

ICP – Johannes-Kepler-Straße 7 – D-54634 Bitburg

Plan-Lenz GmbH
Elcherather Straße 7

54616 Winterspelt



Geschäftsführer
Frank Neumann
Diplom-Geologe
(Ingénieur-Conseil
OAI Luxembourg)

Amtsgericht
Kaiserslautern
HRB2687

USt-Id-Nr. DE 152749803
USt-Id-Nr. LU 18399128

Geotechnischer Bericht

Vorerkundung

Projekt-Nr.: SB23048
Projekt: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung
Anlagenbau und Produktion
Betreff: Baugrunderkundung mit geotechnischem Bericht
Bearbeiter: Pascal Begon (B.Eng., B.Sc. UGW) /ns
Datum: 24.05.2023
Verteiler: vorab per E-Mail an
johannes.bitzigeio@plan-lenz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Vorgang und Leistungsumfang	4
2	Baugrundbeschreibung.....	9
2.1	Geologie, Baugrundsichtung und Bodenkenngrößen.....	9
2.2	Hydrogeologische Verhältnisse	14
3	Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung.....	16
4	Vorschlag Erdarbeiten	21
4.1	Allgemein	21
4.2	Vorschlag Ablauf	23
4.3	Lagerhalle / Markt - Gründung mittels Einzel-/Streifenfundamenten	25
4.4	Auflagerung der Bodenplatte	26
4.5	Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung.....	29
5	Erdbautechnische Hinweise	30
5.1	Baugruben und Gräben, Wasserhaltung.....	30
5.2	Wiederverwendung von Aushubböden	32
6	Empfehlungen zum Straßenbau / Bodenverbesserung.....	33
7	Schlussbemerkung	35

Anlagen:

1. Lageplan
2. Bohr- / Schurfprofile nach DIN 4023 und
Rammdiagramme in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2
3. Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022

A Anhang

Allgemeine Hinweise zum Erdbau (Bodenverbesserung)

Abkürzungen

<i>RB</i>	-	<i>Kleinrammbohrung (DN80/60)</i>
<i>KB</i>	-	<i>Kernbohrung (DN120)</i>
<i>DPH</i>	-	<i>Schwere Rammsondierung (dynamic probe heavy)</i>
<i>BS</i>	-	<i>Baggerschurf</i>
<i>m üNN</i>	-	<i>Meter über Normalnull</i>
<i>m üAP</i>	-	<i>Meter über Ansatzpunkt</i>
<i>m üGOK/FOK</i>	-	<i>Meter über Geländeoberkante / Fahrbahnoberkante</i>
<i>OK</i>	-	<i>Oberkante</i>
<i>EG / UG / KG</i>	-	<i>Erdgeschoss / Untergeschoss / Kellergeschoss</i>
<i>FFB</i>	-	<i>Fertigfußboden</i>

Anmerkung: Das Projekt wurde im Nachgang umbenannt auf dem Deckblatt und in der Kopfzeile abgeändert (28.09.2023).

1 Vorgang und Leistungsumfang

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP), Johannes-Kepler-Straße 7, 54634 Bitburg, wurde als Subunternehmer von der Plan-Lenz-GmbH mit der Baugrunderkundung und der Erstellung eines geotechnischen Berichts mit einem Gründungsvorschlag für das obige Bauvorhaben beauftragt.

Vorhaben

Auf Flächen östlich („In den Fladenfeldern“) des Betriebsstandortes Prüm-Dausefeld der Fa. TESLA Automation GmbH sollen neue Industriebauten realisiert werden. Zur Erweiterung des Firmenkomplexes werden umfangreiche Erdarbeiten erforderlich, die im Wesentlichen Aufschüttungen von bis zu ca. 20 m bedeuten (Geländehöhe am niedrigsten Punkt am Retentionsbecken, etwa 505 m üNN). Die Auffüllmassen sollen aus einem nordöstlich gelegenen Grundstück („Auf Hunert“ – Geländekuppe mit höchstem Geländepunkt 540 m üNN) kommen, welches bis zu etwa 10 abgetragen werden soll.

Die Flächen für das Industriegebiet (GI) sollen aufgeschüttet werden, sodass ein Plateau auf der heutigen Höhe der Halle 8 (Neubau) entsteht. Die Betriebshallen liegen damit ca. 4 m (Raumhöhe der Produktionshalle) tiefer als die Erschließungsstraße und der Wendehammer. Nach eigenen Berechnungen der Fa. Tesla Automation werden hierfür ca. 135.000 m³ Boden benötigt.

Zur Schaffung des Baurechts ist eine Teiländerung des geltenden Flächennutzungsplanes der Verbandsgemeinde Prüm für den Bereich der Stadt Prüm / Stadtteil Dausfeld sowie die Aufstellung eines qualifizierten Bebauungsplanes erforderlich, in dessen Zusammenhang Aussagen zum Boden- / Baugrund erforderlich werden.

Es sind seitens ICP orientierende Aufschlüsse im Auf- und Abtragsbereich für den Neubau einer Halle erfolgt, die den Bereich bis zur Felslinie (Rammverfahren -Bohrungen / Sondierungen; Baggerschürfe) und den Bereich im Fels (Kernbohrungen) abdecken. Angedacht ist die Erweiterung der Bauflächen im östlichen Bereich bis zur B410 / B51, welche vorerst noch nicht erkundet worden ist (zeitlich nicht kurzfristig realisierbar / fehlende Priorität und Planung).

Aufgrund der Dringlichkeit des Projekts und kurzfristigen Beauftragung sowie zur Verfügungstellung von kurzfristigen Ergebnissen, können umfangreiche Laborversuche, nicht sinnvoll erbracht werden. Des Weiteren ist die Planung der zur Ausführung kommenden Erdarbeiten und Bebauungen noch nicht abgeschlossen.

Es wird daher in erster Linie eine Aussage zur allgemeinen Vorgehensweise in Verbindung mit den vorgefundenen Baugrund- und Bodenverhältnissen getroffen, die je nach Entwicklung des Projektstandes angepasst oder ergänzt werden muss.

Planunterlagen (AG-seitig)

- [1] diverse Lagepläne und Ansichten; M. 1 : 250, erstellt von TESLA Automation; letzte Version zugesandt am 29.03.2023
- [2] Begründung zum Bebauungsplan, erstellt von Plan-Lenz-GmbH (20.03.2023)

Fotos (Übersicht)



Kuppe / Abtragsbereich



Auftragsbereich (Blick von oben auf B410)



Parkplatz (Bereich geplante Halle, NW)



Aufschüttung / Parkplatz

Auftragsbereich:



Blick von unten Rtg. Parkplatzaufschüttung



Blick von unten Rtg. Bestand Halle 8



Blick von unten, nahe B410

Feldarbeiten am 29.03.-01.04. / 06.04.2023

Zur Erkundung des Untergrundes wurden im Projektgebiet insgesamt **-7-** Kleinrammbohrungen RB 1 bis RB 7 (DN 80/60) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen zwischen 0,6 m bis 2,5 m uAP abgeteuft - Bohrstillstand.

Zur Erkundung des tieferen Untergrundes wurden im Abtragsbereich **-4-** Kernbohrungen KB 1 bis KB 4 (DN 120) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen von 10 m und 15 m uAP abgeteuft - Zieltiefe. KB 4 musste jedoch aufgrund enormen Wasserverlusts in Klüften abgebrochen werden nach 5 m.

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der anstehenden Lockergesteinsböden sowie zur Erkundung der Tiefenlage der nicht mehr rambbaren Übergangszone zum Festgestein kamen **-14-** schwere Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 14 nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung. Die Sondierungen DPH 1 - 6 im unteren Auftragsbereich waren in Tiefen zwischen 3,1 m bis 5,2 m uAP ausgerammt (Stillstand). DPH 7 – 10 wurden im Abtragsbereich bis in Tiefen von 0,9 m - 2,0 m abgeteuft m (Stillstand). DPH 11 – 14 wurden im aktuellen Parkplatzbereich, der später im nordwestlichen Hallenbereich liegt, bis in Tiefen zwischen 3,1 – 6,6 m uAP abgeteuft (Stillstand).

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden mittels GNSS-Vermessung nach Lage (UTM-Koordinaten) und Höhe (m üNN) ermittelt.

Bodenmechanisches Labor

Aufgrund der engen Zeitschiene wird auf die Durchführung von Laborversuchen zunächst verzichtet.

Analytik

Da alle Aushubböden vor Ort wieder verwertet werden sollen, wird zunächst keine Analytik durchgeführt.

Bericht

Die UTM-Koordinaten sowie die Endteufen der niedergebrachten Aufschlüsse (m uAP und m üNN) sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Lage der Ansatzpunkte ist dem beigefügten Lageplan zu entnehmen (Anlage 1).

Tabelle 1: Höhen- und Koordinatenangaben

Höhen- und Koordinatenangaben				
Beobachter:	J. Neumann / Schmitz			
Koordinatensystem:	UTM-Koordinatensystem			
Ansatzpunkte	UTM-Koordinaten		Ansatzpunkt (AP)	Endteufe
	Rechtswert [m]	Hochwert [m]	[m uAP]	[m uAP]
KB1 / DPH 10 / RB 7	32318110.014	5565874.786	535,97	15 / 0,9 / 0,7
KB2 / DPH 9 / RB 6	32318097.812	5565937.459	539,23	15 / 2,0 / 2,0
KB3 / DPH 8 / RB 5	32318153.665	5565933.934	533,83	10 / 1,7 / 1,7
KB4 / DPH 7, 7.1 / RB 4	32318190.291	5565953.848	531,97	5,0 / 1,0 / 0,9 / 0,6
BS1	32318153.150	5565919.187	533,77	0,8
BS2	32318170.753	5565933.866	532,94	0,9
BS3	32318192.071	5565951.767	531,85	0,6
BS4	32318231.053	5565975.189	529,25	0,8
BS5	32318213.535	5566003.177	529,32	0,9
BS6	32318182.658	5565987.243	531,98	0,8
BS7	32318163.392	5565977.202	533,47	0,9
BS8	32318141.674	5565967.682	535,23	0,4
BS9	32318131.862	5565726.521	519,33	1,6
BS10	32318119.298	5565711.082	519,43	1,6
BS11	32318149.404	5565701.824	515,87	1,8
BS12	32318147.648	5565687.431	515,02	1,8
BS13	32318154.661	5565676.759	512,83	1,2
DPH 1	32318189.141	5565639.088	507,72	3,9
DPH 2 / RB 1	32318184.386	5565660.054	508,84	3,3 / 2,4
DPH 3	32318172.405	5565685.357	510,76	5,2
DPH 4 / RB 2	32318163.169	5565702.918	511,90	3,1 / 2,2
DPH5	318149,384	5565722,813	513,975	4,5
DPH6 / RB5	318127,568	5565742,040	517,772	3,4 / 2,5
DPH11	318100,663	5565761,578	530,485	6,6
DPH12	318086,818	5565730,297	530,843	3,1
DPH13	318057,393	5565740,512	533,843	4,2
DPH14	318072,620	5565783,548	533,806	6,4

Die Aufschlussergebnisse wurden in Schlagzahldiagrammen für Rammsondierungen in Anlehnung an DIN EN ISO 22476-2 und Bohr- / Schurfprofilen nach DIN 4023 (Anlage 2) sowie in Schichtenverzeichnissen nach DIN 4022 (Anlage 3) dargestellt.

Für die erbohrten Bodenschichten wurden die charakteristischen Bodenkenngrößen nach DIN 1055, die Bodengruppen nach DIN 18196, die Bodenklassen nach DIN 18300: 2012-09, die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTV E-StB 17 sowie die Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054:2010-12 ermittelt. Weiterhin wurden Homogenbereiche nach DIN 18300:2019-09 gebildet.

2 Baugrundbeschreibung

2.1 Geologie, Baugrundsichtung und Bodenkenngrößen

Gemäß der Geologischen Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz, CC 6302 Trier, M. 1 : 300.000 (herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland; 1987) liegt das Untersuchungsgebiet wie folgt:

dzN (Abtragsbereich)	dze (Auftragsbereich)
Stratigraphie: Devon, Unterdevon, Oberems der Eifeler Nord-Südzone (Wiltz-, und Wetteldorf-Schichten)	Stratigraphie: Devon, Unterdevon - Mitteldevon, Oberems bis Eifel der Eifeler Nord-Süd- Zone (Heisdorf-Schichten, Lauch- bis Ahbach- Schichten, Gondelsheim- und Rommersheim- Schichten, Aubach-Dolomit)
Petrographie: Ton-, Silt- und Sandstein; Mergel-, Kalk- und Kalksandstein; der Kalkgehalt nimmt zum Han- genden hin zu	Petrographie: Kalk-, Mergel-, Dolomit-Kalksandstein, blauer Detritus-Kalkstein, Roteisenerzflöze

Abfrage Bodenkarte BFD50 (Landesamt für Geologie RLP):

Böden aus solifluidalen Sedimenten - Regosol aus flachem löss- und grusführendem Lehm (Hauptlage) über Schuttlehm (Basislage) über tiefem Ton- oder Sandstein (Devon).

In situ aufgeschlossene Baugrundsichtung

Unter Berücksichtigung der geschilderten regionalgeologischen Situation sowie auf Grundlage der Aufschlussresultate lassen sich die angetroffenen Baugrundverhältnisse maßgeblich in nachfolgende Schichtglieder (SG), unterteilen.

Der **Oberboden** (SG 0) ist durchwurzelt und wurde in einer Mächtigkeit von ca. 0,1 – 0,4 m aufgeschlossen, wobei die Dicke der Oberbodenschicht im Projektgebiet darüber hinaus variieren kann. Des Weiteren wurden im unteren Auftragsbereich in vermutlich ehemaligen Regenrückhaltebecken (RRB) humose Sedimente von ca. 2 m Mächtigkeit aufgeschlossen, die aufgrund der Organik wie ein Oberboden behandelt werden sollten.

SG I - Bindige Böden

Unterhalb des Oberbodens wurden leicht- bis mitteplastische plastische Hang-/Verwitterungslehme (\pm sandige, \pm kiesige, tonige Schluffe) sowie bindiger bis schwach bindiger Verwitterungsgrus (\pm schluffige, tonige Steine und Kiese) in weicher, weich-steifer, zur Tiefe hin meist steifer bis halb-fest-fester Konsistenz mit grauer / hell-/dunkel-/brauner Färbung aufgeschlossen.

Die anstehenden Lehme liegen auf der Kuppe in Mächtigkeiten zwischen 0,9 m und 2,0 m vor, im Auftragsbereich sind die Lehme zwischen 2,0 m und 5,0 m mächtig. Zur Tiefe nimmt der Skeletanteil in den Lehmen zu.

Im Bereich des als momentan genutzter Mitarbeiterparkplatz, sind mehrere Meter hohe Auffüllungen aufgebracht worden. Am Böschungsrand ist erkennbar, dass hier neben üblichen Korngrößen bis 100/200 mm auch Felsblöcke eingebaut wurden, die eine Kubatur von $>0,5\text{m}^3$ aufweisen. Generell muss angenommen werden, dass in der Auffüllung bindige, nichtbindige Böden und Steine, Felsblöcke in bindiger Matrix eingebaut worden sind und werden daher insgesamt zu den bindigen Böden gezählt oder sind als solche zu behandeln.

SG II - Übergangszone / Festgestein

Die **Übergangszone zum Festgestein bzw. das Festgestein** im Liegenden wurde auf der Kuppe im Abtragsbereich bereits ab ca. 1,0 – 2,0 m uGOK aufgeschlossen. Die anstehenden Lehme gehen zur Tiefe in Kalkmergel / Mergel / Tonmergel sowie auch Dolomit- oder Sandstein über. Der Mergel weist in der Tiefe immer wieder unterschiedliche Festigkeiten auf, weshalb das Festgestein hinsichtlich Zusammensetzung und Verwitterungsgrad in Wechsellagerung auftritt.

