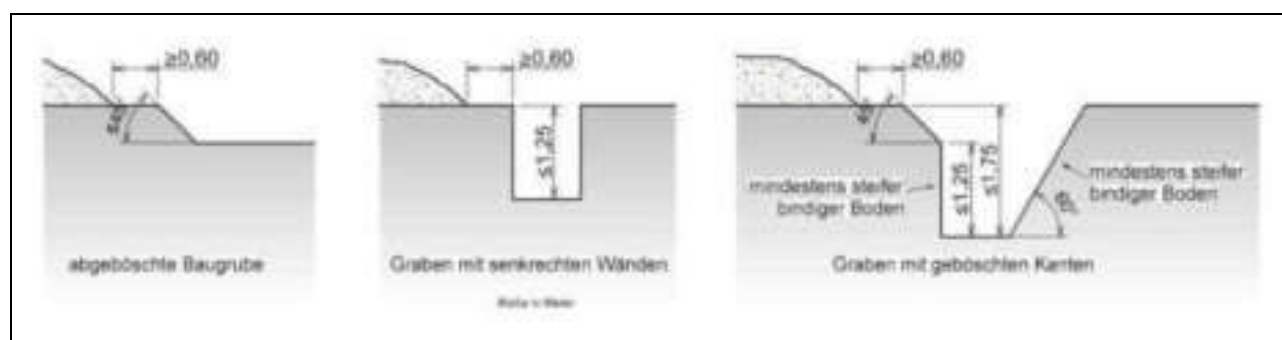


Abbildung 4: Zulässiger Aushub ohne Baugrubenverbau nach DIN 4124

Weitere Forderungen der DIN 4124, insbesondere Abschnitt 4.2.5 zu äußeren Belastungen, Geräten und Abständen von der Böschungsschulter, sind zu beachten. Beim Aufstellen von Baugeräten und Ablagerung von Materialien ist zu berücksichtigen, dass Kräfte in den Baugrund eingetragen werden. Die Standsicherheit von Baugeräten am jeweiligen Aufstellort ist durch einen Sachkundigen zu prüfen. Ggf. sind geeignete Berechnungen und Maßnahmen durchzuführen.

5.5 Flachgründung, Sohlwiderstände und Setzungen

Setzungen sind eine Funktion der Sohlpressung, der Fundamentabmessungen und der Baugrundsteifigkeit. Sie werden mit Setzungsberechnungen nachgewiesen.

Bei einer Gründung in der natürlich anstehenden Schicht 5 (Zersatz) können zur Vorbemessung die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Werte angesetzt werden. Angegeben sind die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes nach DIN 1054:2010-12 für ausschließlich senkrechte und mittige Belastung, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976. Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Bei **bindigen Böden** können die genannten Werte bei mittig belasteten Fundamenten zu Setzungen in der Größenordnung von 2 cm ... 4 cm führen.

Bei gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente können sich die Setzungen vergrößern. Bei abgetreppten Fundamenten ist zu beachten, dass sie sich gegenseitig beeinflussen.

Tabelle 5-1: Bemessungswert des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente auf dem kompakt gelagerten Zersatz des Rotliegenden (Schicht 5) bei Fundamentbreiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m nach DIN 1054:2010-12, angepasst

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes m	Bemessungswert $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes kN/m ²		
	mittlere Konsistenz Schicht 5		
	steif	halbfest	fest
0,50	210	310	460
1,00	250	390	530
1,50	300	410	500
2,00	300	450	500

Bei einer Gründung auf oder in Schicht 5 können die Werte der vorstehenden Tabelle für halbfeste Konsistenz verwendet werden.

Eine Tiefgründung ist nicht vorgesehen und nicht empfohlen. Deshalb werden keine Kennwerte für Pfahlmantelreibung und Spitzendruck angegeben. Weiterhin ist der für eine Pfahlgründung zu betrachtende Baugrundbereich nicht erkundet.

5.6 Bettungsmodul

Für die Berechnung der Steifigkeit eines Gründungselements wird der Untergrund durch eine quasi-elastische Bettung berücksichtigt. Beim Bettungsmodulverfahren wird eine lineare Abhängigkeit zwischen Spannung unter einer belasteten Fläche und der daraus resultierenden Verformung angenommen. Unter einer Gründungsplatte können verschiedene Bettungsmodul gültig sein. Der Bettungsmodul ist somit **keine** Baugrundkonstante.

Der Bettungsmodul kann mit folgender Beziehung in erster Näherung berechnet werden:

$$k_s = \sigma_0 / s \text{ mit}$$

σ_0 Sohlnormalspannung,
s Setzung.

Der Wertebereich möglicher Setzungen bei Einhaltung der Bemessungswerte der Sohlnormalspannungen und ausschließlich senkrechter Belastungen ist im Baugrundgutachten angegeben.

Größere Bettungsmodul sind durch verbesserte Auflagerbedingungen, z. B. Gründungspolster aus Mineralgemisch möglich. Für die Gründung einer Bodenplatte kann der Bettungsmodul mit geschätzten Messwerten aus statischen Plattendruckversuchen abgeschätzt werden.

In den nachfolgenden Tabellen sind Richtwerte für Bettungsmoduln angegeben, die der Literatur entnommen wurden. Die Gültigkeit der Werte ist im jeweiligen Anwendungsfall zu prüfen.

Tabelle 5-2: Näherungswerte für Bettungsmoduln

Näherungswerte für Bettungsmoduln nach LANG/HUDER ¹⁾			Näherungswerte für Bettungsmoduln nach SCHNEIDER ¹⁾	
Boden		Bettungsmodul MN/m ³	Boden	Bettungsmodul MN/m ³
Torf	Humus	5 ... 20	Organogene Böden	5 ... 15
Ton	weich	20 ... 40	Ton, mittel plastisch TM	15 ... 30
	plastisch	30 ... 60	Ton, leicht plastisch TL	30 ... 80
	steif	50 ... 90	Sand, stark tonig ST*	40 ... 80
	sehr steif	100 ... 120	Sand, tonig ST, SU	60 ... 80
	sandig	80 ... 100	Sand, eng gestuft SE	40 ... 60
Sand	locker gelagert	10 ... 30	Sand, weit gestuft SW	40 ... 80
	dicht gelagert	80 ... 100	Kies, stark tonig GT*, GU*	60 ... 80
Kies	fein mit Sand	100 ... 120	Kies, tonig GT, GU	70 ... 100
	mittel mit Sand	120 ... 150	Kies, eng gestuft GE	80 ... 120
	grob mit Sand	180 ... 240	Kies, weit gestuft GW	120 ... 200
	sehr dicht gelagert	200 ... 300	-	-

¹⁾ entnommen aus: Rütz, D., Witt, K. J.: Wissensspeicher Geotechnik, Bauhaus Universität Weimar, 2011 [U 9]

Für den angetroffenen Boden der Schichten 5 und ein Gründungspolster wäre ein Bettungsmodul von 10 MN/m³ eher eine pessimistische Annahme.

Empfohlen ist zur Bemessung der Gründungselemente das Steifemodulverfahren.

5.7 Bemessungswasserstand

Der **Bauwasserstand** wird vorläufig mit

- 2,0 m unter Gelände im Bereich der Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 3,
- geländegleich im Bereich der Kleinrammbohrungen KRB 4, des Erlenwaldes und im Bereich der vermuteten RW-Leitung und in deren nördlicher Verlängerung bis zur Baufeldgrenze,
- im Bereich Ausstellung, Parkfläche und Löschwasserbehälter (KRB 5 bis 9) 2,0 m unter dem jeweiligen Gelände.

Wegen der wasserstauenden Schichten sind nach Niederschlagsereignissen verstärkt Oberflächen- und Schichtenwässer möglich, die unmittelbar zu höheren Bauwasserständen führen können.

Der vorläufige Bemessungswasserstand für den **Endzustand** wird auf Grundlage der möglichen Starkniederschlagsereignisse mit geländegleich festgelegt, sofern der Bemessungswasserstand nicht durch dauerhaft funktionierende und fachgerechte Drainagen tiefer gehalten wird.

5.8 Wasserhaltung, Abdichtung und Ableitung von Wässern im Bau- und Endzustand

Vor dem Beginn des Baugrubenaushubs ist die Ableitung anfallender Niederschlags-, Sicker-, Schichten- und anderer Wässer zu klären.

Der Gründungsbereich ist während der Gründungsarbeiten frei von Wasser zu halten. Dazu müssen Oberflächen- und Niederschlagswässer gefasst und seitlich am Gründungs- bzw. Baubereich vorbeigeleitet werden.

Der Bauendzustand ist so zu gestalten, dass Niederschlags- und Oberflächenwässer nicht in den Gründungsbereich eingeleitet werden oder sich dort ansammeln können.

Wird der Wasserstand dauerhaft durch eine fachgerechte funktionierende Drainage begrenzt, so kann der Bemessungswasserstand auf die zutreffende Höhe der Drainage begrenzt werden. Eine Drainage kann auch z. B. als Flächendrainage ausgebildet werden. Aus einem Gründungspolster sollten Wässer abgeleitet werden.