Fotos Kernbohrungen



KB1



KB2



KB3



KB4 (fehlender 5. Meter auf Foto KB1)

Die charakteristischen Kenngrößen für Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 2 der anstehenden Schichtglieder sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Kenngrößen und Bodenparameter

	SG I Bindige Böden	SG II Übergangszone / Festgestein
Bodengruppe (DIN 18196)	TL, TM, GU*	GU, GW
Bodenklasse (DIN 18300:2012-09)	4, 5, 6 ⁺⁺	6, 7
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTV E-StB 17	F3	--
Homogenbereiche ²⁾ (DIN 18300:2019-09)	B1	X1, X2
Bodengruppe (ATV DVWK-A 127)	TM, TL: G4 GU*: G3	--
Lagerungsdichte	--	--
Konsistenz	weich-steif – halbfest / fest	--
Konsistenzzahl I _c	--	--
Plastizität	leicht bis mittel	--
Plastizitätszahl I _p [%]	--	--
Wichte (DIN 1055) [kN/m ³]		
cal γ	18,0 – 21,0	22,0 – 24,0
cal γ'	8,0 – 11,0	12,0 – 14,0
Reibungswinkel cal ϕ' [Grad] (DIN 1055)	22,5 – 27,5	27,5 – 37,5 Kluffreibungswinkel
undrÄnierte Scherfestigkeit cal c _u [kN/m ²] (DIN 1055)	5 – 60	--
KohÄsion cal c' [kN/m ²] (DIN 1055)	1 – 10	--
Steifemodul cal E _s [MN/m ²]	weich: 5 – 10 steif: 10 – 15 halbfest: 15 - 30	> 100
Bemessungswert des Sohlwiderstands für Streifen- fundamente $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] (DIN 1054:2010-12)	200-250 ¹⁾	>700
Massenanteil (M.-%) (SchÄtzwerte)		
Steine	0 - 30	--
Blöcke	--	--
große Blöcke	--	--
Wassergehalt (M.-%)	3 - 20	--
Dichte feucht (kg/m ³)	1800 - 2100	2500 - 2800
Benennung von Fels (Petrographie) / VerÄnderlichkeit (DIN EN ISO 14689-1)		Mergel, Tonmergel / Dolomit Nicht verÄnderlich bis verÄnderlich

⁺⁾ Auf Grundlage der regionalgeologischen Situation angenommene Werte

⁺⁺⁾ ab fester Konsistenz zu Bodenklasse 6 gehöriq

¹⁾ Dieser Wert gilt nur für **Streifenfundamente** mit b bzw. b' = 0,5 bis 2,0 m und kleinster Fundamenteinbindetiefe von **1,0 m** bei Einhaltung sämtlicher Anwendungsvoraussetzungen der DIN 1054:2010-12, die vor Anwendung der Tabellenwerte zu prüfen sind. Insbesondere wird auf die erforderliche ausreichende Festigkeit des Baugrunds hingewiesen. Der angegebene Tabellenwert gilt für eine mindestens steife Konsistenz. Für andere Einbindetiefen und höhere Festigkeit des Baugrunds (halbfeste oder feste Konsistenz) gelten analog die Werte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.6, 6.7. Unter bestimmten Voraussetzungen sind die Tabellenwerte abzumindern oder können erhöht werden (s. Angaben der DIN 1054:2010-12).

Die Anwendung der in DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.6, 6.7 genannten Werte kann bei mittiq belasteten Fundamenten je nach Fundamentbreite zu **Setzungen in der Größenordnung s \approx 2 bis 4 cm** führen.

Bei wesentlicher Beeinflussung benachbarter Fundamente können auch größere Setzungen auftreten.

- ²⁾ Die Einteilung der Böden in Homogenbereiche erfolgte entsprechend nach ihrem Zustand vor dem Lösen und nicht gemäß umweltrelevanter Inhaltsstoffe. Die für Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 2 nach DIN 4020 anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte sowie deren Bandbreite (sofern eine Ermittlung der Bandbreite möglich war) sind in obiger Tabelle enthalten.

Tabelle 3: Allgemeine Zusammenfassung der Kennwerte der zugrunde gelegten Homogenbereiche

Homogenbereich	Kennwerte
O	Oberboden durchwurzelt, humos
B1	Bindige Böden (inkl. Auffüllungen) der Bodengruppen TM, TL, GU* leichte bis mittlere Plastizität weiche bis halbfeste Konsistenz Steinanteil 0-30% Bodenklasse 4, 5, 6 (Tiefenbereich bis Sondierstillstand)
X1	Bindige Böden der Bodengruppen TM, TL, GU* feste Konsistenz Mergel (verwittert) Fels mit sehr kleinen bis mittleren (\triangleq Würfel < 46 cm bzw. Kugel < 60 cm) Abmessungen der Gesteinskörper, vollständig bis mäßig verwittert, Trennflächenabstand <10 cm Bodenklasse 6 (Tiefenbereich unterhalb Sondierstillstand – Mächtigkeit variiert, teils in Wechsellaagerung mit X2)
X2	Mergel, Dolomitstein / Dolomitschluffmergelstein Fels mit mittleren (\triangleq Würfel < 46 cm bzw. Kugel < 60 cm) bis sehr großen Abmessungen der Gesteinskörper, schwach verwittert bis frisch, Trennflächenabstand >10 cm Bodenklasse 7

2.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Grund-, Schicht- oder Stauwasser war zum Zeitpunkt der Feldarbeiten bei den durchgeführten Aufschlüssen im Abtragsbereich nicht nachzuweisen. Schichtwasserführung kann aber im klüftigen Festgestein nicht ausgeschlossen werden, bzw. ist durch glatte, erodierte Oberflächenstrukturen an einzelnen Bohrkernen sogar anzunehmen. Ob diese Ausspülungen von noch fließendem Wasser herrühren oder bereits vor langer Zeit entstanden sind, lässt sich nicht ableiten.

Im Auftragsbereich wurde Wasser vereinzelt in Tiefen von 2,9 m bis 3,3 m uGOK nachgewiesen. Generell ist aber auch an anderer Stelle mit Stauwasserhorizonten je nach Witterung / Jahreszeit zu rechnen. Grundwasser ist innerhalb der Felsverwitterungszone bzw. im Fels in Form von Schicht-/Kluftwasser möglich, konnte im Rahmen der Bohrarbeiten jedoch nicht nachgewiesen werden. Gleichwohl ist eine zeitweilige, jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Schichtwasserführung bzw. die Ausbildung staunasser Horizonte an anderen Stellen auch nicht generell auszuschließen.

Per Definition ist als Bemessungswasserstand (HGW) der höchste aus langjähriger Beobachtung ermittelte Grundwasser-, Hochwasser- bzw. Schichtwasserstand – bezogen auf einen Beobachtungszeitraum von mindestens 20 Jahren – zuzüglich eines Sicherheitszuschlages von mindestens 0,50 m anzusetzen. Der genaue Bemessungswasserstand für das Projektgebiet ist ggf. kostenpflichtig bei der zuständigen Behörde zu erfragen. Alternativ kann dieser auf der sicheren Seite auf Höhe der Geländeoberkante angesetzt werden. Die Festlegung des HGW fällt nach dem Kommentar zur DIN 18533-1 in den Verantwortungsbereich eines Planers.

Des Weiteren ist zu beachten, dass der Grundwasserspiegel Schwankungen unterliegt. Innerhalb eines Jahres ist in der Regel ein jahreszeitlicher Wechsel von hohen Grundwasserständen (Maximum meistens im Frühjahr) und niedrigen Grundwasserständen (Minimum meistens im Herbst) gegeben. Ursache ist die Grundwasserneubildung aus Niederschlag im Winterhalbjahr und die fehlende bzw. nur eine geringe Grundwasserneubildung im Sommerhalbjahr.

In mehreren Trockenjahren hintereinander kommt es in der Regel zu einem insgesamt über mehrere Jahre fallenden Trend, in mehreren Nassjahren hintereinander zu einem insgesamt über mehrere Jahre steigenden Trend der Grundwasserstände. Dabei wird dieser längerzeitige Trend vom jahreszeitlichen Wechsel der Grundwasserstände innerhalb eines Jahres überlagert.

In diesem Zusammenhang weisen wir ferner darauf hin, dass auch die zeitweilige Ausbildung lokaler Staunässehorizonte auf Schichtlagen oberhalb eines geschlossenen Grundwasserspiegels, insbesondere nach andauernden Niederschlagsperioden, im gesamten Baufeld nicht generell auszuschließen ist.

Versickerungseignung

Nach dem ARBEITSBLATT DWA-A 138 kommen für die gezielte Regenwasserversickerung Lockergesteinsböden in Frage, deren k_f -Werte im Bereich von $1 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s liegen (Flächenversickerung $2 \cdot 10^{-5}$ m/s).

Die Böden des SG I weisen gemäß Literaturangaben Durchlässigkeitsbeiwerte k_f zwischen 10^{-6} und 10^{-11} m/s auf. Sie sind demnach gemäß DIN 18130 als *schwach durchlässig* bis *sehr schwach durchlässig* zu klassifizieren und für eine gezielte Versickerung als **ungeeignet** zu beurteilen.

Eine genaue Aussage ist jedoch nur nach entsprechenden Feldversuchen (alternativ Laborversuchen) möglich.

3 Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

Erdbebeneinwirkung

Prüm (PLZ: 54595) in Rheinland-Pfalz gehört, bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte, zur Erdbebenzone 0 sowie zur Untergrundklasse R gemäß DIN EN 1998-1/NA:2011-01.

Die Erdbebenzone 0 umfasst Gebiete, denen gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus ein Intensitätsintervall von 6,0 bis < 6,5 zugeordnet ist.

Die Gefährdung innerhalb jeder Erdbebenzone wird als einheitlich angenommen, abgesehen von Variationen, die sich durch unterschiedliche Untergrundbedingungen ergeben. Dazu wird zwischen den geologischen Untergrundklassen R - Fels, S - weicher Untergrund und T - Untergrund vom Übergangstyp unterschieden.

Im Einzelnen sind die Untergrundklassen wie folgt definiert:

- R** : Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund
- S** : Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
- T** : Übergangsbereiche zwischen Gebieten der Untergrundklasse R und der Untergrundklasse S sowie Gebiete relativ flachgründiger Sedimentbecken

Als Hilfskriterium zur Beurteilung einer durchgängig ausreichenden Festigkeit des Baugrunds wurde der Sondierwiderstand N_{10} (Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe) mit der schweren Rammsonde bestimmt. Hierbei sind bodenspezifisch in Anlehnung an PLACZEK (1985) und durch Korrelation zwischen Bohrung und schweren Rammsondierungen erfahrungsgemäß folgende Schlagzahlen zu erreichen:

Schwere Rammsonde:	mitteldichte Lagerung steife Konsistenz	Schlagzahlen $N_{10} \geq 4 \pm 1$ Schlagzahlen $N_{10} \geq 5 \pm 1$
---------------------------	--	--

Eine Auswertung nach PLACZEK würde hier die Konsistenz für die tonig/schluffigen Bodenschichten jedoch verfälschen. Die Konsistenz nach PLACZEK entspricht nach den ausgeführten Kleinrammbohrungen nicht den Tatsachen, d.h., hier wird eine ungünstigere Konsistenz vorgetäuscht als sie tatsächlich vorhanden ist. Ein direkter Vergleich zwischen Schlagzahlen und tatsächlicher Konsistenz ist somit nicht möglich, bzw. führt zur Fehlinterpretation. Diese Differenz kann unter anderem auf eine sehr geringe Mantelreibung des Sondiergestänges in den hier aufgeschlossenen bindigen Böden mit hohem Feinkornanteil und teils mittlerer Plastizität zurückgeführt werden.

Aufgrund dieser Tatsache wurde *durch Korrelation mit den ausgeführten Kleinrammbohrungen* zur weiteren Beurteilung im unteren Auftragsbereich / Urgelände eine Schlagzahl $N_{10} \geq 3$ für eine mindestens steife Konsistenz zu Grunde gelegt.

Nach Auswertung der Ergebnisse der niedergebrachten Rammsondierungen ergeben sich die in nachfolgender Tabelle dargestellten Sachverhalte hinsichtlich der Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig mindestens mitteldichter Lagerung bzw. steifer Konsistenz (bis zur Endteufe der ausgeführten Sondierungen).

Tabelle 4: Tiefenlage des Baugrunds mit durchgängig steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung

Schwere Rammsondierung (DPH) Im „Auftragsbereich“	Baugrund mit durchgängig steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung [m unter Ansatzpunkt]	Baugrund mit durchgängig steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung
		[ca. m üNN]
DPH 1	2,6	505,1
DPH 2	1,7	507,1
DPH 3	2,6	508,1
DPH 4	1,2	510,7
DPH 5	1,7	512,2
DPH 6	1,0	516,7
DPH 11	4,1	526,4
DPH 12	1,6	529,2
DPH 13	2,9	530,9
DPH 14	4,4	529,4

Allgemeines

Ab durchgehend mindestens steifer Konsistenz stellen bindige Böden allgemein einen mäßig tragfähigen, zu Setzungen neigenden Baugrund dar. Bindige Böden von weicher bzw. breiiger Konsistenz sind aufgrund ihrer ausgeprägten Setzungswilligkeit hingegen kaum belastbar und als ungeeignet für Gründungszwecke zu beurteilen. Bindige Böden von weicher bis halbfester Konsistenz sind der Bodenklasse 4, bei breiig-weicher Konsistenz der Bodenklasse 2 und bei fester Konsistenz der Bodenklasse 6 nach DIN 18300: 2012-09 zugehörig.

Bindige Böden sind als stark wasserempfindlich einzustufen, d. h., sie weichen bei Wasserzutritten bzw. Durchfeuchtung (z. B. durch Durchwalkungen während des Baubetriebes) rasch auf und verlieren so ihre in ungestörtem Zustand ab mindestens steifer Konsistenz befriedigenden bodenmechanischen Eigenschaften.

Nichtbindige Böden stellen ab mindestens mitteldichter Lagerung einen gut tragfähigen, unter statischer Belastung im Allgemeinen nur zu geringen Setzungen neigenden Baugrund dar. Sie sind in die Bodenklasse 3 einzuordnen.

Bereich Abtrag – Auf Hunert

Unterhalb des Oberbodens (0,3 – 0,4 m) stehen weich-steife bis steif-halbfeste leicht bis mittel plastische überwiegend zunächst feinkörnige Lehme (TL, TM nach DIN 18196) der Bodenklasse 4 an, die ab 1,0 bis 2,0 m uGOK in die Übergangszone zum Festgestein übergehen. Bereichsweise können die Böden witterungsbedingt auch stärker aufgeweicht sein. Mit der Tiefe steigt der Skeletanteil, die eher der Bodengruppe GU* zuzuordnen wären. In der Übergangszone, die mehr oder weniger stark ausgeprägt sein kann, werden sich meist ab ca. 1 m uGOK bereits vermehrt Kiese und Steine wiederfinden, weshalb auch die Bodenklasse 5 und bei festen bindigen Böden Bodenklasse 6 auftritt.

Im Rahmen der Kernbohrungen kam es immer wieder zu kleinen oder großen Kernverlusten. Die Interpretation von nicht vorhandenem Bohrgut ist dahingehend schwierig und erfordert Annahmen, die durch den Bohrvorgang und das Bohrverfahren beeinflusst werden. Um bei tieferen Bohrungen (im Fels und felsähnlichen Böden) das abgetragene Material aus dem Bohrspalt zu transportieren und die entstehende Reibungswärme abzuführen, wird die Bohrung in der Regel mit Wasser gespült, welches durch die hohle Achse der Bohrkronen zum Arbeitsbereich gelangt und die zerkleinerten Partikel beim Rückfluss an der Außenseite der Krone mit sich führt.

Feinkörnige bindige, ursprünglich feste und harte Anteile (hier von verwittertem Mergel) werden dabei aufgeweicht, letztlich verflüssigt und mit der Bohrschlamm ausgespült.

Das aufgeschlossene Festgestein weist Klüftstrukturen auf, die von wenigen Millimetern bis mehreren Zentimetern reichen, partiell aber auch noch größer sein können, welches sich aber durch einzelne völlig voneinander getrennte Bohrkernstücke nicht näher bestimmen lässt.

Die Kernbohrungen zeigen somit generell einen Felshorizont ab ca. 2,0 m uGOK auf, der sich bis zur Endtiefe von maximal 15 m aus meist Mergel zusammensetzt, der einerseits unterschiedlich stark verwittert ist und sich somit sehr harte nahezu unverwitterte Mergelsteinlagen von verwitterten, bindigen festen Böden ähnelnden Mergellagen abwechseln und andererseits je nach Kalk- oder Tongehalt, die Ansprache als Kalkmergel (stärkere Reaktion bei Kontakt mit 10%igen Salzsäure), Mergel oder Tonmergel (schwache Reaktion bei Kontakt mit 10%igen Salzsäure) erfolgen kann. Bereichsweise sind auch Dolomit- und Sandsteinlagen erkennbar. Die Übergänge zwischen einzelnen Gesteinen sind dabei fließend und nicht eindeutig trennbar.

Durch die Wechsellagerung im Festgestein ist generell mit den Bodenklasse 6 und 7 zu rechnen. Bei starker Klüftung ist der Fels bei großflächigem Aufschluss und leistungsfähigem Bagger erfahrungsgemäß weitestgehend mit Felszahnlöffel abtragbar, bei dickeren unverwitterten Lagen ist jedoch auch Stemmen und Meißeln erforderlich.

Bereich Auftrag – In den Fladenfeldern

- Parkplatz

Im Bereich des als momentan genutzten Mitarbeiterparkplatzes, sind mehrere Meter hohe Auffüllungen aufgebracht worden. Am Böschungsrand ist erkennbar, dass hier neben üblichen Korngrößen bis 100/200 mm auch Felsblöcke eingebaut wurden, die eine Kubatur von $>0,5\text{m}^3$ aufweisen. Generell muss angenommen werden, dass in der Auffüllung bindige, nichtbindige Böden und Steine, Felsblöcke in bindiger Matrix eingebaut worden sind und werden daher insgesamt zu den bindigen Böden gezählt oder sind als solche zu behandeln.

Auffüllungen mit solch großen Bestandteilen sind schlecht bzw. wenig kontrollierbar verdichtbar, da sich unterhalb solcher Blöcke auch Hohlräume bilden können, die später zu Sackungen führen. Als Parkplatzunterbau kann dies noch ausreichend sein, aber bei setzungsempfindlichen Gebäuden, kann nicht garantiert werden, dass die Auffüllungen ausreichend tragfähig sind. Die Durchführung von Bohrungen in den Auffüllungen fand einerseits zeittechnisch und andererseits durch die offensichtlich eingebauten Steine und Felsblöcke nicht statt, da dieses Material nicht mit Rammverfahren sinnvoll bohrbar ist. Stattdessen wurden nur Rammsondierungen durchgeführt, damit eine ungefähre Vorstellung von der Qualität der Auffüllung zu erhalten ist.

Gemäß den Höhenlinien alter Flurkarten lag das Urgelände zwischen ca. 520 m und 535 m üNN. Damit ist davon auszugehen, dass mit den durchgeführten Rammsondierungen das Urgelände überwiegend erreicht worden ist. Aufgrund der teils sehr großen Felsblöcke in den Auffüllungen, können unter Umständen jedoch auch diese zum Stillstand und damit vorzeitigem Abbruch geführt haben.

Die Auffüllungen weisen im obersten Meter eine mäßige bis gute Verdichtung auf. Unterhalb sind insbesondere bei DPH 11, DPH 13 und DPH 14 nur schlecht verdichtete Böden anzutreffen, die sich bis in Tiefen zwischen 3,0 m bis 4,5 m erstrecken.

- Urgelände / Wiese / Bereich zwischen B410 und Parkplatz

Unterhalb des Oberbodens (0,3-0,4 m) stehen weich-steife bis steife, teils steif-halbfeste leicht bis mittel plastische Lehme an, die ab ca. 3,0 m uGOK in die Übergangszone zum Festgestein übergehen.

Nach Abschieben des Oberbodens stehen somit bis in Tiefen zwischen 1,0 – 2,5 m uGOK setzungsanfällige Böden von weich-steifer Konsistenz an.

- Ehemalige Regenrückhaltebecken

Die Becken sind verfüllt mit humosen Böden von weicher Konsistenz bis mind. ca. 2 m Tiefe. Neben dem oberen Geländeabschluss, der stark bewachsen war mit Hecken und Gehölz und damit verstärkt Wurzelwerk und Organik beinhaltet, sollte der Boden in den Becken zusammen als Oberboden abgetragen und gelagert werden. Er kann später nach entsprechender Aufbereitung (Häckseln von Wurzeln / Gehölz) bspw. als Einstreu an der Böschungsfrost wiederverwendet werden.

Die Umwallungen der Dämme bestehen aus leicht bis mittel plastischen Lehmen, die eine weichsteife bis steife Konsistenz aufweisen.

Fazit

Im Abtragsbereich stehen bindige Böden an, die ausgehend vom Urgelände zwischen 1,5 m und ca. 2 m mächtig sind. Unterhalb steht geklüfteter Fels, überwiegend Mergel in unterschiedlichen Ausprägungen und Festigkeiten an, der mit Felszahn und Meißel zu lösen ist.

Im Auftragsbereich liegen unterschiedliche Ausgangsbedingungen vor. Im nördlichen Bereich sind Auffüllungen mit inhomogener Zusammensetzung aufgebracht worden, die auch größere Felsblöcke beinhalten. Im Süden sind alte und verfüllte Regenrückhaltebecken neben dem Ursprungsgelände (Wiese) anzutreffen. Die hier anstehenden Lehme weisen Mächtigkeiten von 2,5 m – 3,5 m auf, bevor diese in die mehr oder weniger verwitterte Übergangszone übergehen.

Die Böden aus dem Aushubbereich sind für die Wiederverwendung als Geländeauffüllung grundsätzlich geeignet, bedürfen jedoch einer Aufbereitung im Rahmen einer Bodenverbesserung mit hydraulischen Bindemitteln. Ebenso sind die Auffüllungen unter dem Parkplatz, nach Aufbereitung geeignet. Das Urgelände im unteren Auffüllbereich ist auch einer Bodenverbesserung zu unterziehen.

4 Vorschlag Erdarbeiten

4.1 Allgemein

Es ist angedacht das Gelände „In den Fladenfeldern“ mittels Geländeauffüllungen auf eine gleichmäßige Höhe zu bringen und Bauwerke mittels Flachgründungen zu gründen, welches grundsätzlich realisierbar ist. Dabei werden jedoch enorme Anforderungen an den Untergrund und damit an die zu erstellenden Auffüllungen gestellt, welche eine extreme Steifigkeit erreichen sollen, die nur im Rahmen einer Bodenverbesserung erreicht werden kann.

Der Bauablauf und die Bodenverbesserung muss aufgrund der gegebenen Bedingungen vor Ort terrassiert und abschnittsweise auf einzelnen Teilstücken erfolgen.

Generell sind an die Geländeauffüllung / Bodenverbesserung sehr hohe Qualitätsanforderungen zu stellen, die nur im Rahmen von im Vorfeld durchgeführten Eignungsprüfungen bei verschiedenen Bindemittelgehalten und einer intensiven Bauüberwachung, gewährleistet werden können. Mit einem Laborprogramm aus mehreren Laborversuchen aus einer Kombination von einaxialen Druckversuchen, CBR-Versuchen, Triaxialversuchen und Ödometerversuchen an den Ausgangsböden und den Boden-Bindemittel-Gemischen ist deren Festigkeit und Verformungsverhalten zu bestimmen. Werden weniger geeignete Böden angeliefert, die im Vorfeld nicht untersucht worden sind, ist der Bindemittelgehalt so weit zu steigern, bis die Anforderungen der Statik erfüllt werden.

Aufgrund der Dringlichkeit werden keine Laborversuche hinsichtlich Eignungsprüfungen etc. durchgeführt, sondern stattdessen auf Erfahrungswerte zurückgegriffen, die auf der sicheren Seite liegen.

Je nach Umfang und Aufwand der erforderlichen Untersuchungen / Überwachungen liegen die Kosten entsprechend hoch. Dies ist auch im Hinblick auf eine alternative Gründung zu sehen. Sofern die Halle auf pfahlartige Gründungselemente (Bohrpfähle) abgesetzt wird, sind die Anforderungen und die Überwachung der Auffüllungen um ein Vielfaches geringer.

Aufgrund der unterschiedlichen Böden, die zur Geländeauffüllung herangezogen werden sollen, empfehlen wir alle bindigen bis schwach bindigen Böden einer Bodenverbesserung zu unterziehen. Nur so können die Setzungen bei der angedachten Auffüllhöhe von ca. 20 m minimiert werden. Entnommener Fels ist zu zerkleinern und kann ohne Bindemittel eingebaut werden. Es empfiehlt sich dahingehend eine sogenannte Sandwichbauweise, wo Böden unterschiedlicher Art lagenweise übereinander eingebaut werden. Dies ist voraussichtlich am besten in den gesamten Bauablauf zu integrieren.

Als hydraulisches Bindemittel ist für die aufliegenden Verwitterungslehme, welche eine weich-steife bis halbfeste Konsistenz besitzen ein **Mischbinder mit einem Kalk/Zement-Verhältnis von 30/70** zu empfehlen. Die in Wechsellagerung im Festgestein vorliegenden bindigen festen Mergelschichten sind jedoch bereits sehr trocken, wodurch die Zugabe von **reinem Zement** sinnvoll ist.

Kalk trocknet die Böden nur aus und reduziert den Wassergehalt bei zu nassen Böden, Zement stellt die gewünschte Festigkeit her. Auf der sicheren Seite liegend empfehlen wir die **Zugabe von 4-6% Bindemittel**. Generell sind die Erdarbeiten laufend geotechnisch zu überwachen.

Aktuell liegen noch keine Pläne vor wie die spätere Böschung aussehen soll (Neigung, Form, Abstände, Höhen, Frontausbildung). Allein aufgrund der Höhe ist die Böschung jedoch rechnerisch nachzuweisen. Um die bestmögliche Ausreizung des vorhandenen Platzangebots zu erreichen, sind Steilböschungen bis 80-85° zu empfehlen. Diese können jedoch nur über spezielle Sicherungssysteme (geogitterbewehrte Steilböschungen) erreicht werden, die bereits in die aufzubringenden Auffüllungen einzubauen sind und ebenfalls in den rechnerischen Nachweis einfließen müssen.

Derzeit liegen keine weiteren Planungen dahingehend vor, weshalb eine detaillierte Betrachtung nicht erfolgen kann.

Die Böschungsfrent kann dann unterschiedlich ausgebildet werden und begrünt werden oder wie eine Gabionenwand erscheinen.



Beispiele Broschüre TENSAR

Hinweis

Im Zuge der Erdarbeiten muss der Zustand und Eignung der bestehenden Auffüllungen nahe Halle 8 mittels geeigneter Verfahren geprüft werden, da hier bereits Lasten aus den Neubau auftreten können.

4.2 Vorschlag Ablauf

1. Erdarbeiten im Auffüllbereich (In den Fladenfeldern)

- Abtrag Oberboden, Wurzeln, Gehölz etc. aus alten Becken und Wiese
- anstehende Lehme von nur weich-steifer Konsistenz bis etwa. 2,0 m uGOK ausheben und seitlich lagern
- Beginn Bodenverbesserung auf Aushubsohle und Wiedereinbau des Aushubs
- Abtrag Parkplatzauffüllungen, Separierung von Felsblöcken, Zerkleinerung der Böden, sodass im eingebauten Zustand die Korngröße 0/100 vorliegt (Verfahren der Zerkleinerung ist vom Bauunternehmer zu wählen, Testfelder sind anzulegen)
- Wiedereinbau des aufbereiteten Materials mit Bindemittel, sodass eine flächige Ebene oder zumindest terrassierte horizontale Ebenen entstehen
- Ab Niveau Urgelände Einbau der geogitterbewehrten Steilböschung an der Front Rtg. B410
- Rtg. Halle 8 (Bestand) Verzahnung mit der vorhandenen Auffüllung (1- 2 m)

2. Erdarbeiten Abtragsbereich (Auf Hunert)

- Abtrag bindige Böden / Verwitterungslehme und Einbau mit Bindemittel
- Abtrag Fels – harter Fels ist zu zerkleinern, sodass im eingebauten Zustand die Korngröße 0/100 vorliegt (Verfahren der Zerkleinerung ist vom Bauunternehmer zu wählen, Testfelder sind im Vorfeld anzulegen zur Prüfung der erreichten Zerkleinerung), bindige verwitterte feste Mergel können mit Bindemittel (Zement) nach Prüfung der Fräsbarkeit eingebaut werden
- Annahme Abtrag von wechselgelagerten Böden, die entsprechend des Ausbaus auch lagenweise wieder eingebaut werden (Sandwichbauweise)
- oberer Geländeabschluss ist mit Bestandsauffüllung der Halle 8 nach Prüfung der Tragfähigkeit zu verzahnen. Neben einem Schotterpolster, welches leichter aufzugraben ist für Leitungen etc. kann auch die Bodenverbesserung bis unter das Bauwerk geführt werden

Setzungen aus dem Gründungspolster und Gesamtsetzungen

Die Gesamtsetzungen ergeben sich aus Überlagerung der nachfolgenden Setzungsanteile:

- **Setzungen s_1 infolge Bauwerkslasten (Fundamentlasten)**
- **Konsolidationssetzungen s_2 des Untergrundes**
- **Eigensetzungen s_3 der Auffüllung und des Bodenaustauschs**

Konsolidationssetzungen

Bei bindigen Böden sind drei Setzungsanteile zu unterscheiden, die Sofortsetzungen, die primären Setzungen (Konsolidationssetzungen) und die sekundären Setzungen (Langzeitsetzungen). Die Hauptphase sind die Konsolidationssetzungen, in der das Korn- oder Mineralgerüst zusammengedrückt wird. Die Langzeitsetzungen treten nur bei feinkörnigen Böden auf und sind auf Kriecherscheinungen im Boden und Umlagerungen im Mineralgerüst zurückzuführen.

Eigensetzungen der Auffüllung und des Bodenaustauschs

Bei den Auffüll- bzw. Bodenaustauschmassen selbst können gemäß ZTVE-Kommentar Eigensetzungen von ca. 0,2 % (bei Verwendung grobkörniger Liefermaterialien) bis 1 % (bei Verwendung gemischtkörniger Böden) der Austauschhöhe zusätzlich zu den Setzungen aus der belasteten Bodenplatte auftreten. Diese Eigensetzung wurde überschlägig bei 20 m Auffüllhöhe mit ca. 5 - 10 cm (hier für verbesserte gemischt-bis feinkörnige Böden) abgeschätzt.

Es wird daher empfohlen, mit den Betonierarbeiten erst einige Tage nach Einbau der Auffüllungen zu beginnen, damit die Sofort- und Primärsetzungen zumindest teilweise abgeklungen sind. Eine weitere Möglichkeit die Setzungen schneller abklingen zu lassen, ist die temporäre Aufschüttung einer Bodenauflast (bspw. ca. 3 m Höhe), die später wieder abgetragen wird.

4.3 Lagerhalle / Markt - Gründung mittels Einzel-/Streifenfundamenten

Zur Vermeidung einer Verschlechterung der bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes durch Witterungseinflüsse empfehlen wir bei Gründung mittels Streifenfundamenten, eine Sauberkeitsschicht aus Magerbeton (Stärke ca. 5 – 10 cm) unverzüglich nach Aushub und Abnahme der Fundamentgräben einzubauen.

Für typische Gründungsarten, häufig vorkommende Bodenarten und Fundamentabmessungen – sogenannte Regelfälle – enthält DIN 1054:2010 Tabellenwerte für Bemessungswerte des Sohlwiderstands (Tabellen A 6.1 – A 6.8). Als eine wesentliche Anwendungsvoraussetzung der Tabellenwerte gilt eine ausreichende Festigkeit des Baugrunds in einer Tiefe unter der Gründungssohle, die der zweifachen Fundamentbreite, mindestens aber 2,0 m entspricht.

Eine Gründung mittels Fundamenten nach dem Regelfall setzt eine ausreichende Festigkeit (mind. steife Konsistenz) des Baugrundes voraus, welche im Rahmen einer Sohlabnahme zu bestätigen ist! Die Gründung hat auf Lehmen von mind. steifer Konsistenz zu erfolgen. Sofern dies nicht auf gleicher Höhe gegeben ist, sind die Fundamente entsprechend tieferzuführen!

Zur Bemessung von Einzel- und Streifenfundamenten können die Tabellenwerte nach DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.7 herangezogen werden. Bei erfolgter kontrollierte Bodenverbesserung kann im Endzustand von einer **festen Konsistenz** ausgegangen werden.

Tabelle 5: DIN 1054:2010-12, Tab. A 6.7 (Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ für Bodengruppe UM, TL, TM)

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m ²] bei Streifenfundamenten mit b bzw. b' von 0,5 bis 2 m		
	Mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,5	170	240	390
1,0	200	290	450
1,5	220	350	500
2,0	250	390	560

Die Anwendung der Werte der DIN-Tabellen A 6.5 bis A 6.8 für bindigen Boden kann zu Setzungen in einer Größenordnung von 2 cm bis 4 cm führen.

Genauere Angaben zu Bemessungswert des Sohlwiderstands, aufnehmbaren Lasten, Setzungen und Bettungsmodulen im Bezug zu den Abmessungen der Streifenfundamente können durch ergänzende Berechnungen erfolgen in Absprache mit einer finalen Planung / Statik.

4.4 Auflagerung der Bodenplatte

Die Hallenbodenplatte muss vollflächig auf einer in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit des Untergrundes dimensionierten Tragschicht aufliegen. Üblicherweise werden Tragschichten in Dicken von 20 bis 25 cm ausgeführt. **Art und Dicke der Tragschicht sind jedoch im Einzelfall auf die maßgebende Belastung der Bodenplatte und die Tragfähigkeit des Untergrundes abzustimmen.**

Die Bodenplatte wird flächig auf verbesserten bindigen Böden zu liegen kommen

Sofern die Gefahr einer Vermischung des Tragschichtmaterials mit dem Untergrund besteht, ist dieses durch ein Geotextil (Trennvlies) der Robustheitsklasse GRK 3 vom Untergrund zu trennen. Witterungsbedingt aufgeweichte oder durchnässte Partien im Bereich des Erdplanums sind vor Einbau der Tragschicht zu entfernen und gegen Schotter auszutauschen.