Ohne Drainage ist wegen zu erwartenden Schichtenwässern und nicht auszuschließenden zuströmenden Wässern, die wegen der Hanglage auch drückend bzw. auch aufstauend sein können, ist für den Endzustand mit drückenden Wässern W2-E nach DIN 18533-1:2017 zu rechnen. Wird durch eine dauerhaft funktionierende fachgerechte Dränage der

Bemessungswasserstand begrenzt, so ist oberhalb der Dränage eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtdrückende Wässer (W1-E) ausreichend.

Mindestens eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtdrückende Wässer (W1-E) wird empfohlen. Ohne ausreichenden Schutz gegen Wässer und Bodenfeuchte ist mit zunehmender Nässe im Bauwerk zu rechnen.

5.9 Radonsicherheit

In § 123 StrlSchG und in § 154 StrlSchV ist geregelt, dass und wie neue Gebäude mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen radonsicher zu errichten sind. Diese Pflicht gilt als erfüllt, wenn die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz eingehalten werden.

5.10 Verkehrsflächen

Im Bereich der Verkehrsflächen wäre nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12 für eine Belastungsklasse Bk1,0 und einem F3-Boden, einer Entwässerung der Fahrbahn und Randbereichen ein Frostsicherer Oberbau von mindestens 70 cm erforderlich.

Bei einer Bodenverbesserung mit Bindemitteln kann von einem F2-Untergrund ausgegangen werden und der frostsichere Oberbau um 10 cm reduziert werden.

Im Bereich der Verkehrsflächen wird zur Trennung der bindigen Böden (Tone, Schluffe, gemischtkörnige Böden) von den nichtbindigen Frostschutz- und Tragschichten empfohlen, ein Geokunststoff mit Trennfunktion (Trennvlies) zu verlegen. Anforderungen an das Geotextil sind:

- Trenn- und Filtervliesstoff, Flächengewicht mindestens 150 g/cm²,
- Zugfestigkeit in beiden Richtungen mindestens 10 kN/m, Geotextilrobustheitsklasse 3,
- Mindestüberlappung 50 cm,
- Das Trennvlies darf nicht direkt befahren werden.

5.11 Geotechnische Besonderheiten und Gültigkeit

Eine geotechnische Begleitung der Aushub- und Gründungsarbeiten ist empfohlen.

Die Besonderheiten hinsichtlich der vorhandenen Wasser und erforderlichen Rigolen sind zu beachten.

Das Bauvorhaben ist vorläufig der **Geotechnischen Kategorie GK 2** nach DIN 1054:2010 zuzuordnen.

Bauwerke der geotechnischen Kategorie GK 2 erfordern ingenieurmäßige Bearbeitung und einen rechnerischen Nachweis der Gebrauchstauglichkeit.

Bei Bauvorhaben der Geotechnischen Kategorie GK 2 und GK 3 ist ein Sachverständiger für Geotechnik einzuschalten. Seine Mitarbeit ist bereits zum Zeitpunkt der Grundlagenermittlung oder Vorplanung erforderlich (DIN 4020:2010 A 2.2.2).

Die endgültigen Bauwerksabmessungen und -lasten standen zur Bearbeitung noch nicht fest, die vorliegende Bearbeitung ist deshalb im Rang einer Voruntersuchung nach DIN EN 1997-1:2014 und nur für das vorgenannte Bauvorhaben des Auftraggebers gültig. Das Bearbeitungsgebiet ist im Lageplan in Anlage 1 eingetragen.

Eine Veröffentlichung des Gutachtens bedarf in allen Fällen der vorherigen Einwilligung des Sachverständigen. Vervielfältigungen sind nur im Rahmen des Verwendungszweckes des Gutachtens gestattet.

Bei allen angewendeten Verfahren ist die Umweltverträglichkeit zu prüfen.

Abweichende Planungen erfordern ggf. andere oder weitere Bewertungen und Untersuchungen. Zur Erläuterung der Untersuchungsergebnisse stehe ich Ihnen gern zur Verfügung. Bei Abweichungen vom beschriebenen Baugrundaufbau sowie bei Planungsänderungen ist Dr. Knobloch Geotechnik, Ingenieurbüro, als Bodengutachter zu konsultieren.

Zwickau, den 19.12.2022


Dr.-Ing. Uwe Knobloch
öffentlich bestellt und vereidlichter Sachverständiger für
Baugrunderkundung, Baugrunderkundung und -beurteilung,
Zuständig: Ingenieurkammer Sachsen




Dipl.-Geol. Klaus-Peter Merbt
wissenschaftlich-technischer Mitarbeiter
Radonfachperson