Grundsätzlich ist sowohl bezüglich des Tragfähigkeitsverhaltens (E_{v2}) als auch im Hinblick auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Witterungseinflüssen und Beanspruchungen aus dem Baubetrieb (Montagefahrzeuge, Hebebühnen, etc.) anstelle einer ungebundenen Schottertragschicht die Herstellung einer **hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT)** mit einer Dicke von mindestens **d = 20 cm** zu empfehlen.

Es wird davon ausgegangen, dass die Bodenplatte keine anderen Bauteile trägt und andere Bauteile auch nicht aussteifen. Zwischen Betonplatte und den Konstruktionsteilen der Halle ist durch Raumfugen (Bewegungsfugen) eine klare Trennung herbeizuführen. Außerdem sollen die Betonplatten nicht direkt auf Stützen- und Wandfundamenten aufliegen. Es ist zu empfehlen, die Fundamente so tief zu legen, dass die Tragschicht in einer Stärke von mindestens 15 cm darüber durchläuft (vgl. nachfolgende Prinzipskizze).

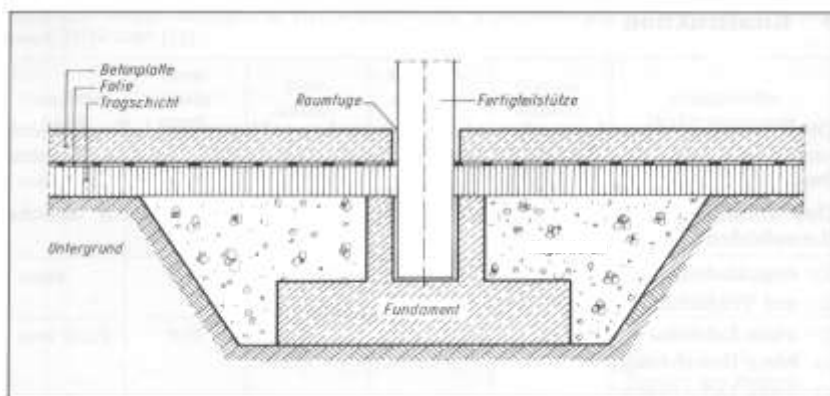


Abb. 1: Prinzipskizze für Plattenlagerung im Bereich Fundament

Sowohl bewegliche Lasten aus Fahrzeugen und Gabelstaplern als auch langfristig wirkende Lasten aus Regalen oder Containern wirken im Allgemeinen punktförmig auf den Betonboden ein. Einzellasten aus Regallagern, Containern o. ä. können große Werte erreichen und verursachen bei kleinen Aufstandsflächen entsprechend hohe Kontaktpressungen.

In Abhängigkeit von der Größe der als Einzellast wirkenden, maßgebenden Belastung des Betonbodens werden an die Tragfähigkeit des Untergrundes und der Tragschicht die nachfolgenden Anforderungen gestellt (gemäß Lohmeyer, Betonböden für Produktions- und Lagerhallen, 2. Auflage, 2008):

Tabelle 6: Anforderung an die Tragfähigkeit unter herkömmlich bewehrten Betonböden

Bemessungslast Einzellast Q_d [kN]	Verformungsmodul auf OK Erdplanum E_{V2} [MN/m ²]	Verformungsmodul auf OK Tragschicht E_{V2} [MN/m ²]
≤ 40	≥ 40	≥ 80
≤ 80	≥ 50	≥ 100
≤ 100	≥ 60	≥ 120
≤ 140	≥ 80	≥ 150
Verhältniswert E_{V2}/E_{V1}	$\leq 2,5$	$\leq 2,2$

Der Verdichtungsgrad sowie die Verformungsmoduln sind zu kontrollieren und nachzuweisen!

Wir empfehlen, jeweils mindestens einen Plattendruckversuch je 500 m² auf dem Planum und je 400 m² auf der Tragschicht auszuführen.

Ausgehend von einer Bemessungslast ≤ 80 kN wäre zur Gewährleistung einer Tragfähigkeit von $E_{V2} \geq 100$ MN/m² auf OK Tragschicht basierend auf Erfahrungswerten und Literaturangaben (z.B. RStO 12) von einer erforderlichen **Mindestdicke der Schottertragschicht** aus gebrochenem Hartsteinmaterial der Lieferkörnung 0/45 von mindestens **15 cm** auszugehen, wenn im Bereich des Erdplanums Tragfähigkeiten von **$E_{V2} \approx 50$ MN/m²** nachgewiesen werden können.

Basierend auf den Aufschlussergebnissen muss davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen an das Erdplanum bei den überwiegend nichtbindigen Böden ohne weitere Maßnahmen erfüllt werden können.

Müssen in Abhängigkeit von der maßgebenden Belastungslast der Bodenplatte entsprechend Tabelle 6 höhere Tragfähigkeiten gewährleistet werden, so sind weitere **zusätzliche technische Maßnahmen** vorzusehen, beispielsweise **in Form einer größeren Mächtigkeit der Schottertragschicht**.

Wichtiger Hinweis

Herkömmliche Betonböden (Industrieböden) stellen im bauaufsichtlichen Sinne Bauteile mit untergeordneter Bedeutung dar und fallen aus diesem Grund nicht unter die Bestimmungen der DIN 1045 bzw. DIN 1045-1. Das in der Regel auf der Grundlage nachzuweisender Mindestwerte des Verformungsmoduls E_{V2} des Erdplanums und der Tragschicht basierende Bemessungsverfahren derartiger Betonböden fußt auf der Hypothese eines rein elastischen Verhaltens des unter der Bodenplatte anstehenden Untergrundes.

Plastische (bleibende) Verformungen werden hierbei grundsätzlich nicht berücksichtigt, d.h., das Bemessungsverfahren stellt keinen Maßstab für das zu erwartende Setzungsverhalten der Bodenplatte dar, da die Tragfähigkeitseigenschaften des tieferen Untergrundes unberücksichtigt bleiben!

Aus diesem Grund stellt der alleinige Nachweis der oben genannten E_{V2} -Werte auf OK Erdplanum und OK Schottertragschicht in der Regel kein ausreichendes Beurteilungskriterium zur dauerhaften Schadensfreiheit bzw. Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit der Hallenbodenplatte dar!

Es ist grundsätzlich zu empfehlen, bei entsprechender Planungsreife und Vorlage der Lasten auf die Bodenplatte zusätzlich weitere rechnerische Untersuchungen zur Beurteilung der infolge der maßgebenden Belastungen zu erwartenden Absolut- und Differenzsetzungen (Verdrehungen) der Hallenbodenplatte anzustellen, um erforderlichenfalls weitergehende Sondermaßnahmen zur Setzungsbegrenzung dimensionieren zu können.

Mit Hilfe der Setzungsberechnungen können auch die tatsächlich ansetzbaren Bettungsmodule zur Dimensionierung der Bodenplatte ermittelt werden.

4.5 Schlussbemerkungen zur Gebäudegründung

Bei jeder Art von Gründung sind die Gründungsaufstandsflächen vor dem Einbringen der kapillarbrechenden Schicht bzw. des Fundamentbetons nachzuverdichten. Aufgeweichte bzw. durchnässte Partien von breiig-weicher Konsistenz im Bereich der Gründungssohlen sind gegen gut verdichtbaren Kiessand oder vergleichbares Material (Magerbeton, Schotter) auszutauschen. Generell ist auf ein einheitliches, gegebenenfalls zu homogenisierendes Gründungssubstrat zu achten.

Die dauerhafte Entwässerung des jeweiligen Arbeitsplanums und der Baugrubensohle ist während der gesamten Bauphase sicherzustellen.

Da zum derzeitigen Projektstadium keine Fundamentlasten und -abmessungen vorgelegen haben, haben die durchgeführten Fundament- und Setzungsberechnungen lediglich orientierenden Charakter und können insofern nur zur überschlägigen Abschätzung der zu berücksichtigenden Sondermaßnahmen dienen.

Nach Wahl der entsprechenden Fundamentabmessungen und Gründungstiefen sind für die einzelnen Fundamente Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise unter Ansatz der Vertikal- und Horizontalkräfte sowie Momente zu erstellen.

Die Gründungssohlen sind durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

Wir weisen auf die evtl. Erfordernis eines Entwässerungskonzeptes während der Bauphase hin.

Die Bodenplatte sowie alle weiteren Gebäudeteile sind nach dem Stand der Technik (vgl. DIN 18195) gegen Feuchtigkeit abzudichten. Kapillar aufsteigende Wässer unter der Bodenplatte müssen abgeleitet werden.

5 Erdbautechnische Hinweise

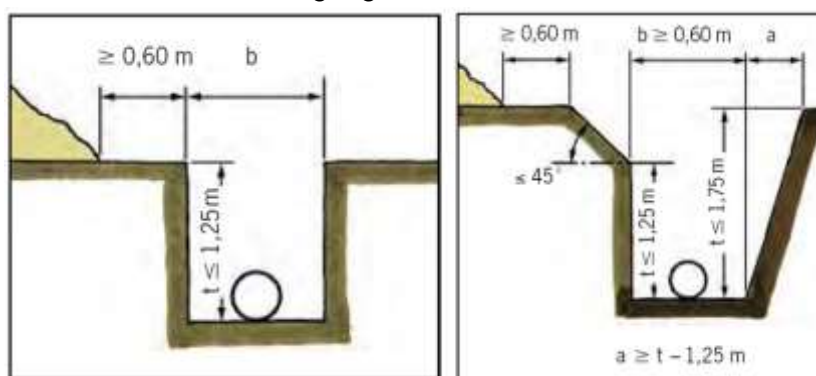
5.1 Baugruben und Gräben, Wasserhaltung

Grundsätzlich ist bei Aushubarbeiten die DIN 4124 zu beachten. Diese Norm gibt an, nach welchen Regeln Baugruben und Gräben zu bemessen und auszuführen sind.

Nicht verbaute senkrechte Baugrubenwände

Diese dürfen in Böden über dem Grundwasser bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 bis zu einer Tiefe von 1,25 m hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche die folgenden Höchstwerte für die Neigung einhält:

- nichtbindige und weiche bindige Böden maximal 1:10
- mindestens steife bindige Böden maximal 1:2

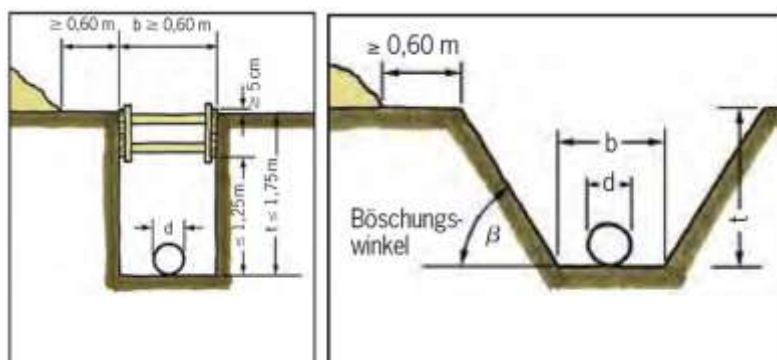


In mindestens steifen bindigen

Böden über dem Grundwasser sowie bei Fels darf die Aushubtiefe bis zu 1,75 m betragen, wenn der mehr als 1,25 m über der Sohle liegende Bereich der Wand unter einem Winkel von maximal 45° (1:1) geböschst wird und die anschließende Geländeneigung nicht mehr als 1:10 beträgt.

Baugruben mit einer Tiefe > 1,25 m bzw. > 1,75 m

Diese müssen mit abgeboöschten Wänden hergestellt oder verbaut werden. Die Böschungsneigung richtet sich unabhängig von der Lösbarkeit des Bodens nach dessen bodenmechanischen Eigenschaften unter Berücksichtigung der Zeit, während der die Baugrube offen zu halten ist und nach den äußeren Einflüssen, die auf die Baugrubenböschung wirken.



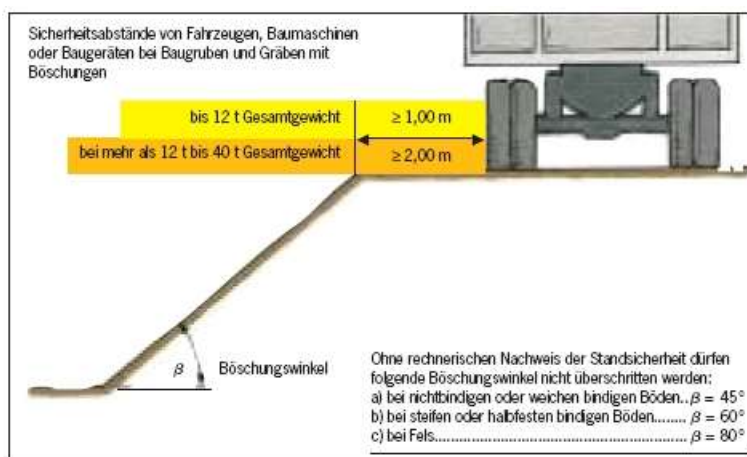
In Regelfällen dürfen **Kurzzeitböschungen** von Baugruben bis maximal 5 m Böschungshöhe über dem Grundwasser ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 unter folgenden maximalen Böschungswinkeln hergestellt werden:

nicht bindige Böden	≤ 45°
bindige Böden	≤ 45° bei weicher Konsistenz ≤ 60° bei mindestens steifer Konsistenz
Fels (unverwittert)	≤ 80°

Werden beim Baugrubenaushub Böden unterschiedlicher Bodengruppen oder steife und weiche Partien in Wechsellagerung angeschnitten, so ist über die gesamte Böschungshöhe der zulässige Neigungswinkel des ungünstigsten Schichtpakets auszuführen (d. h. $\leq 45^\circ$).

Die angegebenen zulässigen Böschungswinkel gelten nur für Regelfälle. Geringere Böschungsneigungen sind vorzusehen **und nach DIN 4084 rechnerisch nachzuweisen**, wenn besondere Einflüsse die Standsicherheit gefährden. Dies gilt beispielsweise bei

- Schichtwassereinflüssen, Anschnitt von Staunässehorizonten,
- **Böschungen von mehr als 5 m Höhe,**
- **Baumaschinen oder Baugeräten bis einschließlich 12 t Gesamtgewicht, die nicht einen Abstand von mindestens 1 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,**
- **Baumaschinen oder Baugeräten von mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht, die nicht einen Abstand von mindestens 2 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Graben- bzw. Böschungskante einhalten,**
- Steigung des an die Böschungskante anschließenden Geländes von mehr als 1:10.



Bei zusätzlichen Belastungen nicht verbauter Grubenwände durch Bagger, Hebezeuge, Übergänge, Lagerstoffe oder dergleichen ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen.

Liegen Baugruben länger offen, so sind die Böschungen durch sorgfältige Folienabdeckung vor Erosion durch Witterungseinflüsse zu schützen. In der Baugrube gegebenenfalls anfallendes Schichtwasser ist zusammen mit zufließendem Niederschlagswasser mittels offener Wasserhaltung (Pumpensümpfe) ordnungsgemäß zu fassen und dauerhaft abzuleiten.

5.2 Wiederverwendung von Aushubböden

Bindige Böden - SGI

Erfahrungsgemäß können die beim Aushub gewonnenen Böden der Bodengruppe TL und TM, GU* nur **bei geeignetem Wassergehalt** (erdfeuchter Zustand) prinzipiell für die lagenweise verdichtete Arbeitsraum-, Kanal- bzw. Leitungsgrabenverfüllung entsprechend den Verdichtungsanforderungen der ZTV E-StB 17 bis $\approx 0,50$ m unter Planum verwendet werden.

Böden mit hohem Feinkornanteil (u.a. Bodengruppe TL und TM), können durch Wassergehaltsänderungen schnell unbrauchbar werden und nur innerhalb eines eng begrenzten Wassergehaltsbereichs (steif-halbfeste Konsistenz, $I_c \approx 1$) verdichtbar.

Bindige Böden sollten nur zur Geländeandeckung herangezogen und nicht in Bereichen mit Lastabtrag eingebaut werden, da hierzu meist erhöhter wirtschaftlicher Aufwand notwendig wird.

Bindige Böden von breiig-weicher Konsistenz sowie aufgeweichte oder durchnässte nichtbindige Böden sind nicht verdichtbar und dürfen nicht wieder eingebaut werden, da dies langfristig zu Setzungen führen wird. Der Wiedereinbau bindiger Aushubböden von weicher Konsistenz ist grundsätzlich nur nach entsprechender Konditionierung mit Kalk bzw. Kalk-Zement-Mischbindern zur Reduzierung des Wassergehalts möglich. Die sachgerechte Verdichtung erfordert auch bei günstigen Einbauwassergehalten den Einsatz geeigneter, auf die stark bindige Ausbildung der Böden abgestimmter Gerätschaften (z. B. Schafffußwalze, abschließende Übergänge mit Glattmantelwalze).

Die Böden, die für den späteren Wiedereinbau verwendet werden sollen, sind durch geeignete Maßnahmen (z. B. Abdecken mit Planen oder Folien, Zwischenlagerung auf abgewalzten Halden) gegen Witterungseinflüsse (Durchfeuchtung oder Austrocknung) zu schützen.

Sofern zusätzlich Fremdmaterial eingebaut werden muss, empfehlen wir die Verwendung von gut verdichtbaren, grob- bzw. gemischtkörnigen, gut kornabgestuften Erdstoffen der Bodengruppen SU, GU, SW, GW (z. B. Sandsteinbruch, Kies-Sand, Hartsteinmaterial oder güteüberwachtes Recyclingmaterial der Lieferkörnung 0/45, 0/56 oder 0/100 oder vergleichbares).

Im Rahmen der Erdarbeiten ist grundsätzlich auf eine hinreichende Entwässerungsmöglichkeit des jeweiligen Arbeitsplanums (Längs- bzw. Quergefälle, Entwässerungsgräben) zu achten. Die allgemeinen Empfehlungen und Richtlinien zum Schutz des Erdplanums vor Witterungseinflüssen (z. B. ZTV E-StB 17) sind zu beachten.

Hinweis

Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf die bodenmechanischen Eigenschaften der Aushubböden. Um Aufschluss über die Verwertungsmöglichkeiten geben zu können, ist eine orientierende Deklarationsanalyse nach LAGA Tab.II.1.2-4/5 erforderlich.

6 Empfehlungen zum Straßenbau / Bodenverbesserung

Allgemeine Hinweise und Empfehlungen zu Bodenverbesserungen sind in Anhang A beigefügt.

Bei Erdarbeiten im Bereich von Verkehrswegen müssen die in der ZTV E-StB 17, Tabelle 2 genannten, bodenartspezifischen Verdichtungsanforderungen eingehalten werden.

Gleichermaßen muss entsprechend der ZTV E-StB 17 auf dem Planum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ dauerhaft erreicht werden, welches bei Berücksichtigung des Ausführungsvorschlags aus Kapitel 4 gut zu erreichen ist.

Die Einschätzung der Tragfähigkeit des Erdplanums von Verkehrsflächen im Rahmen der geotechnischen Baugrunduntersuchung ist schwierig und kann im Vorfeld nur abgeschätzt werden, gleichzeitig ist die Bestimmung der Tragfähigkeit des Erdplanums eine wichtige Aufgabenstellung im Rahmen der Straßenplanung, um gegebenenfalls erforderliche Mehrdicken zur Herstellung ausreichend tragfähiger Unterbauten benennen zu können.

Zur Herstellung eines den Anforderungen der RStO 12 / ZTV E-StB 17 genügenden Erdplanums sollte aus diesem Grund im Rahmen der Ausschreibung ein Bodenaustausch mit grobkörnigem Material oder eine Bodenverbesserung mit Kalk-Zement Mischbindern aufgeführt werden.

Grundsätzlich ist zu empfehlen, die erreichbaren Tragfähigkeiten zu Beginn der Baumaßnahme mittels statischer Plattendruckversuche nach DIN 18134 auf entsprechend angelegten Testfeldern (nachverdichtetes Planum) zu überprüfen, um gegebenenfalls die lokal erforderlich werdende zusätzliche Maßnahmen festlegen zu können. Da die Verdichtbarkeit der anstehenden Böden wesentlich von ihrem Wassergehalt abhängt, ist das Erfordernis derartiger Zusatzmaßnahmen generell stark witterungsabhängig.

Straßenoberbau

Nach den Aufschlussresultaten stehen im Bereich des Erdplanums Böden der Frostempfindlichkeitsklassen **F3, die nach Bodenverbesserung F2** zuzuordnen sind, an.

Nach der RStO 12, Tabelle 6 ist für die Verkehrswege der Belastungsklasse Bk1,0 auf F3-Untergrund eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus von **60 cm** erforderlich, bei Einstufung in die Belastungsklasse Bk10 eine Stärke von **65 cm** – die Vorgaben der RStO sind entsprechend der tatsächlichen Belastung zu wählen.

FROSTSICHERE BODENVERFESTIGUNG

Im Falle von flächigen Bodenverbesserungsmaßnahmen über Bindemittel kann auch eine frostsichere Bodenverfestigung durchgeführt werden. Hierdurch kann der frostsichere Oberbau aus sonst bspw. F1-Schotter entweder stark reduziert oder gänzlich ersetzt werden. Durch oftmals zu hohe Fehlertoleranzen in der Praxis bzgl. der fertigen Höhen wird jedoch hier bspw. eine Ausgleichsschicht von ca. 15 cm Schotter unter der Asphalt- oder Betondecke empfohlen.

Die frostbeständige Bodenverfestigung ist nach dem Fertigerprinzip herzustellen. Bei diesem Bauverfahren werden Spezialfräsen in Kombination mit Misch- und Dosiergeräten für die Bodenaufbereitung eingesetzt, welche die Arbeitsphasen Fräsen (40-50 cm) und Aufnehmen des Bodens, Zerkleinern und Homogenisieren, Einmischen des Bindemittels und des Zugabewassers mit dosierter Steuerung, Absetzen des fertigen Boden-Bindemittel-Gemisches in sich vereinigen.

Auf eine besonders sorgfältige Einarbeitung des Bindemittels und Homogenisierung des Boden-Bindemittel-Gemisches ist unbedingt zu achten. Dabei ist der Boden so aufzureißen und zu zerkleinern, dass abgesehen von Kies- bzw. Steinanteilen augenscheinlich $\geq 80\%$ der Bodenklumpen < 8 mm sind.

Verfestigungen sind im frischen Zustand in Querrichtung und bei Einbaubreiten über 8 m auch in Längsrichtung durch mindestens eine Kerbe zu unterteilen. Die Kerbtiefe muss mindestens 35 % der Einbaudicke betragen.

Unter Fahrbahndecken aus Beton sind Querkerben anzuordnen, wenn die Verfestigung unmittelbare Unterlage ist. Die Lage der Quer- und Längskerben in der Verfestigung muss mit den Quer- und Längsfugen der Betondecke übereinstimmen.

Wurde eine hydraulische Verfestigung im frischen Zustand nicht gekerbt, ist die Einleitung einer gezielten Rissbildung zu prüfen oder eine Trennung der Konstruktionsschichten, z.B. über ein Geotextil, herbeizuführen.

Verfestigungen sind auch unter Asphaltsschichten zu kerben, und zwar in Querrichtung, wenn ihre Einbaudicke 20 cm überschreitet und die Gesamteinbaudicke der Asphaltsschichten ≤ 14 cm beträgt. Bei derart dünnen Asphaltdecken darf der Abstand der Querkerben nicht mehr als 2,5 m betragen. Längskerben sind nur in den vorgenannten Fällen und bei Einbaubreiten über 8 m vorzusehen.

7 Schlussbemerkung

Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist der vorliegende geotechnische Bericht nur in seiner Gesamtheit verbindlich. Änderungen in den Bearbeitungsunterlagen und vom Bericht abweichende Bauausführungen bedürfen deshalb stets der Überprüfung und der Zustimmung des Gutachters. Auszugsweise Vervielfältigungen dieses Berichts bedürfen der Zustimmung des Unterzeichners.

Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabstände zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, so dass Abweichungen in Bezug auf Schichtmächtigkeit, Ausbildung sowie Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der aufgeschlossenen Bodenschichten zwischen den Aufschlusspunkten nicht generell ausgeschlossen werden können. Insbesondere sind jahreszeitlichen Schwankungen unterliegende Grund- und Schichtwasserzuflüsse nicht auszuschließen. Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH behält sich daher eine Überprüfung der Gründungssituation im Zuge einer förmlichen Abnahme der Aushub- und Gründungssohlen (nach DIN 4020 gefordert), gegebenenfalls auch ergänzende Ausführungshinweise vor.

Wird im Zuge der Erdarbeiten ein anderer als im vorliegenden Bericht dargestellter Aufbau des Untergrunds angetroffen, ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen und durch die ICP mbH eine Bestandsaufnahme vor Ort durchzuführen.

Der geotechnische Bericht gilt für das angegebene Objekt nur im Zusammenhang mit den Projektdaten. Eine Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf andere Projekte ist ohne Zustimmung der Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH nicht zulässig.

Bei Unsicherheiten/Unklarheiten oder der Gefahr der Fehlinterpretation ist der Gutachter heranzuziehen.

ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH



Frank Neumann
(Dipl.-Geologe/Berat. Geowissenschaftler)

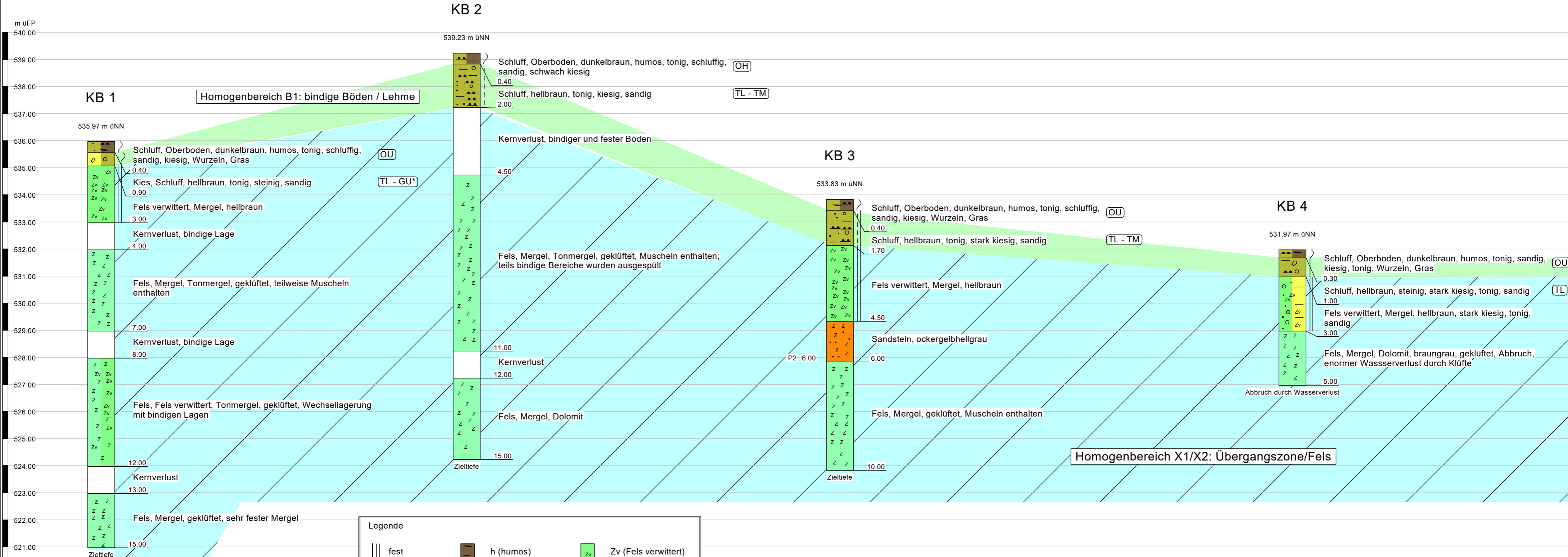
gez.
Pascal Begon
(B.Eng., B.Sc. UGW)



Legende

- RB Kleinrammbohrung
DN 80/60
- KB Kernbohrung DN120
- BS Baggerschurf
- DPH Schwere Rammsondierung

Objekt	TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion
Proj.-Nr.	SB23048
Aufschlussdatum	29.03.-01.04. / 06.04.2023
Maßstab	schematisch
Anlage	1
Bearbeiter	PB



Legende

	fest		h (humos)		Zv (Fels verwittert)
	halbfest		U (Schluff)		^s (Sandstein)
	steif - halbfest		Z (Fels)		
	steif				
	weich - steif				
	weich				

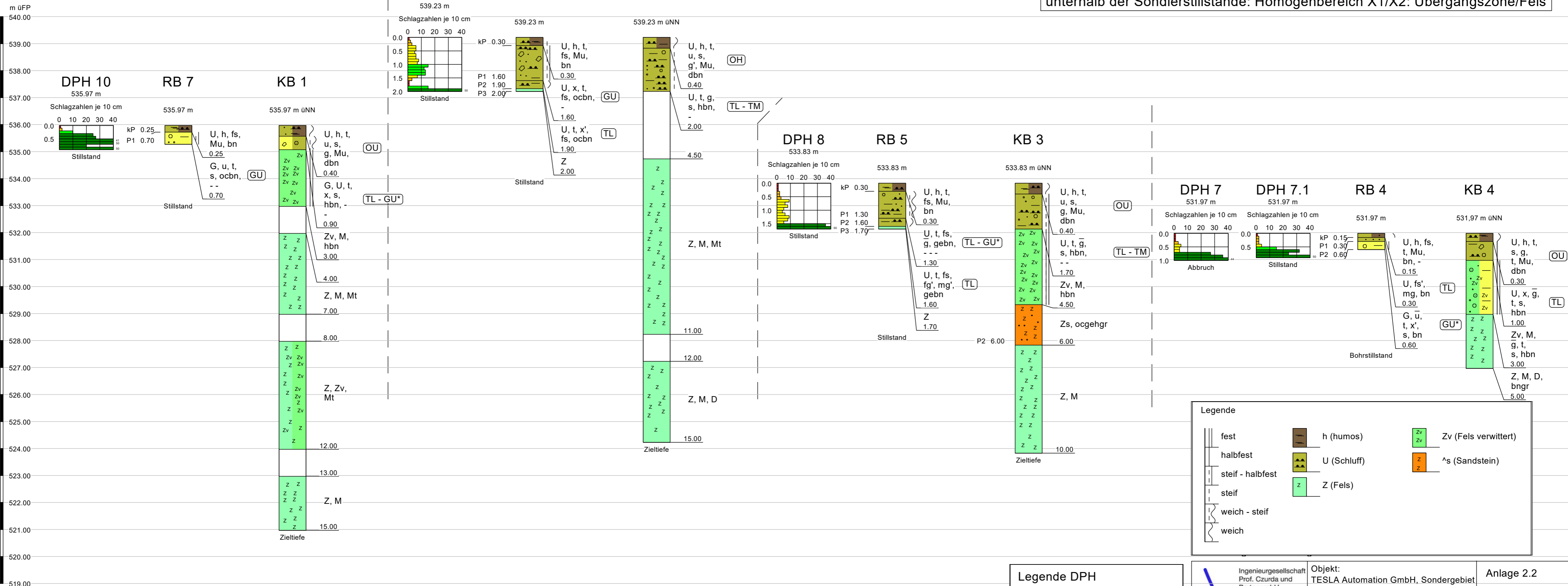
KERNBOHRUNGEN

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: TESLA Automation GmbH Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion	Anlage 2.1 zu Bericht Nr.: SB23048
	Baugrunduntersuchung	Bohrprofile
	Höhenmaßstab: 1: 100	Dat.: 03./04.2023
		Bearb.: PB

oberen 1 - 2 m: Homogenbereich B1: bindige Böden / lehme

unterhalb der Sondierstillstände: Homogenbereich X1/X2: Übergangszone/Fels



ABTRAGSBEREICH

KERNBOHRUNGEN + RAMM-Bohrungen und -Sondierungen

Legende DPH

	sehr locker / breiig-weich
	locker / weich
	mitteldicht / steif
	dicht / halbfest
	sehr dicht / fest

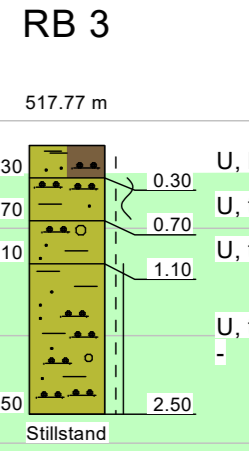
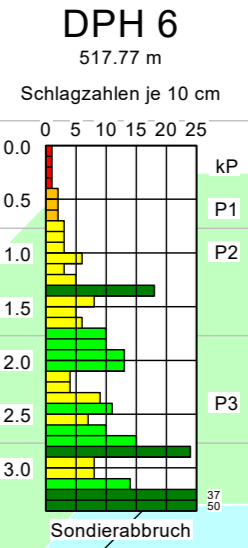
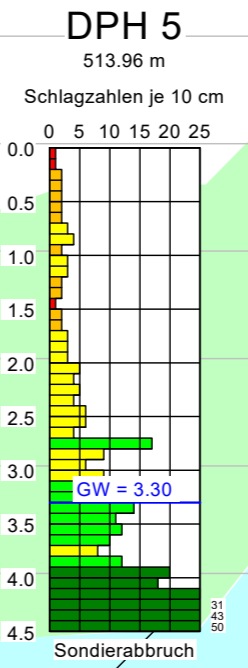
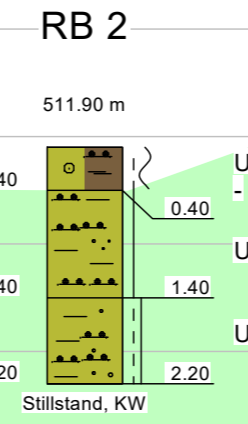
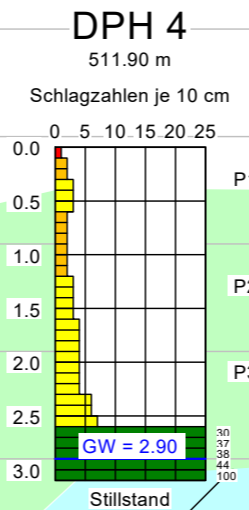
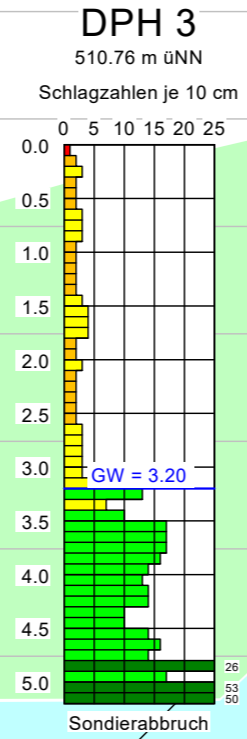
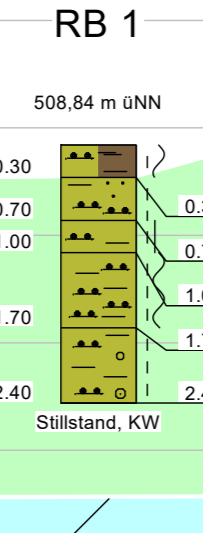
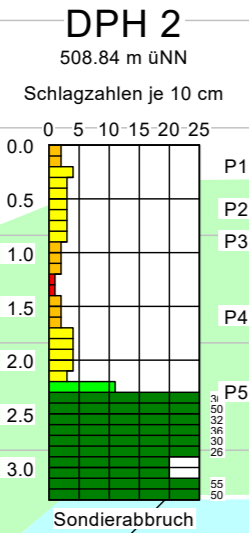
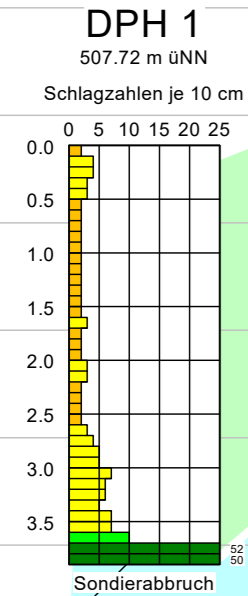
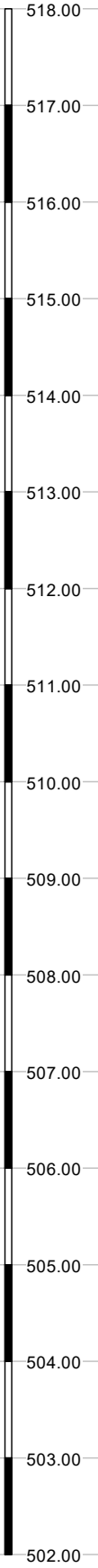
 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurdra und Partner mbH Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion	Anlage 2.2 zu Bericht Nr.: SB23048
	Baugrunduntersuchung Bohrprofile Höhenmaßstab: 1: 100	Dat.: 03./04.2023 Bearb.: PB

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten bei den durchgeführten Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe nur bei DPH 3, 4 und 5 nachgewiesen.

SüdOsten

NordWesten

m üFP



Homogenbereich B1: bindige Böden / Lehme

Auffüllungen / Parkplatz ->

<- Feldweg / B410

Homogenbereich X1/X2: Übergangszone/Fels

Legende

halbfest	h (humos)	Zv (Fels verwittert)
steif - halbfest	U (Schluff)	^s (Sandstein)
steif	Z (Fels)	
weich - steif		

AUFTRAGSBEREICH

RAMM-Bohrungen und -Sondierungen

Legende DPH

sehr locker / breiig-weich
locker / weich
mitteldicht / steif
dicht / halbfest
sehr dicht / fest

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH ICP Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: TESLA Automation GmbH Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion	Anlage 2.3 zu Bericht Nr.: SB23048
	Bohrprofile Höhenmaßstab: 1: 70	Dat.: 03./04.2023 Bearb.: PB

m üFP
534.00
533.00
532.00
531.00
530.00
529.00
528.00
527.00
526.00
525.00
524.00

Westen

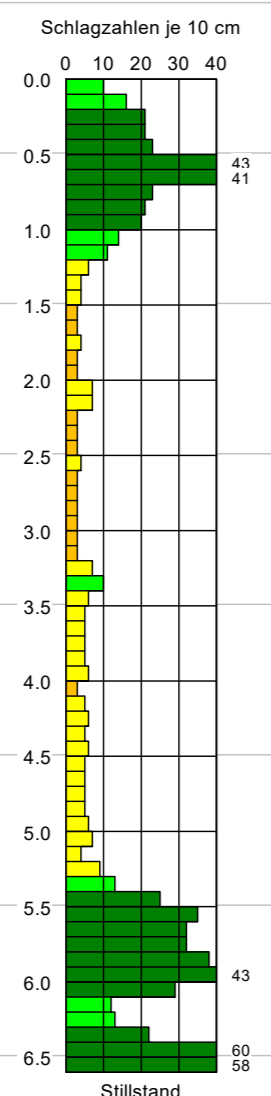
obere Ebene

untere Ebene

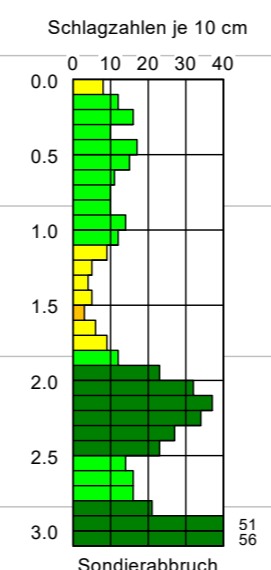
Osten

Westen

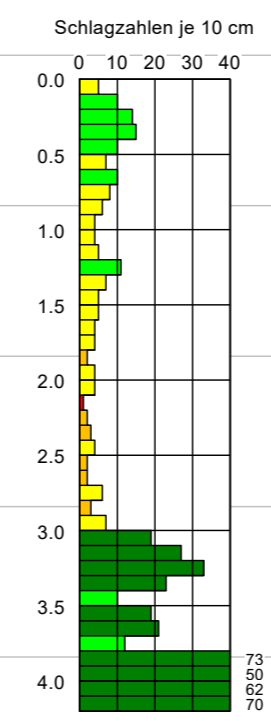
DPH 11
530.49 m



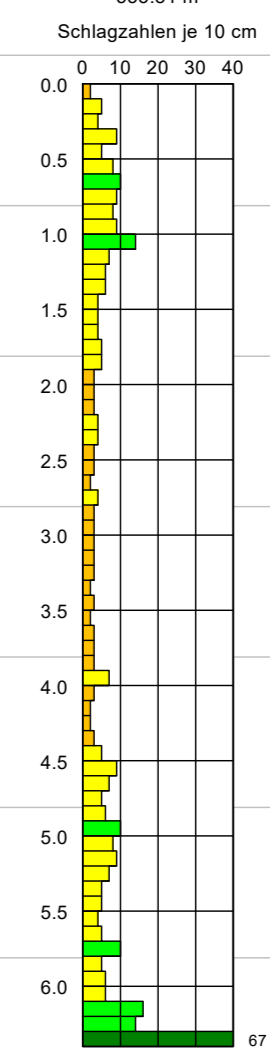
DPH 12
530.84 m



DPH 13
533.84 m



DPH 14
533.81 m




HINWEIS
In Auffüllungen sind Felsblöcke von >0,5 m³ eingebaut worden.
Sondierstillstand oder Abbruch bei hohen Schlagzahlen, ist daher nicht zwingend auf die Felsübergangszone zurückzuführen!

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

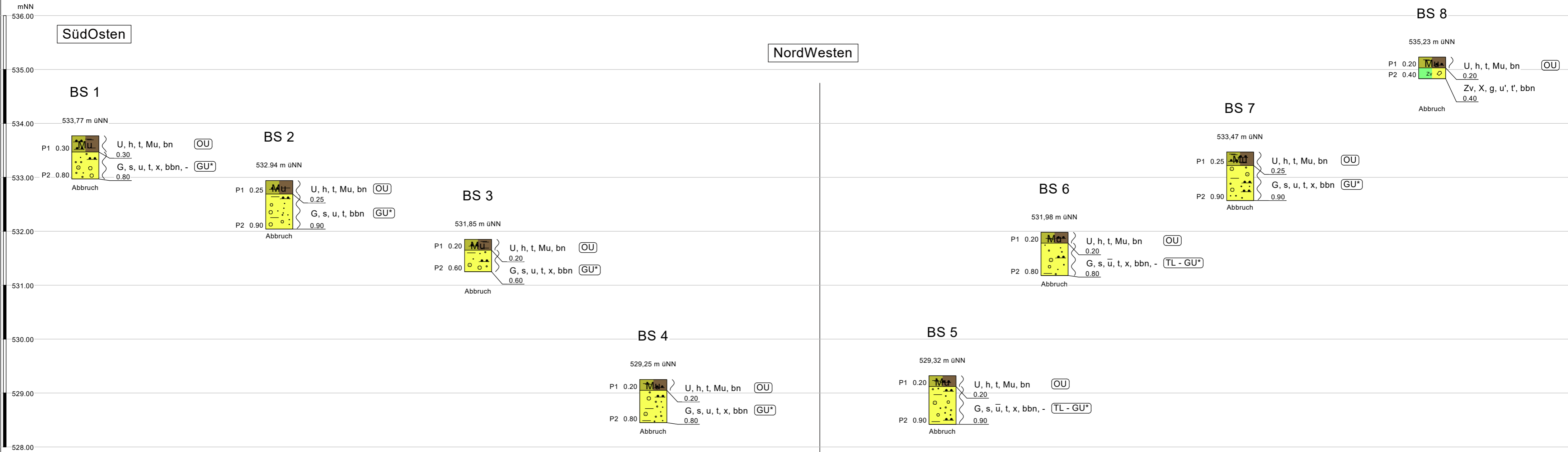
PARKPLATZ
RAMM-Sondierungen

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH ICP Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: TESLA Automation GmbH Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion	Anlage 2.4 zu Bericht Nr.: SB23048
	Bohrprofile Höhenmaßstab: 1: 50	Dat.: 03./04.2023 Bearb.: PB

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten bei den durchgeführten Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachgewiesen.

SüdOsten



Alle Schürfe endeten in schwer löslichen Tiefen (2,8 t Bagger)

ABTRAGSBEREICH

Baggerschürfe

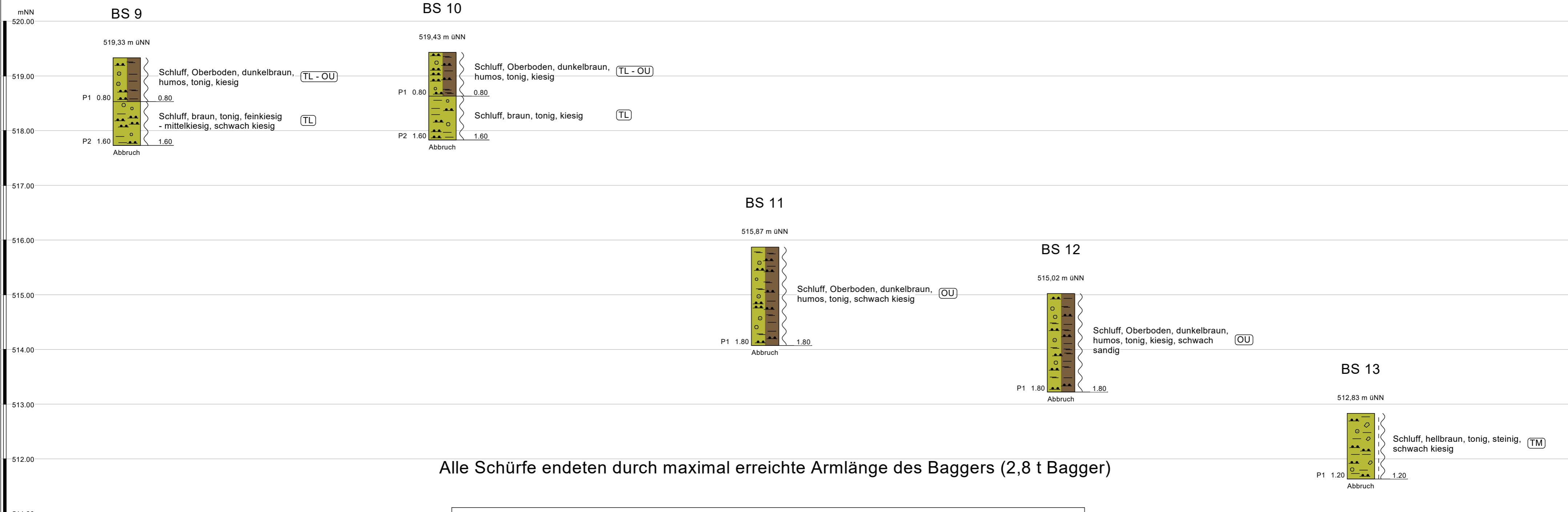
Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

	Objekt: TESLA Automation GmbH Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion	Anlage 2.5
	Bohrprofile	zu Bericht Nr.: SB23048
Höhenmaßstab: 1: 50	Dat.:03./04.2023	Bearb.: PB

Grund-, Schicht- oder Stauwasser wurde zum Zeitpunkt der Feldarbeiten bei den durchgeführten Aufschlüssen bis zur jeweiligen Endteufe nicht nachgewiesen.

NordWesten

SüdOsten



Alle Schürfe endeten durch maximal erreichte Armlänge des Baggers (2,8 t Bagger)

AUFTRAGSBEREICH - ehemals RRB

Baggerschürfe

Darstellung in x-Richtung unmaßstäblich!

 Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH ICP Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel. (06561) 18824 Fax 942558	Objekt: TESLA Automation GmbH Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion	Anlage 2.6
	Bohrprofile	Dat.:03./04.2023
Höhenmaßstab: 1: 50	Bearb.: PB	zu Bericht Nr.: SB23048

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung KB 4 / Blatt: 1	Höhe: 531,97 m üNN	Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.30	a) Schluff, humos, tonig, sandig, kiesig, tonig, Wurzeln, Gras				DN120 feucht			
	b)							
	c) weich	d)	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
1.00	a) Schluff, steinig, stark kiesig, tonig, sandig				DN 120 schwach feucht			
	b)							
	c) halbfest	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h) TL	i)				
3.00	a) Fels verwittert, Mergel, stark kiesig, tonig, sandig				DN 120 sehr schwach feucht			
	b)							
	c) fest	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h)	i)				
5.00	a) Fels, Mergel, Dolomit, geklüftet, Abbruch, enormer Wasserverlust durch Klüfte				DN 120			
	b)							
	c)	d)	e) braungrau					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung KB 1 / Blatt: 1	Höhe: 535.97 m üNN	Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.40	a) Schluff, humos, tonig, schluffig, sandig, kiesig, Wurzeln, Gras				DN120 feucht			
	b)							
	c) weich	d)	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
0.90	a) Kies, Schluff, tonig, steinig, sandig				DN 80 - DN 60			
	b)							
	c) weich - steif	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h) TL-GU*	i)				
3.00	a) Fels verwittert, Mergel				DN 80 - DN 60			
	b)							
	c) fest	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h)	i)				
4.00	a) , Kernverlust, bindige Lage				DN 120			
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
7.00	a) Fels, Mergel, Tonmergel, geklüftet, teilweise Muscheln enthalten				DN 120			
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung KB 1 / Blatt: 2	Höhe: 535.97 m üNN	Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
8.00	a) , Kernverlust, bindige Lage				DN 120			
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
12.00	a) Fels, Fels verwittert, Tonmergel, geklüftet, Wechsellagerung mit bindigen Lagen				DN 120			
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
13.00	a) , Kernverlust				DN 120			
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
15.00	a) Fels, Mergel, geklüftet, sehr fester Mergel				DN 120			
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung KB 2 / Blatt: 1	Datum: 03./04.2023
---------------------------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.40	a) Schluff, humos, tonig, schluffig, sandig, schwach kiesig			DN 80 - DN 60				
	b)							
c) weich	d)	e) dunkelbraun						
f) Oberboden	g)	h) OH	i)					
2.00	a) Schluff, tonig, kiesig, sandig			DN 80 - DN 60				
	b)							
c) steif	d)	e) hellbraun						
f)	g)	h) TL - TM	i)					
4.50	a) , Kernverlust, bindiger und fester Boden			DN 120				
	b)							
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					
11.00	a) Fels, Mergel, Tonmergel, geklüftet, Muscheln enthalten; teils bindige Bereiche wurden ausgespült			DN 120				
	b)							
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					
12.00	a) , Kernverlust			DN 120				
	b)							
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung KB 2 / Blatt: 2	Höhe: 539.23 m üNN Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
15.00	a) Fels, Mergel, Dolomit				DN 120			
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung KB 3 / Blatt: 1	Höhe: 533.83 m üNN	Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.40	a) Schluff, humos, tonig, schluffig, sandig, kiesig, Wurzeln, Gras				DN120 feucht			
	b)							
	c) weich	d)	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
1.70	a) Schluff, tonig, stark kiesig, sandig				DN120			
	b)							
	c) steif - halbfest	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h) TL - TM	i)				
4.50	a) Fels verwittert, Mergel				DN120			
	b)							
	c) fest	d)	e) hellbraun					
	f)	g)	h)	i)				
6.00	a) Sandstein				DN 120		P2	6.00
	b)							
	c)	d)	e) ockergelbhellgr au					
	f)	g)	h)	i)				
10.00	a) Fels, Mergel, geklüftet, Muscheln enthalten				DN 120			
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung RB 7 / Blatt: 1	Höhe: 535.97 m Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.25	a) Schluff, torfig, feinsandig			DN 80 - DN 60				
	b)				DN 80 - DN 60; Stillstand schwach feucht		P1	0.70
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun					
	f) Oberboden	g)	h)	i)				
0.70	a) Kies, schluffig, tonig, sandig			DN 80 - DN 60; Stillstand schwach feucht			P1	0.70
	b)				DN 80 - DN 60; Stillstand schwach feucht		P1	0.70
	c) steif - halbfest	d) schwer zu bohren sehr schwer zu bo	e) ockerbraun					
	f)	g)	h) GU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung RB 6 / Blatt: 1	Höhe: 539.23 m Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.30	a) Schluff, humos, tonig, feinsandig			DN 80 - DN 60				
1.60	a) Schluff, steinig, tonig, feinsandig			DN 80 - DN 60 feucht			P1	1.60
1.90	a) Schluff, tonig, schwach steinig, feinsandig			DN 80 - DN 60 feucht			P2	1.90
2.00	a) Fels			DN 80 - DN 60; Stillstand sehr schwach feucht			P3	2.00
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung RB 5 / Blatt: 1	Höhe: 533.83 m Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Art	Nr		Tiefe in m (Unter- kante)		
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt						
0.30	a) Schluff, humos, tonig, feinsandig						DN 80 - DN 60		kP
	b)								
	c)	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun						
	f) Oberboden	g)	h)	i)					
1.30	a) Schluff, tonig, feinsandig, stark kiesig					DN 80 - DN 60		P1	1.30
	b)								
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) gelbbraun						
	f)	g)	h) TL-GU*	i)					
1.60	a) Schluff, tonig, feinsandig, schwach feinkiesig, schwach mittelkiesig					DN 80 - DN 60		P2	1.60
	b)								
	c) weich	d) mäßig schwer zu bohren	e) gelbbraun						
	f)	g)	h) TL	i)					
1.70	a) Fels					DN 80 - DN 60 Stillstand		P3	1.70
	b)								
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e)						
	f)	g)	h)	i)					
	a)								
	b)								
	c)	d)	e)						
	f)	g)	h)	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung RB 4 / Blatt: 1	Höhe: 531.97 m	Datum: 03./04.2023
--------------------------------	----------------	-----------------------

1	2	3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe			
0.15	a) Schluff, humos, feinsandig, tonig b) c) weich - steif d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) Oberboden g) h) i)			DN 80 - DN 60	kP	0.15
0.30	a) Schluff, schwach feinsandig, mittelmäßig b) c) steif d) mäßig schwer zu bohren e) braun f) g) h) TL i)			DN 80 - DN 60	P1	0.30
0.60	a) Kies, stark schluffig, tonig, schwach steinig, sandig b) c) halbfest d) sehr schwer zu bohren e) braun f) g) h) GU* i)			DN 80 - DN 60	P2	0.60
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)					
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung RB 1 / Blatt: 1	Höhe: 508,84 m üNN Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben					
c) Beschaffenheit nach Bohrgut		d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang		e) Farbe			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)			
f) Übliche Benennung		g) Geologische Benennung ¹⁾		h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt							
0.30	a) Schluff, humos, tonig, schwach kiesig, schwach sandig			b)						DN 80, Gras, Wurzeln feucht		P1
c) weich - steif		d) leicht zu bohren mäßig schwer zu b		e) braun								
f) Oberboden		g)		h)	i)							
c) steif		d) mäßig schwer zu bohren		e) braun								
0.70	a) Schluff, tonig, schwach feinsandig, feinkiesig			b)		DN 80 - DN 60 kleine Wurzeln feucht		P2	0.70			
c) steif		d) mäßig schwer zu bohren		e) braun								
f)		g)		h) TL	i)							
c) steif - halbfest		d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu		e) hellbraun								
1.00	a) Schluff, tonig			b)		DN 80 - DN 60 feucht		P3	1.00			
c) steif - halbfest		d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu		e) hellbraun								
f)		g)		h) TM	i)							
c) steif		d) mäßig schwer zu bohren		e) hellbraun								
1.70	a) Schluff, tonig			b)		DN 80 - DN 60 feucht		P4	1.70			
c) weich - steif		d) mäßig schwer zu bohren		e) hellbraun								
f)		g)		h) TM	i)							
c) steif		d) sehr schwer zu bohren		e) hellbraun								
2.40	a) Schluff, tonig, mittel kiesig			b)		DN 80 - DN 60 feucht		P5	2.40			
c) steif		d) sehr schwer zu bohren		e) hellbraun								
f)		g)		h) TM	i)							
c) steif		d) sehr schwer zu bohren		e) hellbraun								

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung RB 2 / Blatt: 1	Höhe: 511.90 m Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
0.40	a) Schluff, humos, tonig, kiesig			DN 80 - DN 60 Gras, Wurzeln feucht				
	b)							
	c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
1.40	a) Schluff, tonig, schwach sandig			DN 80 - DN 60 feucht			P2	1.40
	b)							
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) hellbraun					
	f)	g)	h) TL - TM	i)				
2.20	a) Schluff, tonig, schwach sandig			DN 80 - DN 60 feucht			P3	2.20
	b)							
	c) steif - halbfest	d) sehr schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h) TL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung RB 3 / Blatt: 1	Höhe: 517.77 m	Datum: 03./04.2023
--------------------------------	----------------	-----------------------

1	2	3	4	5	6					
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾						Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe							
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt						
0.30	a) Schluff, humos, tonig, feinsandig			DN 80 - DN 60 feucht			kP 0.30			
b)										
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braun								
f) Oberboden	g)	h)	i)							
0.70	a) Schluff, tonig, feinsandig, schwach kiesig			DN 80 - DN 60 feucht			P1 0.70			
b)										
c) weich - steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) ockerbraun								
f)	g)	h) TL	i)							
1.10	a) Schluff, tonig, stark kiesig, feinsandig			DN 80 - DN 60; Auffüllung feucht			P2 1.10			
b)										
c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) ockerbraun								
f)	g)	h) TL	i)							
2.50	a) Schluff, tonig, kiesig, feinsandig			DN 80 - DN 60; Stillstand schwach feucht			P3 2.50			
b)										
c) steif - halbfest	d) schwer zu bohren	e) graubraun								
f)	g)	h) TL-GU*	i)							
	a)									
	b)									
	c)	d)	e)							
	f)	g)	h)							i)

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	----------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 1 / Blatt: 1	Höhe: 533,77 m üNN Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.30	a) Schluff, humos, tonig				DN 80, Wurzeln,Gras		P1	0.30
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
0.80	a) Kies, sandig, schluffig, tonig, steinig				DN 80		P2	0.80
	b)							
	c) weich	d) mäßig schwer zu bohren - schwer zu	e) beigebraun					
	f)	g)	h) GU*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 2 / Blatt: 1	Höhe: 532.94 m üNN Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.25	a) Schluff, humos, tonig				DN 80, Wurzeln,Gras			
b)								
c) weich	d) sehr leicht zu bohren	e) braun						
f) Oberboden	g)	h) OU	i)					
0.90	a) Kies, sandig, schluffig, tonig				DN 80		P2	0.90
b)								
c) weich	d)	e) beigebraun						
f)	g)	h) GU*	i)					
	a)							
b)								
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					
	a)							
b)								
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					
	a)							
b)								
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 3 / Blatt: 1	Höhe: 531,85 m üNN	Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.20	a) Schluff, humos, tonig b) c) weich d) e) braun f) Oberboden g) h) OU i)				DN 80, Wurzeln,Gras		P1	0.20
0.60	a) Kies, sandig, schluffig, tonig, steinig b) c) weich d) e) beigebraun f) g) h) GU* i)				DN 80		P2	0.60
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)							
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)							
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 4 / Blatt: 1	Datum: 03./04.2023
--------------------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Wasserführung			
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt	Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges			
0.20	a) Schluff, humos, tonig			DN 80, Wurzeln,Gras			P1	0.20
	b)							
	c) weich	d)	e) braun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
0.80	a) Kies, sandig, schluffig, tonig, steinig			DN 80			P2	0.80
	b)							
	c)	d)	e) beigebraun					
	f)	g)	h) GU*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 5 / Blatt: 1	Höhe: 529,32 m üNN Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.20	a) Schluff, humos, tonig				DN 80, Wurzeln,Gras			
b)								
c) weich	d)	e) braun						
f) Oberboden	g)	h) OU	i)					
0.90	a) Kies, sandig, stark schluffig, tonig, steinig				DN 80		P2	0.90
b)								
c) weich	d)	e) beigebraun						
f)	g)	h) TL-GU*	i)					
	a)							
b)								
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					
	a)							
b)								
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					
	a)							
b)								
c)	d)	e)						
f)	g)	h)	i)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 6 / Blatt: 1	Höhe: 531,98 m üNN	Datum: 03./04.2023
---------------------------------------	--------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.20	a) Schluff, humos, tonig				DN 80, Wurzeln,Gras		P1	0.20
	b)							
	c) weich	d)	e) braun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
0.80	a) Kies, sandig, stark schluffig, tonig, steinig				DN 80		P2	0.80
	b)							
	c) weich	d)	e) beigebraun					
	f)	g)	h) TL-GU*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 7 / Blatt: 1	Datum: 03./04.2023
---------------------------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.25	a) Schluff, humos, tonig				DN 80, Wurzeln,Gras		P1	0.25
	b)							
	c) weich	d)	e) braun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
0.90	a) Kies, sandig, schluffig, tonig, steinig				DN 80		P2	0.90
	b)							
	c) weich	d)	e) beigebraun					
	f)	g)	h) GU*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 8 / Blatt: 1	Höhe: 535,23 m üNN	Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.20	a) Schluff, humos, tonig				DN 80, Wurzeln,Gras		P1	0.20
	b)							
	c) weich	d)	e) braun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
0.40	a) Fels verwittert, Steine, kiesig, schwach schluffig, schwach tonig				DN 80		P2	0.40
	b)							
	c)	d)	e) beigebraun					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 9 / Blatt: 1	Höhe: 519,33 m üNN	Datum: 03./04.2023
--------------------------------	--------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk-gehalt				
0.80	a) Schluff, humos, tonig, kiesig				DN 80, Wurzeln		P1	0.80
	b)							
	c) weich	d)	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) TL - OU	i)				
1.60	a) Schluff, tonig, feinkiesig - mittelkiesig, schwach kiesig				DN 80 Wurzel		P2	1.60
	b)							
	c) weich	d)	e) braun					
	f)	g)	h) TL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerkerten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	----------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 10 / Blatt: 1	Höhe: 519,43 m üNN Datum: 03./04.2023
---------------------------------	--

1	2				3	4	5	6				
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾		Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben					
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe		Art	Nr		Tiefe in m (Unter- kante)					
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt									
0.80	a) Schluff, humos, tonig, kiesig			b)			DN 80, Wurzeln		P1	0.80		
c) weich	d)	e) dunkelbraun										
f) Oberboden	g)	h) TL - OU	i)									
1.60	a) Schluff, tonig, kiesig			b)		DN 80 Wurzel						P2
c) weich	d)	e) braun										
f)	g)	h) TL	i)									
a)	b)			c)								
f)	g)	h)	i)									
a)	b)			c)								
f)	g)	h)	i)									

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 11 / Blatt: 1	Datum: 03./04.2023
---------------------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe						
f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt					
1.80	a) Schluff, humos, tonig, schwach kiesig			DN 80, Wurzeln				
	b)							
	c) weich	d)	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1 style="margin: 0;">Schichtenverzeichnis</h1> <p style="margin: 0;">für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 12 / Blatt: 1	Höhe: 515,02 m üNN	Datum: 03./04.2023
---------------------------------	--------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1.80	a) Schluff, humos, tonig, kiesig, schwach sandig				DN 80, Wurzeln		P1	1.80
	b)							
	c) weich	d)	e) dunkelbraun					
	f) Oberboden	g)	h) OU	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ICP mbH Johannes-Kepler-Straße 7 54634 Bitburg Tel.: 06561-18824 Fax: 06561-942558	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: SB23048 Anlage: 3
--	---	--------------------------------------

Vorhaben: TESLA Automation GmbH, Sondergebiet Technologieentwicklung, Anlagenbau und Produktion

Bohrung BS 13 / Blatt: 1	Datum: 03./04.2023
---------------------------------	-----------------------

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
1.20	a) Schluff, tonig, steinig, schwach kiesig				DN 80, Wurzeln		P1	1.20
b)								
c) weich - steif	d)	e) hellbraun						
f)	g)	h) TM	i)					
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

ANHANG A

Allgemeine Hinweise zum Erdbau (Bodenverbesserung)

Grundsätzlich ist der Untergrund vor dem Aufbringen von Erdmassen von allen ungeeigneten Bodenarten und Hindernissen (wie z.B. humushaltiger, durchwurzelter Oberboden; weiche/breiige, bindige Bodenschichten; Schlamm, Torf; Wurzelstöcke; Bauwerksreste) freizuhalten.

Der Untergrund muss eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen. Sollte die Tragfähigkeit des Untergrundes nicht ausreichend sein, ist eine Untergrundverbesserung erforderlich,

z.B. durch

- Auskoffnung und Bodenaustausch mit Böden größerer Scherfestigkeit und geringerer Zusammendrückbarkeit
- Einwalzen von Grobschotter
- Einfräsen von hydr. Bindemittel
- Einbau von zugfesten und durchlässigen Geotextilien zur Verminderung der Scherbeanspruchung des Untergrundes

Generell eignen sich für Bodenverbesserungen im Rahmen von Geländeauffüllungen nach DIN 18196:

- grobkörnige Böden mit einer maximalen Korngröße von 63 mm
→ GE, GW, GI, SE, SW, SI
- fein- und gemischtkörnige Böden:
→ SU, ST, GU, GT, SU*, ST*, GU*, GT*, UL, UM, UA, TL, TM

An den Böden muss im Rahmen einer Eignungsprüfung die Eignung für die Bodenbehandlung (in Abhängigkeit des Bindemittels) nachgewiesen werden. Die behandelten Böden sollten weitgehend homogen zur Verfügung stehen.

Der Wassergehalt sollte dabei in einem Bereich liegen, der eine steife bis halbfeste Konsistenz der zu verbessernden Böden zur Folge hat.

Böden breiiger oder weicher Konsistenz erfordern einen erhöhten Bindemittelgehalt, damit eine intensivere Bauüberwachung und bringen zudem erst zeitverzögert die erforderlichen Festigkeiten; Böden mit fester Konsistenz sind bautechnisch und im Rahmen einer Bodenverbesserung schwer zu verarbeiten – ein Einbau dieser Böden ist damit nach Möglichkeit zu vermeiden.

Böden der Bodengruppe TA (ausgeprägt plastisch) sind generell schwer zu verarbeiten und daher ungeeignet für die Verwendung in der Bodenverbesserung.

Zur Herstellung der Auffüllungen eignen sich grundsätzlich sowohl bindige Erdstoffe als auch grob- und gemischtkörnige Böden. Bereits vor dem Einbau muss das vorgesehene Material auf seine Eignung untersucht werden. Böden, die organische, quellfähige oder zersetzungsanfällige Stoffe oder grobe Gesteinsblöcke enthalten, sowie sulfathaltige Böden dürfen nicht verwendet werden.

Die Schüttung sollte aus einem homogenen Material hergestellt werden. Eine sandwichartige Bauweise ist aufgrund der dann schichtigen Sickerwasserführung und der daraus resultierenden Erosionsgefahr nicht zu empfehlen. Alternativ zum homogenen Aufbau wäre die Ausführung eines zweischichtigen Aufbaus aus körnigem und bindigem Material denkbar. Hierbei sollte im unteren Dammbereich das körnige und im oberen Teil das bindige Material eingebaut werden. Dadurch ergibt sich im unteren Teil neben einer besseren Dränierung auch eine höhere Standfestigkeit.

Feinkörnige Böden

Die Klassifizierung feinkörniger Böden erfolgt nach den plastischen Eigenschaften. Das maßgebende Kriterium ist die Plastizität. Sie wird bewertet nach dem Wassergehalt bei der Fließgrenze w_L und der Plastizitätszahl I_p

Bei **bindigem Material** ist das witterungsempfindliche Verhalten zu beachten. Ein besonders kritisches Verhalten zeigen geringplastische Ton- und Schluffböden, deren Konsistenz bei Wasseraufnahme sofort stark abnimmt und somit entsprechend tiefgründig aufweichen können. Bindige Böden müssen bei einem verdichteten Einbau meist erdbautechnisch aufbereitet werden, da die Wassergehalte weitgehend oberhalb der für die Verdichtung optimalen Werte liegen.

Ausgeprägt plastische Schluffe und Tone lassen sich aufgrund ihrer Zähigkeit nur schwer bearbeiten und verdichten. Des Weiteren können diese Böden bei Wasseraufnahme bzw. Entlastung quellen. Weiche oder breiige Böden sind als Dammbaustoff generell ungeeignet.

Aus den genannten Gründen können bindige Böden nur bei relativ trockener Witterung und bei Einbauwassergehalten im Bereich des optimalen Verdichtungswassergehaltes eingebaut werden. Die für die Verdichtung bindiger Böden optimalen Wassergehalte liegen bei Ton- und Schluffböden 2 - 4 % (Bodengruppen TL und TM) bzw. 3 - 6 % (Bodengruppe TA) unter der jeweiligen Ausrollgrenze.

Da einerseits bindige Böden im gestörten Zustand einen beachtlichen Luftgehalt haben, und da sie andererseits wegen ihrer geringen Durchlässigkeit unter der kurzfristigen Einwirkung der Verdichtungsgeräte nur schwer Wasser abgeben können, läuft die Verdichtung bindiger Böden darauf hinaus, ihren Luftporengehalt n_L auf ein möglichst geringes Maß zu reduzieren. Für die Bedingung, dass der Luftgehalt n_L mehr als 12 % beträgt (ZTVE-StB 17), liegen bindige Böden noch im verdichtbaren Bereich.

Liegt der natürliche Wassergehalt über dem für die Verdichtung optimalen Wassergehalt, können diese Böden nur dann setzungsarm und optimal verdichtet werden, wenn ihr Wassergehalt durch hydraulische Bodenverbesserungsmaßnahmen verringert wird. Die Bodenverbesserung muss dabei über die gesamte Einbauhöhe erfolgen, um durchgehend eine optimale Verdichtung des Bodens zu erzielen.

Zur Bodenverbesserung kommt eine Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln in Betracht. Hierbei wird der Wassergehalt des Bodens soweit reduziert, dass eine optimale Verdichtung möglich ist. Nach der Verdichtung weist der so verbesserte Boden auch eine erhöhte Tragfähigkeit auf.

Bei bindigem Material ist auch dessen Frostempfindlichkeit bzw. nachträgliche Anfälligkeit gegen Durchfeuchtung zu beachten. Bereits eingebaute Lagen müssen während der Baumaßnahme gegen Durchfeuchten geschützt werden.

Grobkörnige Böden

Grobkörnige Böden sind Kiese und Sande mit max 5 M -% Feinkornanteil < 0,06mm.

Der Einbau von **grobkörnigem Material** (Anteil der bindigen Bestandteile unter ca. 7 M.-%) ist im Gegensatz zu den oben beschriebenen bindigen Böden unproblematisch, da der Einbau meist ohne Bodenverbesserungsmaßnahmen witterungsunabhängig erfolgen kann. Hinzu kommt, dass dieses Material einen relativ hohen Reibungswinkel hat. Ist das Material entsprechend stark durchnässt muss aber auch hier eine Stabilisierung mit hydraulischem Bindemittel erfolgen.

Gemischtkörnige Böden

Gemischtkörnige Böden sind Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemische mit einem Feinkornanteil 0,06 mm zwischen 5 M -% und 40 M -%.

Bei **gemischtkörnigem Material** richtet sich die Eignung nach dem maßgeblich wirksamen Hauptbestandteil. Bilden die grobkörnigen Komponenten ein Korngerüst und das bindige Zwischenmittel füllt lediglich die Porenräume aus („Korn-zu-Korn-Kontakt“), so gelten die Angaben für grobkörnige Böden. Allgemein kann man davon ausgehen, dass dies bis zu einem Anteil der bindigen Bestandteile von 15 M.-% der Fall ist. Allerdings weist auch hier der bindige Anteil witterungsabhängiges Verhalten auf, das mit zunehmendem Anteil bestimmender wird. Für gemischtkörnige Böden mit einem bindigen Anteil über 15 M.-%, d.h. die Kieskörner sind ohne direkten Kontakt eingebettet, gelten daher die Angaben für bindige Böden.

Bedingt geeignete Böden (nach DIN 18196) und Baustoffe

- ausgeprägt plastische Tone, soweit sie weiche bis steife Konsistenz haben und ausreichend zerkleinert werden können → TA
- gemischt körnige Boden mit Steinen über 63 mm, sofern diese aussortiert oder bei angewittertem Zustand zerkleinert werden können
- Boden mit organischen Beimengungen und organogene Boden
- Boden mit wechselhafter Zusammensetzung oder Beschaffenheit
- Rezyklierte und industriell hergestellte Gesteinskörnungen
- veränderlich feste Gesteine (Schluff- und Tonsteine), wenn sie sich ausreichend zerkleinern lassen und einen für die Verdichtung ausreichenden Wassergehalt (Reduzierung des Luftporenanteils) aufweisen.

Ungeeignete Böden

Ungeeignet sind Böden, die mit hohen Bindemittelgehalten und den üblichen Geräten nicht wesentlich verbessert (Einbaubarkeit, Verdichtbarkeit) oder ausreichend verfestigt (Tragfähigkeit, Frostbeständigkeit) werden können.

- ausgeprägt plastische Tone mit halbfester bis fester Konsistenz → TA
- veränderlich feste Gesteine (Schluff- und Tonsteine), wenn sie sich nicht ausreichend zerkleinern lassen
- organische Böden

Natürliche und künstliche Gesteinskörnungen und RC-Baustoffe

Natürliche Gesteinskörnungen werden nach DIN 18196 anhand der Korngrößenverteilung klassifiziert. Bei künstlichen Gesteinskörnungen und RC-Baustoffen müssen die umweltrelevanten Anforderungen und wasserwirtschaftlichen Auflagen beachtet werden. Diese sind u. a. geregelt in: RuA-StB, RuVA-StB, TL Gestein.

Sulfateinfluss

Bedingt durch chemische Reaktionen der Sulfate und Sulfite (Pyrit) mit dem freien Calcium aus dem Kalk oder Zement (oder von beiden Bestandteilen im Mischbindemittel) kann durch Quellhebungen das Bauwerk zerstört werden. Dabei entstehen Volumendehnungen von 10 – 30% bei Quelldrücken von bis zu 5 MPa durch Ettringit- oder Thumasitaufwuchs.

Kritisch sind prinzipiell alle sulfathaltigen Boden oder Wasser, Pyrit, Gips und Anhydrit in der Verbindung mit freiem Calcium bei einem pH-Wert >10,5.

Bewertungskriterien für anstehende Böden

- keine Gefährdung: elektrische Leitfähigkeit des Bodensättigungsextraktes < 200 μ S/cm
- geringe Gefährdung: Sulfatgehalt 3.000 - 5.000 ppm
- Mittlere bis hohe Gefährdung: Sulfatgehalt 5.000 - 8.000 ppm
- Boden für Bodenbehandlung ungeeignet: Sulfatgehalt > 8.000 ppm

Bei kritischen Bodenarten sollte immer eine mineralogische Untersuchung des Bodens erfolgen, um eine Gefährdung des Bauwerks auszuschließen.

Einbau-/Verdichtungsanforderungen

Alle bindigen Erdstoffe sind mit einem Verdichtungsgrad von mind. $D_{Pr} \geq 98$ einzubauen. Für die Ausführung der Arbeiten und die Prüfung der geforderten Verdichtungsqualität gelten die entsprechenden Ausführungen der ZTV E-StB 17. Hierzu sind Dichtebestimmungen und Proctorversuche erforderlich. Bei der Durchführung von Dichteprüfungen ist darauf zu achten, dass diese auf jeder Einbaulage durchgeführt werden, so dass gegebenenfalls rechtzeitig geeignete Maßnahmen ergriffen werden können.

Die Ebenen sind lagenweise (≤ 30 cm) mit Überprofil aufzubauen und ebenso lagenweise zu verdichten. Die einzelnen Lagen sollten immer in voller Breite eingebaut werden, die Verdichtung sollte von außen zur Mitte hin erfolgen. Auch die Böschungsbereiche sind sorgfältig zu verdichten.

Beim Einbau von witterungsempfindlichen Materialien müssen die Einbauflächen mit einem ausreichenden Quergefälle angelegt werden, damit Niederschlagswasser sofort abfließen kann. Bei längeren Arbeitspausen muss das Planum abgedeckt oder nachgearbeitet werden.

Das Auffüllungsmaterial im Gründungsbereich des Bauwerks ist im Zuge der weiteren Planung durch zuständigen Ausführungsunternehmen festzulegen. Im Vorfeld der Erdarbeiten ist das zur Verwendung kommende Material einer **Eignungsprüfung** zu unterziehen. Die Eignungsprüfungen geben Aufschluss über die Art und Menge des Bindemittels, des Wassers und Menge eventuell einzusetzender Zusatzstoffe sowie die Brauchbarkeit der für die Verwendung vorgesehenen Böden und Boden-Bindemittel-Gemische (Laborprogramm aus mehreren Laborversuchen aus einer Kombination von einaxialen Druckversuchen, CBR-Versuchen, Triaxialversuchen und Ödometerversuchen an den Ausgangsböden und den Boden-Bindemittel-Gemischen). **Diese Prüfungen erfordern einen Zeitraum von mindestens -6- Wochen und sind daher entsprechend einzuplanen! Die Eignungsprüfung hat gemäß den Technischen Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau – Teil B 11.3 „Eignungsprüfung bei Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“ (Ausgabe 2010, FGSV 591 B 11.3) zu erfolgen.**

Im Zuge des Geländeauftrages sind folgende Verdichtungsanforderungen zu erreichen:

1. Verformungsmodul pro Einbaulage
beträgt mindestens ($E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$), $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$
Steifemodul $E_s \geq 40 \text{ MN/m}^2$
Luftporenanteil $n_a \leq 12 \text{ Vol.-R}$
2. Verformungsmodul der obersten Lage Bereich Bebauung
beträgt mindestens $E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$
Ebenheit ± 2 cm
3. Verformungsmodul der obersten Lage im Außenbereich
beträgt mindestens $E_{V2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3$
Ebenheit ± 2 cm
4. Verformungsmodul der Frostschutzschicht
beträgt mindestens $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$, $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$
Ebenheit ± 2 cm

Diese sind durch geeignete Versuchstechniken zu prüfen und nachzuweisen!

Bezüglich der umweltrelevanten Merkmale der Auffüllböden sind die gesetzlichen Vorgaben (LAGA M20, ALEX-Informationsblätter 25 und 26) zu beachten. Insbesondere wird explizit auf die Dokumentationspflicht gemäß Anlage „Qualitätssicherung und Dokumentation“ hingewiesen.

Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen bei Bodenbehandlungen:

Parameter	Bodenverfestigung		Qualifizierte Bodenverbesserung		Bodenverbesserung	
	Eigenüberwachungsprüfung	Kontrollprüfung	Eigenüberwachungsprüfung	Kontrollprüfung	Eigenüberwachungsprüfung	Kontrollprüfung
Bindemittel Übereinstimmung zwischen Lieferung und vereinbarter Bindemittelart und -sorte	jede Lieferung (Lieferschein)	stichprobenweise	jede Lieferung (Lieferschein)	stichprobenweise	jede Lieferung (Lieferschein)	stichprobenweise
Boden Korngrößenverteilung Zustandsgrößen organische Bestandteile Wassergehalt Proctordichte und zugehöriger Wassergehalt	je 250 m bzw. 3000 m ² je nach Erfordernis je 250 m bzw. 3000 m ² je nach Erfordernis –	stichprobenweise	je 250 m bzw. 3000 m ² je nach Erfordernis je 250 m bzw. 3000 m ² je nach Erfordernis –	stichprobenweise		
Zur Verfestigung vorgesehene Böden Verdichtungsgrad profilgerechte Lage	*	stichprobenweise				
Verfestigte Schicht Verdichtungsgrad	je 250 m bzw. 3000 m ²	je 250 m bzw. 3000 m ² mind. einmal am Tag	je 250 m bzw. 3000 m ²	je 250 m bzw. 3000 m ² mind. einmal am Tag		
Bindemittelmenge profilgerechte Lage Ebeneheit	je nach Erfordernis je 20 m dreimal je nach Erfordernis	je 1000 m ² je 50 m je nach Erfordernis	je nach Erfordernis je 20 m dreimal je nach Erfordernis	je 1000 m ² je 50 m je nach Erfordernis		
Schichtdicke Schichtdicke	je nach Erfordernis	je 1000 m ²				
Verformungsmodul auf dem Erdplanum Verformungsmodul E _{v2} Verformungsmodul E _{vd}	entsprechend Prüfmethode M1 bzw. M2		entsprechend Prüfmethode M1 bzw. M2		entsprechend Prüfmethode M1 bzw. M2	

* Der Prüfumfang ist abhängig von der gewählten Prüfmethode (Methode M1, M2 oder M3)

Die Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen an der verfestigten Schicht sind durch den Auftragnehmer und den Auftraggeber unmittelbar nach der Verdichtung gemeinsam durchzuführen.

Eigenüberwachungsprüfungen im Beisein eines Beauftragten des Auftraggebers können als Kontrollprüfungen anerkannt werden.

Auf Grund der kurzen Verarbeitungszeit der hydraulischen Bindemittel sollten Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen unmittelbar nach der Herstellung einer Bodenbehandlung von Auftraggeber und Auftragnehmer gemeinsam durchgeführt werden.

Eine Prüfung des Bindemittelgehaltes, des Verdichtungsgrades und der Tragfähigkeit sind zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr möglich.

Für die Auffüllung können derzeit keine Bodenkenwerte angegeben werden, da die Liefermassen aktuell nicht bekannt sind.

Das Schüttmaterial ist lagenweise einzubauen und auf die geforderten Verdichtungswerte zu verdichten. Der Erdbau ist den Witterungsverhältnissen anzupassen und einzustellen, wenn eine ausreichende Verdichtung nicht mehr gewährleistet ist. Das Merkblatt über Bodenbehandlungen mit

Bindemitteln (M BmB, Ausgabe 2021, FGSV 551) ist zu beachten. Aufgeweichte Böden dürfen nicht überschüttet werden.

Auf eine ausreichende Entwässerungsmöglichkeit des jeweiligen Arbeitsplanums (Längs- bzw. Quergefälle, Entwässerungsgräben) ist unbedingt zu achten. Die allgemeinen Empfehlungen und Richtlinien zum Schutz des Erdplanums vor Witterungseinflüssen (z. B. ZTV E-StB 17) sind zu beachten.

Weitere Anforderungen

Bindemittelarten

Zur Bodenbehandlung können folgende Bindemittel ohne weitere Vereinbarung eingesetzt werden, wenn sie der jeweiligen Norm entsprechen:

- Zemente nach DIN 197-1 und DIN 197-4
- Zemente nach DIN 1164-10
- Baukalke nach DIN EN 459-1

sowie ergänzende Anforderungen bezüglich Reaktionsfähigkeit und Korngrößenverteilung gemäß ZTV-E.

- Hydraulische Boden- und Tragschichtbinder nach DIN 18506
- Mischbindemittel aus genormten hydraulischen Bindemitteln oder deren hydraulischen Hauptbestandteilen

Andere Bindemittel können eingesetzt werden, wenn ihre Eignung nachgewiesen und die Verwendung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart ist.

Nachweis der Bindemittelmenge

Der Auftragnehmer gibt auf Grund der Ergebnisse der Eignungsprüfung die Bindemittelmenge

- beim Baumischverfahren in kg/m²
- beim Zentralmischverfahren in M.-% an

Die Liefermenge des Bindemittels für das Baulos darf den in der Eignungsprüfung festgelegten Wert um

- nicht mehr als 5 % relativ unterschreiten
- nicht mehr als 8 % relativ überschreiten.

Einzeln ermittelte Werte der Bindemittelmenge (gemäß TP BF-StB Teil 11.2) dürfen den Sollwert der Eignungsprüfung um

- nicht mehr als 10 % relativ unterschreiten
- nicht mehr als 15 % relativ überschreiten.

Oberfläche

max. Abweichung der Oberfläche von der Sollhöhe: ± 2 cm

Ebenheit

≤ 2,0 cm unter der 4 m langen Messstrecke, wenn die verfestigte Schicht die unmittelbare Unterlage unter dem Oberbau ist

Einbaudicke

max. Abweichung der Einbaudicke vom Sollwert: ± 10%